

# AGRAARTEADUS

2011 ♦ XXII ♦ 1

---

|                 |                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|
| Väljaandja:     | Akadeemiline Põllumajanduse Selts                             |
| Peatoimetaja:   | Maarika Alaru                                                 |
| Keeletoimetaja: | Vaike Leola                                                   |
| Aadress:        | Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu,                                   |
| e-post:         | agrt@eau.ee, maarika.alaru@emu.ee                             |
| www:            | <a href="http://www.eau.ee/~aps/">http://www.eau.ee/~aps/</a> |

---

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

## SISUKORD

### TEADUSTÖÖD

|                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>A. Bender.</i> Lääne- ja Loode-Eesti punase ristiku ( <i>Trifolium pratense</i> L.) looduslike populatsioonide aretuslik väärtus .....                                                                                                  | 3  |
| <i>T. Elias, A. Elias, A. Kiis, M. Reinik, T. Püssa, K. Meremäe, M. Roasto.</i> Kõõgiviljade ja nendest valmistatud toormahlade nitraadi- ja nitritisisaldus ning tarbija saadavad kogused .....                                           | 10 |
| <i>K. Meremäe, P. Elias, M. Roasto, T. Elias.</i> Ülevaade probiootikumide antagonistlikust aktiivsusest <i>Campylobacter jejuni</i> tüvedele <i>in vitro</i> .....                                                                        | 18 |
| <i>E. Nugis.</i> Märgisüsteemid ja agrosemioos maaviljeluses .....                                                                                                                                                                         | 25 |
| <i>M. Roasto, K. Meremäe, K. Praakle-Amin, A. Hörman, T. Elias, M. Lillenberg, A. Elias, T. Kramarenko, L. Häkkinen, P. Põltasma, M. Mäesaar, P. Elias, M.-L. Hänninen.</i> Termofiilsete kampilobakterite uuringud Eestis 2000–2010 ..... | 31 |
| <i>B. Tein, V. Ereemeev.</i> Eri viljelusviiside mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele .....                                                                                                                                | 40 |
| <i>T. Tänavots, A. Põldvere, R. Soidla, L. Lepasalu, S. Žurbenko.</i> Sigade rümba- ja lihakvaliteeti mõjutavad tegurid. I kuldi tõu ja sigade soo mõju rümba koostisele .....                                                             | 45 |
| <i>T. Tänavots, A. Põldvere, R. Soidla, L. Lepasalu, S. Žurbenko.</i> Sigade rümba- ja lihakvaliteeti mõjutavad tegurid. II kuldi tõu, sigade soo ja pH <sub>1</sub> mõju liha kvaliteedinäitajatele .....                                 | 53 |

### KROONIKA

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| <i>S. Kasepalu, A. Rohtla, A. Joandi.</i> Oskussõnadest ..... | 62 |
|---------------------------------------------------------------|----|

# JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2011 ♦ XXII ♦ 1

---

|                   |                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|
| Published by:     | Academic Agricultural Society                                 |
| Editor in Chief:  | Maarika Alaru                                                 |
| Technical Editor: | Vaike Leola                                                   |
| Address:          | Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu                                    |
| e-mail:           | agrt@eau.ee, maarika.alaru@emu.ee                             |
| www:              | <a href="http://www.eau.ee/~aps/">http://www.eau.ee/~aps/</a> |

---

## CONTENTS

### SCIENTIFIC WORKS

|                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>A. Bender.</i> Breeding value of the West and North-West Estonian natural populations of red clover ( <i>Trifolium pratense</i> L.) .....                                                                                                    | 3  |
| <i>T. Elias, A. Elias, A. Kiis, M. Reinik, T. Püssa, K. Meremäe, M. Roasto.</i> Nitrate and nitrite contents in vegetables and vegetable-based raw juices and dietary intake .....                                                              | 10 |
| <i>K. Meremäe, P. Elias, M. Roasto, T. Elias.</i> The antagonistic activity of probiotics against <i>Campylobacter jejuni</i> in vitro .....                                                                                                    | 18 |
| <i>E. Nugis.</i> Sign systems and agrosemios in agriculture .....                                                                                                                                                                               | 25 |
| <i>M. Roasto, K. Meremäe, K. Praakle-Amin, A. Hörman, T. Elias, M. Lillenberg, A. Elias, T. Kramarenko, L. Häkkinen, P. Põltasma, M. Mäesaar, P. Elias, M.-L. Hänninen.</i> <i>Campylobacter</i> spp. in estonian food chain in 2000–2010 ..... | 31 |
| <i>B. Tein, V. Ereemeev.</i> Effect of different production methods on yield structure elements of potato .....                                                                                                                                 | 40 |
| <i>T. Tänavots, A. Põldvere, R. Soidla, L. Lepasalu, S. Žurbenko.</i> Factors affecting carcass and meat quality characteristics of pigs. I Effect of breed of sire and sex on carcass composition in pigs .....                                | 45 |
| <i>T. Tänavots, A. Põldvere, R. Soidla, L. Lepasalu, S. Žurbenko.</i> Factors affecting carcass and meat quality characteristics of pigs. II Effect of breed of sire, sex and PH <sub>1</sub> on meat quality traits .....                      | 53 |

### CHRONICLE

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| <i>S. Kasepalu, A. Rohtla, A. Joandi.</i> About terms ..... | 62 |
|-------------------------------------------------------------|----|

# LÄÄNE- JA LOODE-EESTI PUNASE RISTIKU (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) LOODUSLIKE POPULATSIOONIDE ARETUSLIK VÄÄRTUS

Ants Bender  
Jõgeva Sordiareetuse Instituut

**ABSTRACT.** During the expeditions organised in West- and North-West Estonia in 2002 seeds of natural red clover populations were gathered with which two field trials were established at the Jõgeva Plant Breeding Institute: one (2003) for the identification of development dynamics and for the determination of seed yield, the other (2006) for the evaluation of dry matter yield and its quality in a three-cut utilization regime. Data were collected from both trials in two harvest years. Of yield quality indicators the crude protein content, the acid and neutral detergent fibre content were determined from a general sample, the digestibility, palatability and relative feeding value of dry matter were calculated. Based on a parallel sample taken during harvest the percentage of foreign species in the yield was determined as well as the ratio of leaves and stalks in red clover yield and the crude protein content of yield fractions. The diploid early red clover cultivar 'Jõgeva 433' was used in trials as a standard variety. The aim of the research was to estimate the breeding value of red clover populations collected from the Estonian nature and to find out the possibilities of their use. One of the sub-objectives was to identify the effect of single propagation of seeds on the yield of natural population and on the quality indices of the yield. Altogether 22 natural red clover populations were studied in the trials.

**Keywords:** red clover, natural populations, seed yield, dry matter yield, crude protein content, dry matter digestibility, palatability, relative feeding value.

## Sissejuhatus

Punase ristiku algkodu arvatakse olevat Iraanis, kust see Vahemere-äärsete riikide kaudu on levinud Lääne-Euroopasse, Põhja-Aafrikasse ja edasi suurele osale Aasiast. Inimese tegevuse tulemusena on punane ristik jõudnud Kaug-Itta, Austraaliasse ning Ameerika mandrile (Taylor, 1985). Liigile on omane erakordne ökoloogiline plastilisus ja morfoloogiline muutlikkus, sh varieeruvad kõigi taimeosade mõõtmed, õite ja õisikute ning liitlehe lehekeste kuju, õite värvus jm. Lai ökoloogiline amplituud ongi põhjus, miks liigi looduslik levik ja tema kasutamine kultuurtaimena on tänapäeval nii ulatuslik. Ka Eestis võib punast ristikut kohata nii põllule külvatuna kui looduslikult kasvamas.

Punase ristiku kultuurtaimena kasutamisel on Euroopas nii pikk ajalugu, et kirjalike allikate vähesuse (või puudumise) tõttu pole algus enam täpselt tuvastatav. Tsaari-Venemaal (kuhu kuulus ka praegune Eesti ala) sai dokumenteeritud kasvatamine ja levik alguse Lõuna- ja Lääne-Euroopast (Itaaliast, Hollandist, Inglismaalt) sissetoodud seemnega 19. sajandi algul (Lisitsõn, 1947). Säilinud materjali edasi paljudades toimusid populat-

sioonides muutused – talveõrnad isendid kadusid, alles jäid uue kasvukoha tingimustega kohastunud vormid. Aastakümnete vältel suunatud inimtegevuse ja kestva loodusliku valiku tingimustes kujunesid välja nn punase ristiku kohalikud sordid.

Nõukogude Liidus domineerisid punase ristiku kohalikud sordid küllalt hilise ajani. 1978. aastal oli impeeriumis rajoonitud punase ristiku 115 sordist vaid 49 aretussordid, ülejäänud 66 kohalikud sordid (Novosjolova *et al.*, 1978). Eestis kasvatati punase ristiku kohalikke sorte veel kümmekond aastat pärast Teist maailmasõda – siis loovutasid nad koha aretussortidele. Meie lähinaabritest on teadaolevalt vaid Põhja-Rootsis ja Põhja-Soomes kasutusel kohalik sort 'Bjursele', mujal kasvatatakse eranditult punase ristiku aretussorte.

Punase ristiku kasvatamise ajalugu meie mõjupiirkonnas uurinud teadlased jagunevad kaheks. Ühed on kindlad, et kunagisel Venemaal kasutusel olnud punase ristiku kohalikud sordid baseeruvad oma ajaloolises tekkes Lääne-Euroopa taimmaterjalil, mis on kujunemisprotsessis risttolmelnud kohalike looduslike punase ristiku populatsioonidega ja saanud selle materjali kaudu oma hea talvekindluse ning taimiku kestvuse (Lisitsõn, 1947; Kotkas, 1956). Teised autorid väidavad, et endisaegadel Venemaal kasutusel olnud punase ristiku kohalikud sordid on rahvaselektsiooni tulemusel tekkinud seal kasvanud looduslikest punase ristiku vormidest (Popov, 1950; Horošailov, 1952). Viimase seisukoha pooldajad väidavad, et Lõuna- ja Lääne-Euroopa soojema kliimaga regioonides on levinud kaheniitelised (e varajased) vormid, Venemaal leidub aga piirkondi, kus looduses esinevad ka üheniitelised (e hilised) vormid. Venemaa suurel osal pinnast (ka Eesti alal) olid omal ajal levinud just hilise punase ristiku kohalikud sordid. Sõltumata sellest, kummal osapoolel õigus on (või on mõlemal õigus) tunnistavad kõik autorid üksmeelselt, et nende sortide kujunemisel on märkimisväärselt rolli mänginud kohalikud looduslikud ristikud. Kuni viimase ajani pööravad aretajad neile uurimistöös kõikjal palju tähelepanu, sest nende seast võib leida vorme, mis kasulike tunnuste poolest silma paistavad (Cope, Taylor, 1985; Boller *et al.*, 2003; Mrfat-Vukelić *et al.*, 2003; Nedelnik *et al.*, 2003; Hermann *et al.*, 2005). Nii on suurt hulka taimmaterjali läbi töötades leitud punase ristiku looduslike vorme, mis paistavad silma standardsordist suurema lehesusega, taimevartes kaks korda kõrgema proteiinisaldusega, madalama kiusisaldusega nii lehtedes kui vartes, kõrgema õite viljastumise ja sellega kaasneva stabiilsema ning parema seemnesaagiga, vastupidavusega taimehaigustele, hea talvekindlusega jne (Sergejev *et al.*, 1958; Novosjolova *et al.*, 1978; Funtova, 2000; Hermann, 2006).

Looduslikud punase ristiku populatsioonid olid rohumaaviljelusala teadusliku uurimistöö keskmes 20. sajandi esimesel poolel, s.o ajal, mil rohusööjate

loomade sööt varuti suures osas poollooduslikelt rohumaadelt.

Viimastel aastakümnetel on nad uuesti sattunud bioloogiaeadlaste erilise tähelepanu alla, sest, kasvades lähestikku põllul kasvavate aretussortidega, on nende põhjal võimalik kaasaegsete uurimismeetoditega kindlaks määrata, mil määral geneetilist materjali üle kandub. Probleem on aktuaalne geneetiliselt moondatud taimesortide kasvatamiseks lubamise või mittelubamisega ja aitab hinnata kaasnedu võivaid ohte (Semerikov *et al.*, 2002).

Käesoleva uurimistöö eesmärk on selgitada põldkatsetes Lääne- ja Loode-Eestisse korraldatud ekspeditsioonidel kogutud punase ristiku looduslike populatsioonide omadusi ja võrrelda neid aretussortidega. Töö sai alguse taimeliikide geneetiliste ressursside kogumise ja säilitamise programmis, mille üks ülesandeid on kogutud materjali morfoloogiliste, bioloogiliste ja agroomiliste omaduste hindamine ja kirjeldamine. Aretaja erihuvi seisneb siin võimaluses välja selgitada sordiaretuseks kasulikku lähtematerjali.

### Katsematerjal ja metoodika

2002. aasta septembris korraldati Lääne- ja Loode-Eesti mandriosale ja saartele ekspeditsioone, mille käigus koguti looduslikelt kasvukohtadelt liblikõieliste liikide, sh punase ristiku seemet. Korjet tehti mõnel juhul ka vanadelt, ammu sööti jäänud kultuurniitudelt ja -karjamaadelt. Seemneid koguti koguses, mis võimaldas hiljem ilma vahepaljunduseta rajada lapikatsed seemnesaagi (ühes korduses, rajamisaasta 2003) ja kuivainesaagi määramiseks (neljas korduses, rajamisaasta 2006). Mõlemad katsed rajati mustkesale juuli esimesel poolel, kitsarealises külvis (külvik Hege 80), külvisenormiga 12 kg skarifitseeritud seemet hektarile. Katsed viidi läbi leostunud mullal ( $K_0$ ), mille  $pH_{KCl}$  oli 6,2, huumuse-sisaldus  $21 \text{ g kg}^{-1}$ , üldlämmastikku (N)  $1.3 \text{ g kg}^{-1}$ , P 230, K 229, Ca 1,550 ja Mg  $77 \text{ mg kg}^{-1}$ . Enne katse rajamist anti mineraalväetisi normiga P 19 ja K  $67 \text{ kg ha}^{-1}$ . Seemnesaagi katses tehti kasvuajal vaatlusi, koristamisajal niideti katselapilt kogu kasvanud mass, kuivatati see kunstlikult ja peksti seeme välja katsekombainiga Hege 140. Saadud seemnemass hõõruti ja puhastati Kamas-Westrupi firma laboratoorsete seadmetega.

Saagi ja selle kvaliteedi määramiseks rajatud katset kasutati kolmeniiteliselt, niiteajad määrati standardsordi 'Jõgeva 433' õitsemisalguse järgi (kahes esimeses nii-

tes), viimane niide tehti vegetatsiooniperioodi lõpu eel oktoobri esimeses dekaadis. Saak määrati katsekombainiga Hege 212. Katse koristamise ajal võeti analüüsideks igast variandist kaks kilost proovi, mis kuivatati. Üks proov jahvatati ning sellest määrati laboratooriumis toorproteiini-, happe- ja neutraalkiussisaldus. Teise proovi põhjal selgitati saagi botaaniline koosseis (määrati põhiliigi ja võõrliikide üldine sisaldus saagis), põhiliigi osa allutati lehe-varre analüüsile, eraldatud saagi fraktsioonid jahvatati ning neis määrati toorproteiinisaldus. Katses kasutati kaht saagiaastat.

Uuritud punase ristiku populatsioone on artiklis nimetatud kogumiskoha järgi. Kuna Eestis kohanimed sageli korduvad, on täpsustuseks lisatud korjekohtade koordinaadid (tabel 1).

Korjekspeiditsioonidel õnnestub üldjuhul koguda seemet vähesel määral. Et materjali põldkatsetes edasi uurida, tuleb teha üks vahepaljundus seemnekoguse suurendamiseks. Vahepaljunduse mõju uurimiseks looduslike punase ristiku populatsioonide saagivõimele oli katsesse lülitatud kolme populatsiooni (Osmussaar (klibult), Osmussaar (rannalt) ja Metsküla) mõlemad variandid: rajatud loodusest otse kogutud ja vahepaljundusest saadud seemnega. Vahepaljundusel ei olnud ruumilise isolatsiooni nõuded täidetud.

Seemnesaagi katse tulemusi mõjutas 2004. aasta suve teise poole sademeterohkus, mille läbi kannatasid enam hilisema valmimisajaga populatsioonid. Nende esimesena valminud nuttides läks seeme põllul idanema ja riknes.

### Katsetulemused

**Seemnesaagi määramise katses** näitasid punase ristiku aretussordid oma paremust (tabel 1). Kahest Jõgeval aretatud diploidsest punasest ristikust oli neil katseaastail paremus varajasel sordil 'Jõgeva 433'. Eelis tulenes asjaolust, et tema seemnesaak valmis 2004. aastal varem, enne sajuperioodi algust. Ekspeditsioonidel kogutud materjali seas torkas seemnesaagilt silma Selja vanalt, mahajäetud niidult kogutud populatsioon, mis vaatlusandmete põhjal võis olla ühe keskvalmiva või hilise ristikusordi püsijäänud järglaskond. Tema kahe aasta keskmine seemnesaak ületas (8.8%) ainukesena standardsorti 'Jõgeva 433'. Mõlema katseaasta seemnesaak oli seejuures hea ja ületas standardi. Nimetatud populatsioon kui võimalik perspektiivne aretuse lähtematerjal vajab edasist põhjalikumalt uurimist.

**Tabel 1.** Lääne- ja Loode-Eestist kogutud punase ristiku looduslike populatsioonide seemnesaagid  
**Table 1.** Seed yields of natural red clover populations collected from West- and North-West Estonia

| Jrk<br>nr | Sort või looduslik<br>populatsioon/ <i>Variety</i><br>or natural population | N koordi-<br>naadid/<br>Latitude | E koordi-<br>naadid/<br>Longitude | 2004  |          | 2005  |          | Keskmine/ <i>mean</i> |       |          |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------|----------|-------|----------|-----------------------|-------|----------|
|           |                                                                             |                                  |                                   | kg/ha | 1,000s.g | kg/ha | 1,000s.g | kg/ha                 | %     | 1,000s.g |
| 1         | Jõgeva 433                                                                  |                                  |                                   | 148.4 | 1,817    | 199.1 | 1,786    | 173.8                 | 100.0 | 1,802    |
| 2         | Jõgeva 205                                                                  |                                  |                                   | 41.0  | 1,776    | 250.4 | 1,816    | 145.7                 | 83.8  | 1,796    |
| 3         | Selja                                                                       | 58°32'51"                        | 24°50'47"                         | 170.1 | 1,891    | 208   | 1,777    | 189.1                 | 108.8 | 1,834    |
| 4         | Juurikaru                                                                   | 58°38'10"                        | 25°06'00"                         | 117.3 | 1,628    | 163.4 | 1,808    | 140.4                 | 80.8  | 1,718    |
| 5         | Osmussaar (klibult)                                                         | 59°16'51"                        | 23°24'18"                         | 135.0 | 1,616    | 141.9 | 1,506    | 138.5                 | 79.7  | 1,561    |
| 6         | Varbla tee                                                                  | ei ole määratud                  |                                   | 108.3 | 1,545    | 144   | 1,516    | 126.2                 | 72.6  | 1,531    |
| 7         | Nõmmküla                                                                    | 58°40'09"                        | 23°12'28"                         | 71.3  | 1,624    | 173.6 | 1,470    | 122.5                 | 70.5  | 1,547    |
| 8         | Pürksi                                                                      | 59°01'06"                        | 23°31'10"                         | 97.3  | 1,519    | 146.6 | 1,483    | 122.0                 | 70.2  | 1,501    |
| 9         | Käina                                                                       | 58°50'06"                        | 22°47'18"                         | 176.0 | 1,770    | 66.9  | 1,677    | 121.5                 | 69.9  | 1,724    |
| 10        | Hanila                                                                      | 58°37'10"                        | 23°37'43"                         | 70.5  | 1,510    | 162   | 1,480    | 116.3                 | 66.9  | 1,495    |
| 11        | Metsküla                                                                    | 58°43'31"                        | 23°36'55"                         | 86.3  | 1,415    | 145.6 | 1,490    | 116.0                 | 66.7  | 1,453    |
| 12        | Jämaja                                                                      | 58°00'47"                        | 22°03'30"                         | 117.6 | 1,582    | 101.8 | 1,625    | 109.7                 | 63.1  | 1,604    |
| 13        | Ridala                                                                      | 58°54'46"                        | 23°28'02"                         | 57.8  | 1,661    | 155.9 | 1,420    | 106.9                 | 61.5  | 1,541    |
| 14        | Reigi                                                                       | 58°59'00"                        | 22°30'42"                         | 127.2 | 1,583    | 81.4  | 1,700    | 104.3                 | 60.0  | 1,642    |
| 15        | Karujärve                                                                   | 58°22'44"                        | 22°14'05"                         | 87.9  | 1,334    | 114.8 | 1,399    | 101.4                 | 58.3  | 1,367    |
| 16        | Virtu Laelatu                                                               | 58°34'44"                        | 23°33'23"                         | 45.6  | 1,446    | 156.8 | 1,490    | 101.2                 | 58.2  | 1,468    |
| 17        | Kärdla                                                                      | 58°59'27"                        | 22°46'08"                         | 56.9  | 1,608    | 140   | 1,481    | 98.5                  | 56.6  | 1,545    |
| 18        | Hämmelepa                                                                   | 58°17'45"                        | 22°46'44"                         | 87.5  | 1,464    | 107.8 | 1,420    | 97.7                  | 56.2  | 1,442    |
| 19        | Lihula-Tln maantee                                                          | 58°43'33"                        | 23°55'28"                         | 69.7  | 1,507    | 125.6 | 1,415    | 97.7                  | 56.2  | 1,461    |
| 20        | Tõlluste                                                                    | 58°24'20"                        | 22°59'50"                         | 59.4  | 1,516    | 113.7 | 1,516    | 86.6                  | 49.8  | 1,516    |
| 21        | Salme                                                                       | 58°10'44"                        | 22°06'35"                         | 33.4  | 1,487    | 125.5 | 1,380    | 79.5                  | 45.7  | 1,434    |
| 22        | Sääre                                                                       | 57°54'37"                        | 22°03'17"                         | 39.1  | 1,417    | 103.9 | 1,382    | 71.5                  | 41.1  | 1,400    |
| 23        | Osmussaar (rannalt)                                                         | 59°18'09"                        | 23°22'22"                         | 51.4  | 1,426    | 90    | 1,340    | 70.7                  | 40.7  | 1,383    |
| 24        | Vormsi (Hullo)                                                              | 58°58'49"                        | 23°15'24"                         | 81.8  | 1,576    | 36    | 1,579    | 58.9                  | 33.9  | 1,578    |

Aretussordi tunnustega torkas katses silma ka Juurikaru koolimaja lähedalt vanalt niidult kogutud populatsioon. Tema katseaastate keskmine seemnesaak ja 1,000 seemne mass sarnanesid aretussordi 'Jõgeva 205' vastavate näitajatega.

Esimesel katseaastal ületas standardsordi seemnesaaki Käina lähedalt teepeenralt kogutud populatsioon, mis võis olla sinna kunagi teeremondi käigus aretussordi seemnega külvatud. Sellele viitab ka 1,000 seemne mass, mis üldjuhul on kultuurristiku aretussordil suurem.

Seemnesaagi katses üllatas Osmussaarelt, saare keskosal kulgevalt kiviklibuselt seljandikult (huumuskihi olemasolu pigem sümboolne) kogutud materjal, mis ületas kõiki teisi looduslike punaseid ristikuid hea seemnesaagi poolest. Samal ajal Osmussaare rannaalalt (pinnas adruka väetatud ja huumuskiht arvestataval määral olemas) kogutud seemnega rajatud katselapp andis väga tagasihoidliku seemnesaagi (40.7% standardsordi seemnesaagist), tema 1,000 seemne mass (1,383 g) oli koguni katse madalaim.

Punase ristiku looduslikud populatsioonid võib meie katseandmete põhjal seemnesaagi järgi jagada kahte rühma: populatsioonid, mille seemnesaak on 60–70% aretussortide seemnesaagist, ja populatsioonid, mille seemnesaak on alla 50% aretussortide seemnesaagist.

Kõige madalama seemnesaagiga punase ristiku populatsioon koguti Vormsi saarelt Hullo küla lähedalt pool-looduslikult niidult. Materjal paistis aga katses silma standardsordist 'Jõgeva 433' viis päeva varasema õitsemisalguse poolest, tänu millele võib pälvida aretajate huvi kui võimalik lähtematerjal ultravarajase punase ristiku sordi loomisel. Selle populatsiooni teine eripära

seisnes arvukate valgeõieliste taimede esinemises. Ülejäänud punase ristiku looduslikud populatsioonid alustasid õitsemist standardsordiga 'Jõgeva 433' samal ajal. Õitsemise lõppu ei olnud standardsordil ega looduslikel populatsioonidel kummalgi katseaastal võimalik määrata, sest esmakasvu õitsemise lõpp ja ädala õitsemise algus ei olnud ajaliselt lahutatud, vaid üks läks teisele märkamatuks üle.

Punase ristiku looduslike populatsioonide seemnete 1,000 seemne mass oli katses kultuurristiku aretusortide samast näitajast 0.2–0.4 g madalam. Viljakal mullal ( $K_0$ ), mineraalväetistega väetamisel oli looduslike ristikute sama näit omakorda 0.2–0.4 g suurem kui loodusest otse kogutud lähteseemnel.

**Kuivainesaagilt** ei ületanud ükski katseliige standardsorti 'Jõgeva 433', mis andis kahe katseaasta jooksul kokku saaki 20.44 t/ha (tabel 2). Sort 'Jõgeva 205' ja hilisepoolse kultuurristiku tunnustega Selja ja Juurikaru jäid standardsordi saagitasemest 4.8–10.2% maha. Enamik ülejäänud katseliikmeid jäi standardist maha 16–30%, viis katseliiget koguni enam kui 30%. Punase ristiku looduslike populatsioonide ühekordne seemne vahepaljundamine viljakal kasvukohal suurendas seemnete saagivõimet 9.1 (Metsküla) kuni 15.8% (Osmussaar (klibult)). Vahe kuivainesaagis tulenes loodusest otse kogutud seemne madalamast põldtärkamisest ja taimiku aeglasemast algarengust. Väiksema konkurentsi võime tõttu kasvu algul umbrohtusid need katselapid teistest enam. 2007. aasta esimese niite saagist moodustasid umbrohud kogu katses 10.7% (standardsordi saagis umbrohud puudusid). Suurima umbrohusisaldusega

olid Osmussaar (rannalt) 63.2%, Osmussaar (klibult) 52.8% ja Metsküla 28.8%. Esimese kasutusaasta järgmiste niidete saak oli juba märgatavalt umbrohupuhtam – katse keskmisena oli umbrohtu teise niite saagis 2.7%, kolmanda niite saagis 4.0%. Teisel kasutusaastal umbrohtude osatähtsus saagis kord-korralt tõusis: I niide 9.7, II niide 11.0 ja III niide 13.8%.

Kirjandusest võib leida andmeid, et punase ristiku looduslike populatsioonide saagitase jääb aretussortide saagitasemest maha tagasihoidlikuma ädalasaagi tõttu (Klobukova-Alisova, 1950). Meie katseandmed näitavad, et looduslike punase ristiku populatsioonide kuivainesaak oli tegelikult madalam kõigil niiteaegadel. Saagi laekumise dünaamika andmeil andis standardsort 'Jõgeva 433' kahe aasta keskmisena I niitega 47.6 %, II niitega 29.6 % ja kolmanda niitega 22.8 % aasta kuivainesaagist. Sort 'Jõgeva 205' ja Seljalt ning Juurikarult pärit populatsioonidel andis esimene niide ligilähedaselt poole aastasaagist, II ja III niide aga kumbki ümmarguselt veerandi. Ülejäänud katseliikmed olid varajased ristikud, millel aga kuivainesaak laekus standardist erineva rütmiga. Esimesest niitest laekus neilt keskmisena 40.2%, II niitega 34.8 ja III niitega 25.0% aasta kuivainesaagist. Esimese niiteaja madal näit tulenes asjaolust, et looduslike ristikute seemnetest arenesid taimed aeglaselt ega andnud esimesel kasutusaastal I niitest veel täissaaki. Hilisemateks koristusaegadeks neil katselappidel ristikutaimed kosusid. Kõige enam eristusid saagi laekumisdünaamika andmetel teistest katseliikmetest Osmussaare ja Metsküla originaalseemnega külvatud variandid. Nendel moodustas esimese niite kuivainesaak aastasaagist 28.6–31.0%, teise niite oma 46.7–50.8% ja III niite puhul 20.6–22.6%.

Kõik katseliikmed paistsid silma kuivaine madala happekiusisalduse ja sellest tuleneva hea seeduvuse poolest, vastav näit oli 70% piirimail. 23 varajase punase ristikuga analoogse arengurütmiga looduslikel populatsioonidel oli kuivaine seeduvuse keskmine näit I niite saagil 70.2, II niite saagil 72.3 ja III niite saagil 71.1%. Katseliikmete seas ei olnud ühtki, mis oleks teistest märgatavalt parema kuivaine seeduvusega silma paistnud. Standardsordi 'Jõgeva 433' vastavad näitajad olid: I niide 68.4, II niide 73.0 ja III niide 70.6%. Seeduvuse ühetaolisusest tingituna ei muutunud nimetamisväärselt ka seeduva kuivainesaagi järgi reastatud katseliikmete paiknemine tabelis 2.

Toorproteiinisalduselt ületasid kõik katseliikmed 15% piiri kõigil kolmel niiteajal. Kahe kasutusaasta keskmistel andmetel oli standardsordi 'Jõgeva 433' kuivaines toorproteiini I niite ajal 15.93%, II niite ajal

22.21% ja III niite ajal 21%. Hilistel punase ristiku populatsioonidel ('Jõgeva 205', Selja, Juurikaru) olid need keskmised näitajad vastavalt 15.64%, 23.35% ja 20.60%. Peamine erinevus esines seega vaid teise niite saagis, kus hilistel ristikutel on varte osatähtsus saagis väiksem ja toorproteiinisaldus sellest tulenevalt kõrgem. Ülejäänud 23 katseliikme kahe kasutusaasta keskmised toorproteiinisaldused olid: I niite saagi kuivaines 17.58%, II niite saagi kuivaines 21.88% ja III niite saagi kuivaines 21.31%. Looduslikud populatsioonid erinesid üksteisest toorproteiinisalduselt I niites 3.58% võrra. Madalaim kohatud sisaldus oli 15.9% (Reigi), suurim 19.48% (Metsküla). Teise niite saagis kõikus toorproteiinisaldus vahemikus 19.70% (Osmussaar (klibult)) kuni 23.60% (Hanila), kolmandas niites vahemikus 20.27 (Käina) kuni 22.63 (Hämmelepa). Ükski looduslik punase ristiku populatsioon ei torganud silma järjekindlalt teistest kõrgema toorproteiinisaldusega. Selle näitaja osas eristusid esimesel kasutusaastal need vormid, mille esmakasvu areng kulges teistest aeglasemalt ja mille kuivainesaak esimeses niites oli tagasihoidlik.

Standardsort 'Jõgeva 433' andis kahe aastaga toorproteiini saagi 3,877 kg/ha. Hilised punase ristiku vormid ('Jõgeva 205', Selja, Juurikaru) andsid 250–344 kg/ha toorproteiini saaki standardsordist vähem, kuid erinevus jäi katsevea piiresse. Ülejäänud 23 katseliikme toorproteiini keskmine saak oli 2,987 kg/ha, mis moodustas 77% standardsordi saagist. Neist kõrgeima toorproteiinisaga andis Hanilast kogutud populatsioon 3,454 kg/ha e 89.1% standardsordiga võrreldes ja madalaima Osmussaare rannaalalt kogutud populatsioon saagiga 2,364 kg toorproteiini hektarilt e 61.0% standardsordi tasemest.

Standardsordi kuivaine neutraalkiussisaldus oli kahe saagiaasta keskmisena I niites 30.46, II niites 24.87 ja III niites 26.02%. Varajaste looduslike populatsioonide I niite saagi kuivaines oli 23 katseliikme keskmisena standardsordist ligi 2% neutraalkiudu vähem (28.50%), kuid II ja III niite kuivaines vastavalt 0.85 ja 1.40% rohkem. Esimeses niites oli neutraalkiussisalduse erinevus katseliikmete vahel 4.69% (Karujärve 26.26%, Varbla tee 30.95%), II niites 6.01% (Metsküla 23.10%, Osmussaar (rannalt) 29.11%). Kolmanda niite saagi puhul, mis koosnes peamiselt lühivõrsetest, oli katseliikmete vaheline erinevus kõige väiksem – vaid 2.23%.

Ükski katseliige ei paistnud silma koristusaegade lõikes ühtlaselt madala (või kõrge) neutraalkiu sisaldusega.

**Tabel 2.** Punase ristiku looduslike populatsioonide saak kahe kasutusaasta (2007 ja 2008) summas  
**Table 2.** Yield of natural red clover populations in total of two harvest years (2007 and 2008)

| Jrk nr | Sort või looduslik populatsioon/Variety or natural population | Kuivainesaa / Dry matter yield |      | Seeduva kuivaine saak / Digestible dry matter yield |      | Toorproteiini saak / Crude protein yield |      |
|--------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|------|-----------------------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
|        |                                                               | t/ha                           | %    | t/ha                                                |      | kg/ha                                    | %    |
| 1      | Jõgeva 433                                                    | 20.44 a                        | 100  | 14.35 a                                             | 100  | 3,877 a                                  | 100  |
| 2      | Jõgeva 205                                                    | 19.23 ab                       | 94.1 | 13.62 ab                                            | 94.9 | 3,571 abc                                | 92.1 |
| 3      | Selja                                                         | 19.45 ab                       | 95.2 | 13.49 abc                                           | 94.0 | 3,627 ab                                 | 93.6 |
| 4      | Juurikaru                                                     | 18.35 dc                       | 89.8 | 12.86 bcd                                           | 89.6 | 3,533 abc                                | 91.1 |
| 5      | Hanila                                                        | 17.17 cd                       | 84.0 | 12.26 cde                                           | 85.4 | 3,436 bcd                                | 88.6 |
| 6      | Ridala                                                        | 16.99 cde                      | 83.1 | 12.03 def                                           | 83.8 | 3,454 bcd                                | 89.1 |
| 7      | Reigi                                                         | 16.51 cdef                     | 80.8 | 11.78 defg                                          | 82.1 | 3,192 defg                               | 82.3 |
| 8      | Pürksi                                                        | 16.37 defg                     | 80.1 | 11.72 defg                                          | 81.7 | 3,192 defg                               | 82.3 |
| 9      | Jämaja                                                        | 15.89 defgh                    | 77.7 | 11.32 efgh                                          | 78.9 | 3,124 defg                               | 80.6 |
| 10     | Lihula mnt                                                    | 15.78 defghi                   | 77.2 | 11.25 efghi                                         | 78.4 | 3,236 cdef                               | 83.5 |
| 11     | Kärdla                                                        | 15.77 defghi                   | 77.2 | 11.24 efghi                                         | 78.3 | 3,215 cdef                               | 82.9 |
| 12     | Vormsi Hullo                                                  | 15.63 defghi                   | 76.5 | 11.10 efghi                                         | 77.4 | 3,042 efgh                               | 78.5 |
| 13     | Nõmmküla                                                      | 15.61 defghi                   | 76.4 | 11.17 efghi                                         | 74.4 | 3,163 defg                               | 81.6 |
| 14     | Hämmelepa                                                     | 15.61 defghi                   | 76.4 | 11.09 efghi                                         | 77.3 | 3,148 defg                               | 81.2 |
| 15     | Osmussaar, klublult I palj                                    | 15.50 defghi                   | 75.8 | 10.98 fghi                                          | 76.5 | 3,079 efgh                               | 79.4 |
| 16     | Sääre                                                         | 15.45 defghi                   | 75.6 | 11.05 efghi                                         | 77.0 | 2,925 fgh                                | 75.4 |
| 17     | Varbla tee                                                    | 15.28 efghij                   | 74.8 | 10.75 efgh                                          | 74.9 | 2,973 defg                               | 76.7 |
| 18     | Käina                                                         | 15.15 efghij                   | 74.1 | 10.68 ghij                                          | 74.4 | 2,887 ghi                                | 74.5 |
| 19     | Tõlluste                                                      | 15.11 efghij                   | 73.9 | 10.76 ghij                                          | 75.0 | 3,176 defg                               | 81.9 |
| 20     | Virtsu Laelatu                                                | 14.72 fghij                    | 72.0 | 10.50 ghij                                          | 73.2 | 2,923 fgh                                | 75.4 |
| 21     | Osmussaar, rannalt I palj                                     | 14.51 ghij                     | 71.0 | 10.21 hij                                           | 71.1 | 2,903 fgh                                | 74.9 |
| 22     | Salme                                                         | 14.35 hij                      | 70.2 | 10.08 ijk                                           | 70.2 | 2,787 hij                                | 71.9 |
| 23     | Metsküla I palj                                               | 14.07 ijk                      | 68.8 | 10.08 ijk                                           | 70.2 | 3,030 efgh                               | 78.2 |
| 24     | Karujärve                                                     | 13.38 jkl                      | 65.5 | 9.56 jkl                                            | 66.6 | 2,514 ijk                                | 64.8 |
| 25     | Osmussaar, klublult                                           | 12.26 kl                       | 60.0 | 8.81 klm                                            | 61.4 | 2,426 jk                                 | 62.6 |
| 26     | Metsküla                                                      | 12.20 kl                       | 59.7 | 8.60 lm                                             | 59.9 | 2,513 ijk                                | 64.8 |
| 27     | Osmussaar, rannalt                                            | 11.53 l                        | 56.4 | 8.03 m                                              | 56.0 | 2,364 k                                  | 61.0 |
|        | LSD                                                           | 1.82                           |      | 1.29                                                |      | 363                                      |      |

Sama tähega tähistatud saagiandmed ei erine usutavalt  $p = 0.05$  korral/The data of yield designated with the same letter do not differ significantly at  $p = 0.05$

Punase ristiku varajaste looduslike populatsioonide I niite saagi kuivaine keskmine söömuses (4.22) ja relatiivne söödaväärtus (229.9) olid standardsordi vastavatest näitajatest (3.94 ja 209.1) kõrgemad. II ja III niites looduslikud populatsioonid söömuses ja relatiivses söödaväärtuses standardi ees eeliseid ei omanud. Katses olnud hilised punased ristikud edestasid standardsorti söömuses ja relatiivses söödaväärtuses ainult II niite saagis. Kolme katseliikme keskmised näitajad olid vastavalt 5.35 ja 307.0, standardsordil aga 4.83 ja 273.1.

Saagi lehevarre analüüs näitas, et punase ristiku looduslike populatsioonide saak on leherikas (tabel 3). Kõik arengurütmilt varajased looduslikud punase ristiku populatsioonid (23 tk) ületasid standardsorti 'Jõgeva 433' lehesuselt kõigil niiteaegadel. Kahe aasta keskmistel andmetel moodustasid standardsordi 'Jõgeva 433' I niite saagist lehed 49.2%, II niite saagist 54.8 ja III niite saagist 57.1%. Looduslikel varajastel punase ristiku populatsioonidel olid vastavad näitajad 57.8, 61.4 ja 62.3%. Sealjuures erinesid populatsioonid üksteisest märkimisväärselt. Esimese niite saagi lehesuse madalaim näit oli 51.6% (Varbla tee), kõrgeim 64.2% (Osmussaar, rannalt), II niites 54.8 (Käina) ja 67.7% (Karujärve) ning III niites 57.4 (Ridala) ja 70.8% (Osmussaar, rannalt). Hilised punased ristikud (3 katseliiget) olid I

niites standardist mõnevõrra madalama lehesusega I-s (46.2%) ja III niites (54.8%), kuid ületasid standardi II niites (60.8%).

Saagi fraktsioonide laboratoorne analüüs näitas, et varajaste punase ristiku looduslike populatsioonide lehed I niite saagis sisaldavad standardsordiga võrreldes veidi vähem toorproteiini. Nende varte toorproteiinisaldus oli aga kindlalt standardsordi vastavast näitajast kõrgem – populatsioonide keskmine 10.12%, st 8.84%. Teise niite saagis varte toorproteiinisaldus standardiga võrreldes nimetamisväärselt ei erinenud, küll oli aga mõnevõrra parem III niite saagis – populatsioonide keskmine 12.51%, st 11.79%. Populatsioonidest paistis teiste seas silma Varbla tee äärest kogutu, mis ületas standardsorti 'Jõgeva 433' saagi lehesuselt kõigis kolmes niites. Tema lehed ja varred olid standardist kõrgema toorproteiinisaldusega I ja II niites ning varred ka III niites. Varte toorproteiinisalduselt paistis teiste seast silma Virtsu lähedalt Laelatu kogutud populatsioon. Saagi lehesusega silma paistnud Osmussaare rannaalalt kogutud populatsioon sisaldas II niite saagi lehtedes ja vartes kõige vähem toorproteiini – lehtedes 21.93%, st 27.21% ja vartes 10.82%, st 12.50%. Punase ristiku hilisesse alamliiki kuulunud kolm katseliiget ei erinenud standardsordist lehtede ega varte toorproteiinisalduselt.

**Tabel 3.** Valik punase ristiku looduslike populatsioonide kahe kasutusaasta saagi kvaliteedi keskmisi näitajaid, %  
**Table 3.** Selection of average yield quality indices of natural red clover populations of two harvest years, %

| Jrk nr | Sort või looduslik populatsioon/ <i>Variety or natural population</i> | I niide / <i>cat</i>             |                                     |                  | II niide / <i>cat</i>            |                                     |                  | III niide / <i>cat</i>           |                                     |                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|
|        |                                                                       | Lehti saagis/<br>Leaves in yield | Toorproteiini /<br>Crude protein in |                  | Lehti saagis/<br>Leaves in yield | Toorproteiini /<br>Crude protein in |                  | Lehti saagis/<br>Leaves in yield | Toorproteiini /<br>Crude protein in |                  |
|        |                                                                       |                                  | lehtedes<br>leaves                  | vartes/<br>stems |                                  | lehtedes<br>leaves                  | vartes/<br>stems |                                  | lehtedes<br>leaves                  | vartes/<br>stems |
| 1      | Jõgeva 433                                                            | 49.2                             | 22.78                               | 8.84             | 54.8                             | 27.21                               | 12.50            | 57.1                             | 26.48                               | 11.79            |
| 2      | Jõgeva 205                                                            | 47.6                             | 22.65                               | 9.72             | 60.6                             | 27.32                               | 12.61            | 55.0                             | 26.61                               | 12.11            |
| 3      | Selja                                                                 | 45.0                             | 22.90                               | 8.78             | 59.3                             | 28.05                               | 12.91            | 54.9                             | 26.05                               | 11.68            |
| 4      | Juurikaru                                                             | 45.9                             | 23.28                               | 10.48            | 62.6                             | 27.15                               | 13.19            | 54.3                             | 26.53                               | 12.18            |
| 5      | Hanila                                                                | 55.5                             | 23.26                               | 10.18            | 60.7                             | 26.64                               | 12.16            | 59.1                             | 26.60                               | 12.51            |
| 6      | Ridala                                                                | 56.2                             | 23.22                               | 11.14            | 57.6                             | 26.99                               | 12.61            | 57.4                             | 26.77                               | 12.18            |
| 7      | Reigi                                                                 | 58.6                             | 22.50                               | 9.88             | 58.7                             | 25.96                               | 12.42            | 60.5                             | 26.62                               | 12.99            |
| 8      | Pürksi                                                                | 57.2                             | 21.19                               | 9.11             | 61.9                             | 25.44                               | 11.94            | 59.4                             | 25.68                               | 12.27            |
| 9      | Jämaja                                                                | 54.9                             | 21.41                               | 9.48             | 64.9                             | 25.46                               | 12.71            | 61.0                             | 25.73                               | 12.47            |
| 10     | Lihula mnt                                                            | 58.3                             | 22.56                               | 10.86            | 60.0                             | 26.03                               | 12.10            | 62.7                             | 25.80                               | 11.82            |
| 11     | Kärdla                                                                | 60.6                             | 22.58                               | 9.96             | 55.9                             | 25.38                               | 11.22            | 58.1                             | 26.46                               | 12.83            |
| 12     | Vormsi (Hullo)                                                        | 61.1                             | 22.23                               | 10.44            | 59.3                             | 25.30                               | 11.84            | 62.9                             | 26.53                               | 12.86            |
| 13     | Nõmmküla                                                              | 52.9                             | 22.25                               | 10.13            | 64.4                             | 25.44                               | 12.75            | 60.9                             | 25.66                               | 12.50            |
| 14     | Hämmelepa                                                             | 59.6                             | 21.28                               | 9.62             | 64.4                             | 24.36                               | 11.93            | 61.0                             | 25.34                               | 12.37            |
| 15     | Osmussaar, klibult                                                    | 57.4                             | 22.01                               | 9.51             | 54.8                             | 26.70                               | 12.40            | 59.4                             | 26.03                               | 12.20            |
| 16     | Sääre                                                                 | 57.4                             | 21.16                               | 9.26             | 62.9                             | 24.88                               | 12.58            | 64.0                             | 25.01                               | 12.14            |
| 17     | Varbla tee                                                            | 51.6                             | 23.32                               | 9.88             | 65.9                             | 27.34                               | 13.84            | 60.1                             | 25.92                               | 12.58            |
| 18     | Käina                                                                 | 62.0                             | 21.95                               | 9.60             | 54.8                             | 24.69                               | 11.61            | 60.7                             | 26.25                               | 12.64            |
| 19     | Tõlluste                                                              | 52.5                             | 21.84                               | 10.01            | 64.3                             | 25.57                               | 12.32            | 65.6                             | 25.33                               | 12.22            |
| 20     | Virtsu Laelatu                                                        | 50.8                             | 22.81                               | 10.20            | 61.1                             | 26.91                               | 13.32            | 59.6                             | 26.62                               | 13.28            |
| 21     | Osmussaar, rannalt                                                    | 58.3                             | 22.65                               | 10.52            | 60.8                             | 24.96                               | 12.15            | 62.4                             | 25.98                               | 12.13            |
| 22     | Salme                                                                 | 61.9                             | 20.65                               | 9.86             | 65.2                             | 24.28                               | 12.02            | 61.3                             | 25.01                               | 12.75            |
| 23     | Metsküla                                                              | 63.4                             | 22.63                               | 10.73            | 61.1                             | 25.36                               | 12.22            | 61.9                             | 26.66                               | 12.71            |
| 24     | Karujärve                                                             | 58.4                             | 21.36                               | 9.92             | 67.7                             | 24.73                               | 12.92            | 65.0                             | 24.99                               | 12.83            |
| 25     | Osmussaar, klibult orig                                               | 60.7                             | 21.89                               | 10.50            | 60.5                             | 23.47                               | 11.05            | 68.6                             | 25.38                               | 12.27            |
| 26     | Metsküla orig                                                         | 56.6                             | 22.09                               | 11.28            | 60.6                             | 23.36                               | 11.31            | 69.9                             | 26.08                               | 12.79            |
| 27     | Osmussaar, rannalt orig                                               | 64.2                             | 21.21                               | 10.81            | 64.4                             | 21.93                               | 10.82            | 70.8                             | 25.24                               | 12.36            |

### Kokkuvõte

Lääne- ja Loode-Eestist poollooduslikelt rohumaadelt kogutud punase ristiku populatsioonid olid arengurütmilt lähedased varajaste punase ristiku aretussortidega. Läbiuuritud materjali seas leidis Vormsi saarelt Hullo küla lähedalt kogutud populatsioon, mis alustas õitsemist viis päeva standardsordist 'Jõgeva 433' varem ja võib osutada kasulikuks seni tootmises olevaist veel varajasema punase ristiku sordi aretamisel.

Punase ristiku looduslike populatsioonide seemnesaagi võime oli aretussortidega võrreldes tagasihoidlikum, jäädes neist seemnesaagilt maha 20–50%. Katsetes olnud populatsioonide seas äratas tähelepanu Osmussaare keskel kulgevalt klibuselt seljandikult kogutud populatsioon kahe aasta keskmise seemnesaagiga 138.5 kg ha<sup>-1</sup>. Tagasihoidliku kuivainesaagi ja rohke õitsemisega ädalas on sellel materjalil perspektiivi leida kasutatav haljastuses (teedehitis, õitsvad pargiaasad, lillemurud jne).

Aastaid kasutamata seisnud endistelt kultuurrohumaadelt võib leida ka hilise punase ristiku vorme. Pärnumaalt Seljalt kogutud hilise punase ristiku populatsioon ületas kahe kasutusaasta keskmiselt seemnesaagilt standardsorti 8.8%-ga, mis viitab vajadusele selle materjaliga edasi töötada, selgitamaks tema taimede pikaalisust ning seemnesaagi võimet ja stabiilsust aastate lõikes.

Looduslikud punase ristiku populatsioonid jäävad kolmeniitelisel kasutamisel standardsordist 'Jõgeva 433' kuivainesaagilt ja seeduvalt kuivainesaagilt 16–44% ning toorproteiini saagilt 12–39% alla.

Looduslike punase ristikut populatsioonide kuivaine happe- ja neutraalkiusisaldus oli kõigil niiteagadel madal ja seeduvus, söönus, relatiivne söödaväärtus kõrged. Nende kõigi kolme niite saagis oli lehtede osatähtsus standardsordist suurem. Võrreldes sordiga 'Jõgeva 433', ei olnud lehtede proteiinisalduses olulisi erinevusi, küll aga võis täheldada kõrgemat proteiinisaldust esimese niite saagis leiduvates taimevartes. Saagi lehesuse ja ülejäänutest suurema proteiinisaldusega nii lehtedes kui vartes paistis silma Varbla tee äärest kogutud populatsioon.

Vahepaljundus viljakamal mullal parandab loodusliku populatsiooni saagivõimet ja saagi kvaliteedi omadusi.

Katsetulemuste põhjal võib kokkuvõtvalt väita, et looduslike punase ristiku populatsioonide seas on aretata hüpakkuvaid vorme, kuid nende kasutamine söodatootmiseks mõeldud sortide aretamisel on lamedumisele kalduvate taimevarte ja tagasihoidliku saagivõime tõttu keerukas.

## Kirjandus

- Boller, B., Tanner, P., Günter, S., Schubiger, F. X. 2003. Description and evaluation of a collection of former Swiss red clover landraces. – Czech Journal Genetic and Plant Breeding, Volume 39, p. 31–37.
- Cope W. A., Taylor N. L. 1985. Breeding and genetics. – Clover science and technology. (Editor N. L. Taylor) Madison, Wisconsin, p. 383–404.
- Funtova V. G. 1999. Grassland ecosystems as source of perspective fodder crop populations for breeding. – New Approaches and Techniques in Breeding Sustainable Fodder Crops and Amenity Grasses. Proceedings of 22nd EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. October 17–21. St. Petersburg, 2000, p. 81–82.
- Hermann D., Boller B., Widmer F., Kölliker R. 2005. Optimization of bulked AFLP analysis and its application for exploring diversity of natural and cultivated populations of red clover. – Genome, Volume 48(3), p. 274–286.
- Hermann, D. 2006. Characterisation of genetic diversity and molecular dissection of seed yield and persistence in Swiss mattenclee (*Trifolium pratense* L.). Dissertation. Zürich, 130 p.
- Хорошайлов Н. Г. Местные сорта красного клевера. Москва, Ленинград, 280 с.
- Клобукова-Алисова Е. Н. 1950. Виды диких клеверов Башкирской АССР. Уфа, 51 с.
- Kotkas, H. 1956. Põldheinade kasvatatavad mitmeaastased heintaimed. – Põldheinakasvatuse (koostaja R. Toomre). Tallinn, lk 17–80.
- Лисицын П. И. 1947. Вопросы биологии красного клевера. Москва, 344 с.
- Mrfat-Vukelić S., Tomić Z., Lazarević D., Pudlo V. 2003. Grasslands of Serbia as natural genetic resources of forage leguminous plants. – Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. Proceedings 25<sup>th</sup> EUCARPIA fodder crops and amenity grasses section meeting. Volume 39, p. 221–223.
- Nedelnik, J., Hauptvogel P., Drobna J., Vymyslicky T., Pelikan J., Hofbauer J. 2003. Potential use of genetic resources fodder crops from Czech and Slovak regions. – Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. Proceedings 25<sup>th</sup> EUCARPIA fodder crops and amenity grasses section meeting. Volume 39, p. 224–227.
- Новосёлова А. С., Константинова А. М., Кулешов Г. Ф., Смурыгин М. А., Ежанова О. Ф., Михайличенко Б. П. 1978. Селекция и семеноводство многолетних трав. Москва, 303 с.
- Попов В. М. 1950. Староместные клевера. – Клевер красный (ответственный редактор Елсуков М. П.). Москва, с. 311–317.
- Semerikov V. L., Belyaev A. Y., Lascoux M. 2002. The origin Russian cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.) and their genetic relationships to wild populations in the Urals. – Theoretical and Applied Genetics, Volume 106(1), p. 127–132.
- Сергеев П. А., Шаин С.С., Константинова А. М., Герасимова А. И., Миняева О. М., Федосеев Б. В. 1958. Нультура красного клевера. Москва, 542 с.
- Taylor N. L. 1985. Clovers around the world. – Clover science and technology. (Editor N. L. Taylor) Madison, Wisconsin, p 1–6.

## Breeding value of the West- and North-West Estonian natural populations of red clover (*Trifolium pratense* L.)

Ants Bender

Jõgeva Plant Breeding Institute

The development of red clover populations gathered from semi-natural grasslands of West- and North-West Estonia was similar to that of early red clover cultivars. Among the studied material there was a population collected from the vicinity of Hullo village on the island of Vormsi, which started flowering 5 days earlier than the standard variety 'Jõgeva 433' and that could be useful for breeding even an earlier red clover variety than those currently in production.

The seed-yielding ability of natural red clover populations was inferior to that of cultivars with the seed yields being 20–50% lower. Among the populations included in the trials, the population collected from the shingly central part of Osmussaare attracted attention due to its two-year average seed yield of 138.5 kg ha<sup>-1</sup>. This material with modest dry matter yield and abundant flowering could be used in landscape gardening (road building, flowering park meadows, flower lawns).

From cultivated grasslands that have remained unused for years also late red clover can be found. The late red clover population gathered from Selja in Pärnumaa exceeded in the average seed yield of two harvest years the standard variety by 8.8%, which indicates the necessity to investigate the material further in order to find out the longevity of its plants as well as the seed-yielding ability and stability through years.

In a three-cut regime the natural red clover populations have 16–44% lower dry matter yields and digestible dry matter yields and 12–39% lower crude protein yields than these of the standard variety 'Jõgeva 433'.

The acid and neutral detergent fibre content in the dry matter of natural red clover populations was low at all cutting times; the digestibility, palatability and relative feeding value were high. In the yields of all three cuts the proportion of leaves was bigger than that of standard variety. Compared with the cultivar 'Jõgeva 433', there were no significant differences in the protein content of leaves, however, the stalks of the first cut contained more protein. The population collected from along the Varbla road had more leaves and higher protein content both in leaves and stalks than the rest of populations.

The single propagation of seeds on a more fertile soil improves the yielding ability of natural population and the quality indices of the yield.

Based on the trial results it can be concluded that among the natural red clover populations there are forms that can be of interest to breeders, but the use of them in breeding programmes for fodder production can be difficult due to their tendency to lodge easily and due to their modest yielding ability.

# KÖÖGIVILJADE JA NENDEST VALMISTATUD TOORMAHLADE NITRAADI- JA NITRITISISALDUS NING TARBIJA SAADAVAD KOGUSED

Terje Elias<sup>1\*</sup>, Andres Elias<sup>1</sup>, Alida Kiis<sup>1</sup>, Mari Reinik<sup>2</sup>, Tõnu Püssa<sup>1</sup>, Kadri Meremäe<sup>1</sup>, Mati Roasto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu,

\*e-mail: [terje.elias@emu.ee](mailto:terje.elias@emu.ee)

<sup>2</sup> 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. Analyses 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<sup>-1</sup>, 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 kasvamise 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 lehtköögiviljadele 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 kehamassi kohta (kg) ja nitraadidoos 0–5.0 mg kg<sup>-1</sup> kg (FAO/WHO, 1962). Järgnevatel aastatel on nitraadi- ja nitritidoose pidevalt vähendatud ning täna on nitriti- 0–0.06 mg kg<sup>-1</sup> kg ja nitraadidoos 0–3.7 mg kg<sup>-1</sup> kg (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<sup>-1</sup>: seller, salat, spinat, söögipeet, redis, rukola;
- kõrge nitraadisisaldusega taimed 1,000–2,500 mg kg<sup>-1</sup>: hiina kapsas, till, nuikapsas, petersell, porrulauk;

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

Algselt sisaldab köögivilja väga vähe nitriteid, alla 5 mg kg<sup>-1</sup> 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 teadasaamiseks 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 spinatide 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.** Kümnnendlahjendused 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 5<sup>th</sup> 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 korrigeeriti, st võeti arvesse nitraatide sisalduse langust koorimisel, pesemisel ja keetmisel.

**Köögiviljatoormahladest tarbijate saadavate nitraatide ja nitritite päevaste koguste hindamine.** Köögiviljatoormahladest täiskasvanud tarbijate saadavad 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 soovitatavad 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 kehitud piirnormide ületamist talvel kasvatatud kurgis, kevadises rohelises sibulas, kapsas, kaalikas ja punapeedis. Lehtköögiviljad sisaldasid keskmiselt nitraate alates 565 mg kg<sup>-1</sup> selleris, kuni kõrgeima sisalduseni tillis 2,936 mg kg<sup>-1</sup>. Juurköögiviljade nitraadisaldus jäi vahemikku: 148 mg kg<sup>-1</sup> porgandis kuni 1,446 mg kg<sup>-1</sup> punapeedis. Madalaim nitraadisaldus oli viliköögiviljades: tomatites 41 mg kg<sup>-1</sup> kuni kõrvitsates 174 mg kg<sup>-1</sup> (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/<br>Vegetable commodity    | Proovide arv/No.<br>of samples | Min NO <sub>3</sub> sisaldus/Min<br>NO <sub>3</sub> content,<br>mg kg <sup>-1</sup> | Maks NO <sub>3</sub> sisaldus/Max<br>NO <sub>3</sub> content, mg kg <sup>-1</sup> | Kesk NO <sub>3</sub> sisaldus/Average<br>NO <sub>3</sub> content,<br>mg kg <sup>-1</sup> |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kartul/ <i>Potato</i>                | 449                            | < 30                                                                                | 360                                                                               | 94                                                                                       |
| Porgand/ <i>Carrot</i>               | 202                            | < 30                                                                                | 525                                                                               | 148                                                                                      |
| Kapsas/ <i>Cabbage</i>               | 168                            | 74                                                                                  | 1,138                                                                             | 437                                                                                      |
| Punapeet/ <i>Beetroot</i>            | 130                            | 214                                                                                 | 3,556                                                                             | 1,446                                                                                    |
| Kurk/ <i>Cucumber</i>                | 130                            | < 30                                                                                | 1,236                                                                             | 160                                                                                      |
| Kaalikas/ <i>Turnip</i>              | 58                             | 64                                                                                  | 1,062                                                                             | 307                                                                                      |
| Hiina kapsas/ <i>Chinese cabbage</i> | 36                             | 232                                                                                 | 2,236                                                                             | 1,243                                                                                    |
| Tomat/ <i>Tomato</i>                 | 25                             | < 30                                                                                | 100                                                                               | 41                                                                                       |
| Mugulsibul/ <i>Onion</i>             | 21                             | 30                                                                                  | 92                                                                                | 55                                                                                       |
| Roheline sibul/ <i>Spring onion</i>  | 15                             | 160                                                                                 | 920                                                                               | 477                                                                                      |
| Salat/ <i>Lettuce</i>                | 14                             | 397                                                                                 | 3,230                                                                             | 2,167                                                                                    |
| Kõrvits/ <i>Pumpkin</i>              | 8                              | < 30                                                                                | 445                                                                               | 174                                                                                      |
| Redis/ <i>Radish</i>                 | 6                              | 670                                                                                 | 1,500                                                                             | 1,309                                                                                    |
| Till/ <i>Dill</i>                    | 5                              | 2,236                                                                               | 3,267                                                                             | 2,936                                                                                    |
| Rabarber/ <i>Rhubarb</i>             | 4                              | 55                                                                                  | 376                                                                               | 201                                                                                      |
| Seller/ <i>Celery</i>                | 4                              | 256                                                                                 | 830                                                                               | 565                                                                                      |
| Petersell/ <i>Parsley</i>            | 4                              | 674                                                                                 | 1,588                                                                             | 966                                                                                      |
| Maasikas/ <i>Strawberry</i>          | 3                              | < 30                                                                                | 111                                                                               | 55                                                                                       |
| Lillkapsas/ <i>Cauliflower</i>       | 3                              | 104                                                                                 | 404                                                                               | 287                                                                                      |
| Suvikõrvits/ <i>Zucchini</i>         | 2                              | 330                                                                                 | 511                                                                               | 421                                                                                      |
| Arbuus/ <i>Watermelon</i>            | 1                              | 95                                                                                  | 95                                                                                | 95                                                                                       |
| Spinat/ <i>Spinach</i>               | 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<sup>-1</sup> ja talvisele spinatile 3,000 mg kg<sup>-1</sup>; suvisel ajal koristatud värsketele salatitele 3,500 mg kg<sup>-1</sup> ja talvisele 4,500 mg kg<sup>-1</sup>; jääsalati tüüpi salatitele katte all kasvatatuna on nitraatide piirmäär 2,500 mg kg<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> ja 2,584 mg kg<sup>-1</sup> ning suvisel perioodil 2,720 mg kg<sup>-1</sup> ja 2,090 mg kg<sup>-1</sup> (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/<br>Vegetable commodity                                    | Koristus aeg/<br>Harvesting time | NO <sub>3</sub> sisaldus/NO <sub>3</sub> content<br>mg kg <sup>-1</sup> |               |                    |        | Proove kokku/ piir-<br>normi ületamisi/<br>Total No./No. of<br>samples exceeding<br>permitted levels |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      |                                  | Piirid/<br>Range                                                        | Kesk/<br>Mean | Mediaan/<br>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/<br>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/<br>Frozen spinach, imported           |                                  | 580–1,460                                                               | 1,287         | 1,390              | 2,000  | 5/0                                                                                                  |
| Jääsalati tüüpi salat, imporditud/<br>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

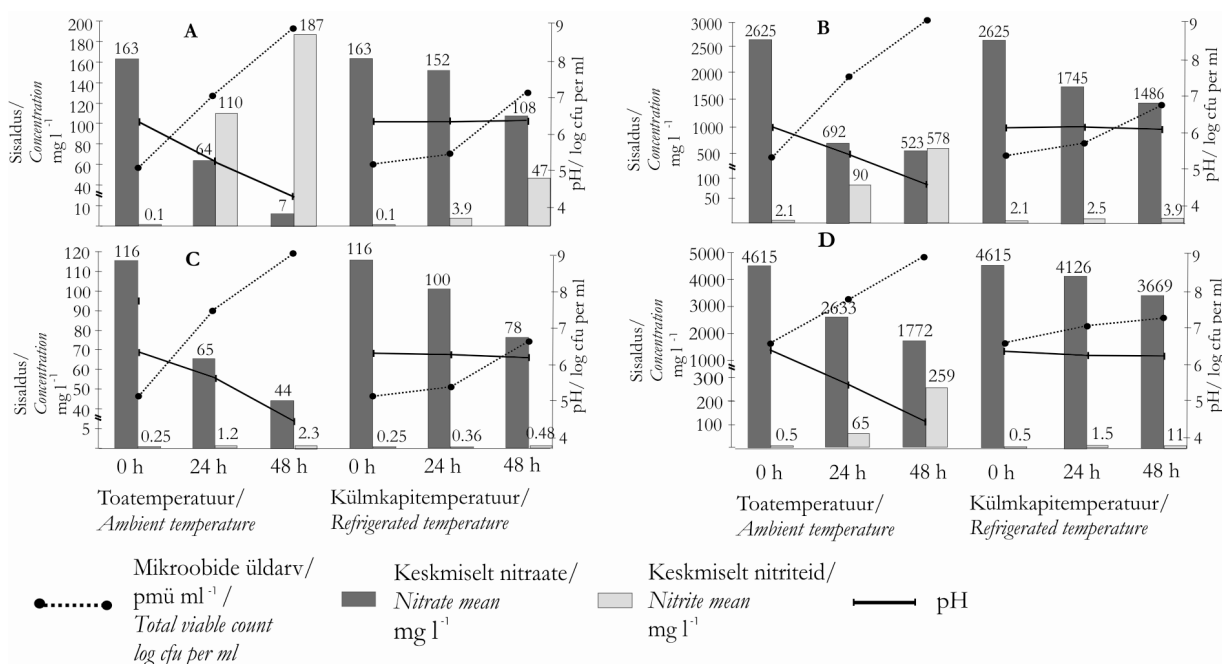
\*\* Koristatud 1. oktoober kuni 31. märts/Harvested between 1 October and 31 March

\*\*\* 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- ( $4-6^{\circ}\text{C}$ ) ja toatemperatuuril ( $20-22^{\circ}\text{C}$ ) 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 ( $2,625\text{ mg kg}^{-1}$ ) ning redisemahlas ( $4,615\text{ mg kg}^{-1}$ ).

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)  $163\text{ mg l}^{-1}$  kuni  $6.7\text{ mg l}^{-1}$ , punapeedimahlas (joonis 1B)  $2,625\text{ mg l}^{-1}$  kuni  $523\text{ mg l}^{-1}$  ja redisemahlas (joonis 1D)  $4,615\text{ mg l}^{-1}$  kuni  $1,772\text{ mg l}^{-1}$ . Samal ajal tõusis nitritite sisaldus vastavalt  $0.1-187\text{ mg l}^{-1}$ ,  $2.1-578\text{ mg l}^{-1}$  ja  $0.5-259\text{ mg l}^{-1}$ . Külmkapitemperatuuril säilitamisel toimusid nitraatide ja nitritite muutused väiksemas ulatuses, võrreldes toatemperatuuriga. Kõige rohkem tõusis nitritite sisaldus 48 tundi külmkapitemperatuuril säilitatud porgandimahlas, kuni  $47\text{ mg l}^{-1}$  (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 kapsamahas 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  $540\text{ mg kg}^{-1}$  ja spinatimahlas  $900-1,000\text{ mg kg}^{-1}$ , nitraatide sisaldus langes vastavalt  $3,800-2,800$  ja  $1,500-350\text{ mg kg}^{-1}$ . 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 mikroobisel 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  $\text{H}^+$  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 selgitatav mikrobioloogilise elutegevuse tagajärjel toimuva nitraatioonide taandumisega nitritioonideks. Negatiivne korrelatsioon nitraatioonide sisalduse ja mikroobide üldarvu vahel leiti toormahlade 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- ( $20\text{--}22^\circ\text{C}$ ) ja külmkapitemperatuuri ( $4\text{--}6^\circ\text{C}$ ) säilitamise mõju mikrobioloogilistele näitajatele

**Table 3.** Effect of ambient ( $20\text{--}22^\circ\text{C}$ ) and refrigerated ( $4\text{--}6^\circ\text{C}$ ) storage conditions to microbial counts of the home-made juices raw vegetables juices

| Mahla liik/<br>Type of juice | Säilitusaeg/<br>Storage time | Mikroobide üldarv/<br>Total microbial count log cfu/ml* |                             | Coli-laadsed/<br>Coliforms log cfu/ml* |                             | Pärm- ja hallitusseened/<br>Moulds and Yeast log cfu/ml* |                             |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                              |                              | $20\text{--}22^\circ\text{C}$                           | $4\text{--}6^\circ\text{C}$ | $20\text{--}22^\circ\text{C}$          | $4\text{--}6^\circ\text{C}$ | $20\text{--}22^\circ\text{C}$                            | $4\text{--}6^\circ\text{C}$ |
| Porgand/Carrot               | 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/Cabbage               | 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/<br>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/Radish                 | 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 arvutuslik 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 tootegruppi 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<sup>-1</sup>.

**Lapsed vanuses 1 kuni 6 aastat.** Lastest saadavate nitraadikoguste arvutamisel võeti aluseks Tartu suuremate lasteasade 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).

**Köögiviljatoormahlade 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<sup>-1</sup> (algase) kuni 64 mg l<sup>-1</sup> ja nitritite sisal-

dus tõusis 0.1 mg l<sup>-1</sup> (algase) kuni 110 mg l<sup>-1</sup>. 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/<br>Type of juice                                                                                    | NO <sub>3</sub> sisal-<br>dus/NO <sub>3</sub><br>content mg l <sup>-1</sup> | NO <sub>2</sub> sisaldus/<br>NO <sub>2</sub><br>content mg l <sup>-1</sup> | Keskmine soovitatav mahla<br>kogus päevas/<br>Recommended mean intake<br>of juice per day, ml* | Arvutuslik NO <sub>3</sub><br>kogus mg päevas/<br>Expected NO <sub>3</sub><br>intake mg day <sup>-1</sup> | % of ADI | Arvutuslik NO <sub>2</sub><br>kogus mg päevas/<br>Expected NO <sub>2</sub><br>intake mg day <sup>-1</sup> | % of<br>ADI |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Värske toormahl/ Raw juices before storage                                                                      |                                                                             |                                                                            |                                                                                                |                                                                                                           |          |                                                                                                           |             |
| Porgand/<br>Carrot                                                                                              | 163                                                                         | 0.1                                                                        | 300                                                                                            | 49.0                                                                                                      | 20.4     | 0.03                                                                                                      | 0.8         |
| Kapsas/<br>Cabbage                                                                                              | 116                                                                         | 0.23                                                                       | 200                                                                                            | 23.0                                                                                                      | 9.7      | 0.05                                                                                                      | 1.2         |
| Punapeet/<br>Red beetroot                                                                                       | 2,625                                                                       | 2.1                                                                        | 150                                                                                            | 394.0                                                                                                     | 164.0    | 0.32                                                                                                      | 8           |
| Redis/<br>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/<br>Carrot                                                                                              | 152                                                                         | 3.9                                                                        | 300                                                                                            | 45.6                                                                                                      | 19.0     | 1.17                                                                                                      | 30          |
| Kapsas/<br>Cabbage                                                                                              | 100                                                                         | 0.4                                                                        | 200                                                                                            | 20.0                                                                                                      | 8.3      | 0.08                                                                                                      | 2.1         |
| Punapeet/<br>Red beetroot                                                                                       | 1,745                                                                       | 2.5                                                                        | 150                                                                                            | 262.0                                                                                                     | 109.0    | 0.38                                                                                                      | 9.6         |
| Redis/<br>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/<br>Carrot                                                                                              | 64                                                                          | 110.0                                                                      | 300                                                                                            | 19.0                                                                                                      | 8.0      | 33.0                                                                                                      | 846         |
| Kapsas/<br>Cabbage                                                                                              | 65                                                                          | 1.2                                                                        | 200                                                                                            | 13.0                                                                                                      | 5.4      | 0.24                                                                                                      | 6.2         |
| Punapeet/<br>Red beetroot                                                                                       | 692                                                                         | 90.0                                                                       | 150                                                                                            | 103.8                                                                                                     | 43.3     | 13.4                                                                                                      | 346         |
| Redis/<br>Radish                                                                                                | 2,633                                                                       | 65.1                                                                       | 100                                                                                            | 263.0                                                                                                     | 109.7    | 6.5                                                                                                       | 167         |

\* arvutatud 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> ja nitritite sisaldus tõusis 2.1 kuni 578 mg kg<sup>-1</sup>. 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 toorporgandimahla. Mahlade valmistamiseks tuleb kasutada võimalikult madala algse nitraadisaldusega köögivilju. Neljast erinevast toormahlaliigist toimusid nitraadi- ja nitritisalduse 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 värskelt valmisalt, 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](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](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., Spiegelhalter, B., Walker, R. and Winshnok, J. 1994. Nitrate, nitrite and N-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. veebruaril 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<sup>1\*</sup>, Andres Elias<sup>1</sup>, Alida Kiis<sup>1</sup>, Mari Reinik<sup>2</sup>,  
Tõnu Püssa<sup>1</sup>, Kadrin Meremäe<sup>1</sup>, Mati Roasto<sup>1</sup>

### **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 for 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.

# ÜLEVAADE PROBIOOTIKUMIDE ANTAGONISTLIKUST AKTIIVSUSEST *CAMPYLOBACTER JEJUNI* TÜVEDELE *IN VITRO*

Kadrin Meremäe<sup>a\*</sup>, Priit Elias<sup>b</sup>, Mati Roasto<sup>a</sup>, Terje Elias<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni osakond, Kreutzwaldi 58A, 51014 Tartu, Eesti

<sup>b</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond, Kreutzwaldi 58, 51014 Tartu, Eesti

\*tel +372 731 3431; fax +372 731 3432; e-mail kadrin.meremae@emu.ee

**ABSTRACT.** This review article summarises Kadrin Meremäe's PhD thesis part II: The co-effect of pro- and prebiotics to the *Campylobacter* spp. strains in vitro. The aim of this study was to investigate the antagonistic activity of selected lactobacilli and bifidobacteria combined with and without inulin and oligofructose to the *C. jejuni* strains of human origin in vitro. Interactions between probiotic bacteria and *C. jejuni* strains were determined using co-culture experiments. Lactic and acetic acid produced by probiotics in growth media were analyzed by HPLC. Our findings showed that the antagonistic activity of probiotic bacteria against campylobacters depended on the probiotic strain and on the presence of prebiotic ingredient in growth media. *L. acidophilus* ATCC 4356 combined with 1% inulin or 1% oligofructose and *B. bifidum* Bb12 as well as *B. longum* B46 with 1% oligofructose totally inhibited the growth of all the tested *C. jejuni* strains below detection limit (< 1 CFU/ml). The antagonistic activity of selected probiotic bacteria against *C. jejuni* was mostly related to the decrease of pH via the production of lactic and acetic acids in growth media.

**Keywords:** probiotics, prebiotics, antagonistic activity, *C. jejuni*.

## Sissejuhatus

*Campylobacter jejuni* klassikalise toidupatogeenina on üks sagedasemaid akuutse gastroenteriidi tekitajaid inimestel (Hänninen, Rautelin, 2000; Blaser, Skirrow, 2000; EFSA, 2006). Teadaolevalt esineb igal aastal Euroopa Liidus keskmiselt 180,000 termofiilsete kampülobakterite põhjustatud haigusjuhtumit (EFSA, 2009). *C. jejuni* esile kutsutud kampülobakterenteriiti haigestumise peamine põhjus on ebapiisavalt kuumtöödeldud või pärast kuumtöötlust kampülobakteritega saastunud broileriliha tarbimine (Wingstrand *et al.*, 2006). Üldjuhul on kampülobakterenteriit iselimeeruv haigus, kuid esineda võib ka reinfektsioone ja tüsistusi. Terve inimese tasakaalus soolestiku mikrofloora inhibeerib sinna sattunud patogeensete bakterite elutegevust, kuid muutused seedetrakti bakterkooslustes võivad inimese vastuvõtlikkust infektsioonidele suurendada (Patterson, Burkholder, 2003). Seepärast on soovitatud gastroenteriitide profülaktikas ja järelravis kasutada probiootilisi baktereid, mis suurendavad inimese vastupanuvõimet infektsioonidele ja pärsivad soolepatogeenide kasvu,

aidates säilitada või taastada organismi normaalse soolestiku mikrofloora (Collins, Gibson, 1999; Sanders, 2000). Kõige enam on probiootikumidena tuntud *Lactobacillus*'e ja *Bifidobacterium*'i liigid, mis on algselt isoleeritud terve inimese soolestiku mikrofloorast ning omavad elusate mittepatogeensete bakterikultuuridena peremeesorganismi tervist tugevdavat toimet (Rowland, 1999).

Probiootikumide üks funktsionaalne omadus on nende antimikroobne toime patogeensetele bakteritele. Mitmed uuringud kinnitavad probiootiliste bakterite antagonistlikku mõju mitmesuguste patogeensete, näiteks *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria* spp. ja *Campylobacter* spp. ning *Escherichia coli* suhtes (Yusof *et al.*, 2000; Annuk *et al.*, 2003; Fernández *et al.*, 2003; Hütt *et al.*, 2006). Probiootikumide antagonistlikud omadused ebasoovitavate bakterite elutegevuse inhibeerimiseks on seotud nende võimega produtsendada kasvukeskkonda erinevaid antimikroobseid ühendeid, näiteks orgaanilisi happeid, vesinikperoksiidi, bakteriotsiine, jt (Fooks, Gibson, 2003; Meremäe *et al.*, 2010). Kasutatavad probiootikumid peavad olema inimpäritolu, kuna antagonistlike omaduste poolest tuntud bakterite liigid avaldavad toimet vaid kohanenud liigimases kasvukeskkonnas (Chaveerach *et al.*, 2004; Draksler *et al.*, 2004; Kizerwetter-Świda, Binek, 2005). Lisaks eeltöödeldud probiootikumide antagonistlik aktiivsus veel mitmetest teguritest: valitud liigist ja tüvest, fermentatsioonitüübist, kasvukeskkonna tingimustest, probiootikumi olemasolust, jne (Hütt *et al.*, 2006; Meremäe *et al.*, 2010).

Üks võimalus probiootikumide elutegevuse soodustamiseks, säilivusvõime tagamiseks ja antimikroobsete ainete intensiivsemaks produtserimiseks kasvukeskkonda on kasutada probiootikume koos probiootikumidega, kusjuures nende koostoimel on võimalik inhibeerida toidupatogeenide elutegevust suuremal määral (Bosscher *et al.*, 2006; Juhkam *et al.*, 2007). Probiootikumid on probiootiliste bakterite fermenteeritavad toitained, mis jõuavad peremeesorganismi jämesoolde seedimatu kujul (Roberfroid, 2000). Probiootilisi omadusi on leitud näiteks frukto-, glüko-, ksülo-, isomalto- ja galakto-oligosahhariididel. Frukto-oligosahhariididest on tuntumad inuliin ja oligofruktoos, mis stimuleerivad probiootikumide elutegevust erinevates kasvukeskkondades, sh inimese soolestiku mikroflooras (Conway 2001; Corcoran *et al.*, 2004). Probiootikumide antagonistlikku aktiivsust koostoimes probiootikumidega on uuritud vähestes teadaolevates teadustöodes (Fooks,

Gibson, 2002; Fooks, Gibson, 2003; Klewicki, Klewicki, 2004; Meremäe *et al.*, 2010).

Käesolevas artiklis antakse ülevaade doktoriväitekirja (Meremäe, 2010) II osast, mis hõlmab valitud probiootiliste bakteritüvede antagonistliku mõju uurimist *C. jejuni* tüvedele, nii prebiootikumideta kui ka kombinatsioonis 1% oligofruktoosi või 1% inuliiniga *in vitro* (Meremäe *et al.*, 2010).

## Materjal ja meetodika

Probiootikumid. Uuringuks valiti järgmised probiootikumid: *L. acidophilus* ATCC 4356, *L. fermentum* ATCC 14931, *B. bifidum* Bb12, *B. longum* B46, mis pärinesid Tartu Ülikooli kollektsioonist. Probiootiliste bakterikultuuride saamiseks tehti külvid MRS (de Man, Rogosa, Sharp) agarsöötmele, mida inkubeeriti 24 tundi temperatuuril 37°C. Probiootikume inkubeeriti anaeroobsetes tingimustes, välja arvatud *L. acidophilus* ATCC 4356, mida inkubeeriti mikroaeroobses keskkonnas. Seejärel viidi 1 µl (aasatäis) baktermassi MRS puljongisse, mida inkubeeriti temperatuuril 37°C 24 tundi, et saada bakterite arvukus keskmiselt 10<sup>8</sup> bakterit/ml (Meremäe *et al.*, 2010).

Prebiootikumid. Planeeritud katseseeriade kohaselt kasutati prebiootikumidena 1% oligofruktoosi (RAFTILOSE®P95) või 1% inuliini (RAFTILINE®HP).

*C. jejuni* tüved. *C. jejuni* isolaatidest valiti uuringuks järgmised humaan tüved: *C. jejuni* C135, *C. jejuni* C1055 ja *C. jejuni* ATCC 33291. Katseseeriates kasutatavad tüved külvasi selektiivagarile (mCCDA), mida inkubeeriti mikroaeroobsetes tingimustes 48 tundi temperatuuril 42°C. Seejärel viidi 1 µl (aasatäis) baktermassi Mueller Hinton (MH) puljongisse, mida inkubeeriti 42°C juures 24 tundi, et saada bakterite arv keskmiselt 10<sup>8</sup> bakterit/ml (Meremäe *et al.*, 2010).

Segatud bakterikultuuride katsed. Valitud probiootiliste bakterite ja *C. jejuni* tüvede vaheliste interaktsioonide uuringuteks kasutati segatud bakterikultuuride katseid (Chaveerach *et al.*, 2004; Meremäe *et al.*, 2010). Selleks viidi koos 100 µl eelnevalt väljakasvatatud probiootilist bakterikultuuri ja *C. jejuni* bakterikultuuri MH puljongisse (keskmiselt 10<sup>6</sup> bakterit/ml), mida in-

kubeeriti mikroaeroobses keskkonnas 48 tundi temperatuuril 37°C. Planeeritud katseseeriade kohaselt lisati MH puljongisse ka kas 1% oligofruktoosi või 1% inuliini. Paralleelselt ja samades tingimustes tehti kontrollproovid, mis sisaldasid vaid ühte probiootilist bakterikultuuri või *C. jejuni* tüve. Probiootiliste bakterite ja *C. jejuni* arvu selektiivseks loendamiseks nii kontrollproovides kui ka segatud bakterikultuuridega MH puljongites tehti probiootikumide külvid MRS agarile, mida inkubeeriti temperatuuril 37°C, ning *C. jejuni* külvid mCCDA agarile, mida inkubeeriti temperatuuril 42°C. MH puljongitest mõõdeti pH-d ning tehti väljakülvid katse alguses, 24. ja 48. katsetunnil. Probiootikume inkubeeriti anaeroobsetes tingimustes, välja arvatud *L. acidophilus* ATCC 4356, mida sarnaselt *C. jejuni* tüvedega inkubeeriti mikroaeroobses keskkonnas. Kasvukeskkonda probiootikumide produtseeritud piim- ja äädikhape sisalduste määramine toimus kõrgefektiivse vedelik-kromatograafia (HPLC) abil 24. ja 48. katsetunnil (Akalin *et al.*, 2004; Meremäe *et al.*, 2010). Saadud andmete analüüsil kasutati Student's *t*-testi.

## Tulemused

Valitud probiootikumide antagonistliku mõju uuringud *C. jejuni* tüvedele *in vitro* hõlmasid katseseeriaid nii 1% oligofruktoosiga, 1% inuliiniga kui ka ilma prebiootikumideta (tabelid 1, 2, 3, 4). Tugev antagonistlik toime kampülobakteritele ilmnes saadud tulemuste järgi (Meremäe *et al.*, 2010) eelkõige *L. acidophilus*'e ATCC 4356 koostoimes 1% oligofruktoosi ja 1% inuliiniga (tabel 1). Võrreldes kontrollproovidega, kus kampülobakterite arvukus suurenes pärast 48-tunnist inkubatsiooni keskmiselt 1 log ühiku võrra, väljendus *L. acidophilus*'e ATCC 4356 tugev antagonism *C. jejuni* tüvede suhtes selliselt, et nende algarv kohe pärast külvi, mis oli 5.87–6.13 log pmü/ml, vähenes 48-tunnise inkubatsiooni ajal alla määramispiiri (< 1 pmü/ml). Tulemused näitasid, et probiootikumide antagonistlikku aktiivsust *C. jejuni* tüvede suhtes MH puljongisöötmes ilma prebiootikumita ei ilmnenud (*P* > 0.05), samas kui kõikides uuritud proovides *L. acidophilus*'e ATCC 4356 arv suurenes keskmiselt 1 log ühiku võrra.

**Tabel 1.** *L. acidophilus* ATCC 4356 antagonistlik aktiivsus *C. jejuni* tüvede suhtes

**Table 1.** Antagonistic activity of *L. acidophilus* ATCC 4356 against *C. jejuni* strains (Meremäe, 2010; Meremäe *et al.*, 2010)

| Puljong/Broth                           | Aeg (tundides)/<br>Time (h) | ATCC 4356 arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml<br>of ATCC 4356 | <i>C. jejuni</i> tüvede arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml of <i>C. jejuni</i> strains |      |       |
|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
|                                         |                             |                                                                  | ATCC<br>33291                                                                              | C135 | C1055 |
| MH + 1% oligofruktoos/<br>oligofructose | 0                           | 6.03                                                             | 5.87                                                                                       | 6.07 | 6.03  |
|                                         | 24                          | 6.78                                                             | 1.53                                                                                       | 1.20 | 2.87  |
|                                         | 48                          | 7.31                                                             | UD                                                                                         | UD   | UD    |
| MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>          | 0                           | 6.01                                                             | 6.04                                                                                       | 6.13 | 6.00  |
|                                         | 24                          | 6.69                                                             | 4.87                                                                                       | 3.14 | 3.33  |
|                                         | 48                          | 7.23                                                             | UD                                                                                         | UD   | UD    |
| MH                                      | 0                           | 6.03                                                             | 6.02                                                                                       | 6.05 | 5.99  |
|                                         | 24                          | 6.53                                                             | 6.73                                                                                       | 6.17 | 6.63  |
|                                         | 48                          | 6.87                                                             | 6.90                                                                                       | 6.89 | 7.20  |

UD – alla määramispiiri (< 1 pmü/ml)

UD – under detection limit (< 1 CFU/ml)

Erinevalt teistest probiootikumidest (tabel 1, 3, 4), *L. fermentum* ATCC 14931 ei olnud ( $P > 0.05$ ) meie *in vitro* eksperimendis (Meremäe *et al.*, 2010) testitud *C. jejuni* tüvede suhtes piisaval määral antagonistlikku aktiivsust (tabel 2). Võrreldes kontrollproovidega esines kasvukeskkonnas *L. fermentum* ATCC 14931 ja kampülobakterite koosinkubeerimisel mõningane *C. jejuni* arvu vähenemine vaid 1% oligofruktoosi olemasolul, mil kampülobakterite arv vähenes 1-2 log ühi-

ku võrra jäädes vahemikku 4.00–5.00 log pmü/ml. Ülejäänud proovides, välja arvatud *C. jejuni* ATCC 33291 puhul, toimus kampülobakterite arvu mõningane suurenemine 48 tunni jooksul. Nii kontrollproovides kui ka koosinkubeerimisel kampülobakteritega oli *L. fermentum* ATCC 14931 arv pärast 48-tunnist inkubatsiooni MH puljongis 6.35 log pmü/ml, 1% inuliini olemasolul 6.51 log pmü/ml ja 1% oligofruktoosi olemasolul 6.88 log pmü/ml.

**Tabel 2.** *L. fermentum* ATCC 14931 antagonistlik aktiivsus *C. jejuni* tüvede suhtes

**Table 2.** Antagonistic activity of *L. fermentum* ATCC 14931 against *C. jejuni* strains (Meremäe, 2010; Meremäe *et al.*, 2010)

| Puljong/Broth                           | Aeg (tundides)/<br>Time (h) | ATCC 14931 arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml<br>of ATCC 14931 | <i>C. jejuni</i> tüvede arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml of <i>C. jejuni</i> strains |      |       |
|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
|                                         |                             |                                                                    | ATCC 33291                                                                                 | C135 | C1055 |
| MH + 1% oligofruktoos/<br>oligofructose | 0                           | 6.01                                                               | 6.09                                                                                       | 6.10 | 6.07  |
|                                         | 24                          | 6.38                                                               | 5.22                                                                                       | 4.53 | 4.70  |
|                                         | 48                          | 6.88                                                               | 5.00                                                                                       | 3.87 | 4.00  |
| MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>          | 0                           | 6.10                                                               | 6.02                                                                                       | 6.13 | 6.02  |
|                                         | 24                          | 6.40                                                               | 5.56                                                                                       | 6.03 | 6.23  |
|                                         | 48                          | 6.51                                                               | 5.07                                                                                       | 6.23 | 6.53  |
| MH                                      | 0                           | 6.09                                                               | 6.10                                                                                       | 6.08 | 6.01  |
|                                         | 24                          | 6.20                                                               | 7.10                                                                                       | 6.63 | 6.40  |
|                                         | 48                          | 6.35                                                               | 7.13                                                                                       | 7.57 | 6.67  |

UD – alla määramispiiri (< 1 pmü/ml)

UD – under detection limit (< 1 CFU/ml)

Bifidobakterite antagonistliku mõju uuringute tulemustes olulisi erinevusi bifidobakterite vahel ei täheldatud ( $P > 0.05$ ), mis viitab tüvespetsiifilisuse puudumisele. Tabelites 3 ja 4 selgub, et meie katseseeriates testitud bifidobakterite, *B. bifidum* Bb12 ja *B. longum* B46 tugevad antagonistlikud omadused väljendusid *C. jejuni* tüvede suhtes üksnes 1% oligofruktoosi olemasolul (Meremäe *et al.*, 2010). 1% oligofruktoosi lisand kasvu

keskkonnas, võrreldes kontrollproovidega, mõjutas oluliselt ( $P < 0.001$ ) *C. jejuni* arvu, mis jäi pärast 48-tunnist inkubatsiooni alla määramispiiri (< 1 pmü/ml). Ülejäänud proovides suurenes kampülobakterite arv 48 tunni jooksul 0.17–0.63 log ühiku võrra. *B. bifidum* Bb12 ja *B. longum* B46 arv suurenes samuti kõikides katseseeriates, jäädes pärast 48-tunnist kasvu 6.40–7.29 log pmü/ml piiresse.

**Tabel 3.** *B. bifidum* Bb12 antagonistlik aktiivsus *C. jejuni* tüvede suhtes

**Table 3.** Antagonistic activity of *B. bifidum* Bb12 against *C. jejuni* strains (Meremäe, 2010; Meremäe *et al.*, 2010)

| Puljong/Broth                           | Aeg (tundides)/<br>Time (h) | Bb12 arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml<br>of Bb12 | <i>C. jejuni</i> tüvede arvukus (log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml of <i>C. jejuni</i> strains |      |       |
|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
|                                         |                             |                                                        | ATCC 33291                                                                              | C135 | C1055 |
| MH + 1% oligofruktoos/<br>oligofructose | 0                           | 6.03                                                   | 6.03                                                                                    | 6.03 | 5.90  |
|                                         | 24                          | 6.78                                                   | 1.08                                                                                    | 1.20 | 0.97  |
|                                         | 48                          | 7.29                                                   | UD                                                                                      | UD   | UD    |
| MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>          | 0                           | 6.10                                                   | 6.12                                                                                    | 6.01 | 6.12  |
|                                         | 24                          | 6.40                                                   | 6.17                                                                                    | 6.30 | 6.48  |
|                                         | 48                          | 6.73                                                   | 6.43                                                                                    | 6.28 | 6.52  |
| MH                                      | 0                           | 6.08                                                   | 6.00                                                                                    | 6.10 | 5.90  |
|                                         | 24                          | 6.23                                                   | 6.17                                                                                    | 6.20 | 6.13  |
|                                         | 48                          | 6.40                                                   | 6.63                                                                                    | 6.40 | 6.27  |

UD – alla määramispiiri (< 1 pmü/ml)

UD – under detection limit (< 1 CFU/ml)

**Tabel 4.** *B. longum* B46 antagonistlik aktiivsus *C. jejuni* tüvede suhtes**Table 4.** Antagonistic activity of *B. longum* B46 against *C. jejuni* strains (Meremäe, 2010; Meremäe et al., 2010)

| Puljong/Broth                       | Aeg (tundides)/<br>Time (h) | B46 arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml<br>of B46 | <i>C. jejuni</i> tüvede arvukus<br>(log pmü/ml)/<br>Log CFU/ml of <i>C. jejuni</i> strains |      |       |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
|                                     |                             |                                                      | ATCC 33291                                                                                 | C135 | C1055 |
| MH + 1% oligofruktoos/oligofructose | 0                           | 6.09                                                 | 5.83                                                                                       | 5.90 | 6.03  |
|                                     | 24                          | 6.77                                                 | 1.63                                                                                       | 0.37 | 0.53  |
|                                     | 48                          | 7.33                                                 | UD                                                                                         | UD   | UD    |
| MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>      | 0                           | 6.10                                                 | 6.11                                                                                       | 6.03 | 6.13  |
|                                     | 24                          | 6.28                                                 | 6.34                                                                                       | 5.93 | 6.43  |
|                                     | 48                          | 6.58                                                 | 6.13                                                                                       | 5.30 | 6.17  |
| MH                                  | 0                           | 6.02                                                 | 6.05                                                                                       | 6.02 | 6.01  |
|                                     | 24                          | 6.23                                                 | 6.53                                                                                       | 6.20 | 6.23  |
|                                     | 48                          | 6.52                                                 | 6.77                                                                                       | 6.83 | 6.30  |

UD – alla määramispiiri (&lt; 1 pmü/ml)

UD – under detection limit (&lt; 1 CFU/ml)

Meie uuringud (Meremäe *et al.*, 2010) näitasid, et laktobatsillide ja bifidobakterite antagonistlikud omadused sõltusid metaboliitide produktsioonist, mistõttu oli suure tähtsusega peamiste metaboliitide määramine *in vitro* (tabel 5). Antagonistlike metaboliitide produktsioon sõltus probiootikumide arvust ja sobiva prebiootikumi olemasolust, mis omakorda mõjutas kasvukeskkonna pH näitajaid. Probiootiliste bakterite antagonistlik

aktiivsus *C. jejuni* suhtes ilmnes vaid siis, kui sobiva prebiootikumi olemasolul kasvukeskkonna pH väärtus vähenes alla 5.0, olles pärast 48-tunnist inkubatsiooni vahemikus 4.28–4.69. Sellisel juhul jäid probiootikumide produtseeritud piim- ja äädikhapete kontsentratsioonid vastavalt vahemikku 58.3–88.7 mmol/l ja 31.8–42.4 mmol/l (tabel 5).

**Tabel 5.** Probiootikumide produtseeritud piim- ja äädikhapete kontsentratsioonid ning pH väärtused MH puljongites**Table 5.** Concentrations of lactic and acetic acid by probiotic bacteria and the pH values in MH broths (Meremäe, 2010; Meremäe et al., 2010)

| Probiootikumid/<br>Probiotic bacteria |  | Puljongid/Broths                            | Piimhape/Lactic<br>acid (mmol/l) |      | Äädikhape/<br>Acetic acid<br>(mmol/l) |      | pH   |      |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------|------|------|------|
|                                       |  |                                             | 24 h                             | 48 h | 24 h                                  | 48 h | 24 h | 48 h |
| <i>L. acidophilus</i> ATCC 4356       |  | MH + 1% oligofruktoos/ <i>oligofructose</i> | 81.6                             | 88.6 | 31.8                                  | 42.4 | 4.29 | 4.28 |
|                                       |  | MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>              | 71.6                             | 81.5 | 37.2                                  | 41.6 | 4.61 | 4.69 |
|                                       |  | MH                                          | 45.5                             | 54.9 | 30.9                                  | 36.3 | 5.40 | 5.50 |
| <i>L. fermentum</i> ATCC 14931        |  | MH + 1% oligofruktoos/ <i>oligofructose</i> | 36.4                             | 52.1 | 28.0                                  | 33.0 | 5.09 | 5.03 |
|                                       |  | MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>              | 31.5                             | 38.6 | 26.0                                  | 26.7 | 5.82 | 5.41 |
|                                       |  | MH                                          | 30.5                             | 37.9 | 23.9                                  | 26.7 | 6.10 | 6.10 |
| <i>B. longum</i> Bb12                 |  | MH + 1% oligofruktoos/ <i>oligofructose</i> | 58.3                             | 73.6 | 33.6                                  | 36.3 | 4.63 | 4.57 |
|                                       |  | MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>              | 37.0                             | 38.8 | 26.7                                  | 28.7 | 5.63 | 5.68 |
|                                       |  | MH                                          | 38.6                             | 41.9 | 20.9                                  | 28.0 | 5.75 | 5.81 |
| <i>B. bifidum</i> B46                 |  | MH + 1% oligofruktoos/ <i>oligofructose</i> | 74.7                             | 88.7 | 33.4                                  | 34.4 | 4.58 | 4.52 |
|                                       |  | MH + 1% inuliin/ <i>inulin</i>              | 48.5                             | 50.7 | 30.4                                  | 34.4 | 5.72 | 5.64 |
|                                       |  | MH                                          | 42.7                             | 55.8 | 31.9                                  | 36.3 | 5.70 | 5.71 |

## Arutelu

Probiootikumide antagonistlik toime patogeenidele on üks nende olulisi funktsionaalseid omadusi, mis võimaldab pärssida ebasoovitavate bakterite elutegevust. Kuna probiootikumide antagonistlikud omadused sõltuvad mitmetest teguritest, on oluline läbi viia valitud probiootikumide antagonistliku mõju uuringud *C. jejuni* tüvedele, et hinnata nende antimikroobsust valitud patogeenide suhtes.

Meie uuringus (Meremäe, 2010; Meremäe *et al.*, 2010) keskenduti *L. acidophilus* ATCC 4356, *L. fer-*

*mentum* ATCC 14931, *B. bifidum* Bb12 ja *B. longum* B46 antagonistlike omaduste väljaselgitamisele inimpäritolu kontrolltüve *C. jejuni* ATCC 33291 ja Eesti pat-sientidelt kampülobakterenteriidi diagnoosimisel isoleeritud *C. jejuni* tüvedele C135 ja C1055. Varasemates samalaadsetes uuringutes on käsitletud näiteks *B. infantis*'e antagonistlikku aktiivsust *E. coli* 0157 ja *S. typhimurium* S-285 suhtes (Yusof *et al.*, 2000) ning terve inimese seedetrakti mikrofloorast isoleeritud kolme *Lactobacillus*'e liigi, kodeerituna B21060, B21070 ja B21190, uuringuid *E. coli* ja *S. enteritidis*'e suhtes (Drago *et al.*, 1997). Saadud uurimistulemused (Mere-

mäe *et al.*, 2010) näitasid, et testitud laktobatsillide ja bifidobakterite antimikroobne aktiivsus *in vitro* sõltus eelkõige probiootikumi liigist ja lisatavast prebiootikumist, mitte aga *C. jejuni* tüvest. Järelikult probiootikumide toime oli samalaadne ( $P > 0.05$ ) kõikidele testitud *C. jejuni* tüvedele. Seejuures *C. jejuni* oma elutegevusega probiootikumide elutegevust ja arvukust ei pärssinud (Drago *et al.*, 1997; Meremäe *et al.*, 2010) ning sarnaselt teiste patogeenidega ei ole ka *C. jejuni*, vastupidiselt probiootikumidele, võimeline kasutama probiootikume oma elutegevuseks (Rowe, Madden, 2000).

Probiootikumide antimikroobne mõju kampülobakteritele sõltus aga omakorda sobiva prebiootikumi olemasolust kasvukeskkonnas. Meie *in vitro* segatud bakterikultuuride katsetest (Meremäe *et al.*, 2010) selgus, et *L. acidophilus* ATCC 4356 kombinatsioonis 1% inuliini või 1% oligofruktoosiga ning *B. bifidum* Bb12 ja *B. longum* B46 kombinatsioonis 1% oligofruktoosiga inhibeerisid täielikult kõikide testitud *C. jejuni* tüvede elutegevuse. Samalaadselt leidsid Fooks ja Gibson (2002), et *B. bifidum* Bb12 kombinatsioonis oligofruktoosiga pärssis samuti täielikult *C. jejuni* kasvu. Vastupidiselt eeltoodule, ei omanud bifidobakterid kombinatsioonis inuliiniga ja *L. fermentum* ATCC 14931 koos inuliini või oligofruktoosiga meie uuringus antagonistlikku aktiivsust testitud kampülobakteritele. Seejuures ka Hütt *et al.* (2006), Yusof *et al.* (2000) ja Gibson, Wang (1994) on leidnud, et patogeensete bakterite elutegevuse inhibeerimine sõltub probiootilise bakteri liigist ja tüvest. Kooskõlas meie tulemustega leidsid Asahara *et al.* (2001), et *L. fermentum* ATCC 14931-l ei olnud antagonistlikku aktiivsust ka *E. coli* suhtes. Sarnaselt meie uuringuga leidsid ka Vernazza *et al.* (2006), et *B. longum* B46 ja *B. lactis* Bb12 ei kasutanud inuliini oma elutegevuseks sel määral kui oligofruktoosi.

Järelikult prebiootikumidest oligofruktoos ja inuliin stimuleerivad valikuliselt probiootikumide elutegevust. Meie uuringud näitasid, et sobiva prebiootikumi olemasolu kasvukeskkonnas suurendab olulisel määral probiootikumide arvukust, kuid probiootikumide mõju probiootikumidele sõltub kasutatavast prebiootikumist (Juhkam *et al.*, 2007; Meremäe *et al.*, 2010). Prebiootikumide efektiivsus probiootikumide elutegevuse stimuleerimisel ja säilivusvõime tõstmisel sõltub kasutatavast prebiootikumi kogusest (Juhkam *et al.*, 2007). Piisav mõju probiootikumidele on tagatud 1% prebiootikumi olemasolul. Sobivate pro- ja prebiootikumide kombinatsioonide olemasolul suureneb kasvukeskkonnas nii probiootikumide arv kui ka orgaaniliste hapete produktsioon (Burkholder, Patterson, 2003; Meremäe *et al.*, 2010).

Meie uuringus selgus, et probiootikumide produtseeritud orgaaniliste hapete kontsentratsioon MH puljongis sõltus lisatavast prebiootikumist (Meremäe *et al.*, 2010). Seetõttu antud *in vitro* eksperimendis oli probiootikumide toodetud orgaaniliste hapete sisaldus mõnevõrra ( $P < 0.05$ ) kõrgem nendes MH puljongites, mis sisaldasid 1% oligofruktoosi. Sarnaselt meie uuringuga on ka Burkholder, Patterson (2003) ja Fooks, Gibson (2002) leidnud, et sobivate pro- ja prebiootikumi kombinatsioonide olemasolul on laktobatsillide ja bifidobakterite

toodetud piim- ja äädikhapete kontsentratsioonid kõrgemad kui ilma prebiootikumi lisandita. Samas, meie teine uuring (Juhkam *et al.*, 2007) näitas, et oligofruktoosil oli oluliselt suurem mõju probiootikumide arvu suurenemisele, säilivusvõime paranemisele ja orgaaniliste hapete produktsioonile kui inuliinil. See tuleb nähtavasti sellest, et inuliin on polüsahhariid, mis koosneb pikema ahelaga oligomeeridest kui oligofruktoos. Seega saavad probiootikumid oligofruktoosi oligosahhariidina oma elutegevuseks kergemini lõhustada ja kasutada kui inuliini (Niness, 1999; Van der Meulen *et al.*, 2004).

Probiootikumide antagonistlik aktiivsus on seotud peamiselt antagonistlike metaboliitidega, näiteks piim- ja äädikhapetega, vesinikperoksiidiga, bakteriotsiinidega, jt (Fernández *et al.*, 2003). Annuk *et al.* (2003) leidsid, et bakteriotsiinidel on Gram-positiivsete bakterite suhtes spetsiifiline pidurdusaktiivsus, samas Gram-negatiivsed patogeendid, näiteks kampülobakterid, on tundlikud rohkem orgaaniliste hapete suhtes. Meie uuring (Meremäe *et al.*, 2010) näitas, et *C. jejuni* arvukuse vähenemine uuritud proovides sõltus nii kasvukeskkonda probiootikumide produtseeritud orgaaniliste hapete kontsentratsioonidest kui kasvukeskkonna pH-st. *C. jejuni* arvikus MH puljongites oli väiksem kui 1 pmü/ml siis, kui probiootikumide produtseeritud piimhappe kontsentratsioon ületas 58.3 mmol/l ja äädikhapesisaldus oli suurem kui 31.8 mmol/l. Sellisel juhul jäi kasvukeskkonna pH väärtus alla 5.0, olles pärast 48-tunnist inkubatsiooni vahemikus 4.28–4.69. Coconnier *et al.* (1997) leidsid, et laktobatsillide antimikroobne aktiivsus sõltus piimhappe produktsioonist. Fooks, Gibson (2003) ja Draksler *et al.* (2004) leidsid, et probiootikumide antagonistlikud omadused sõltusid orgaaniliste hapete produktsioonist, mille tulemusena toimus kasvukeskkonna pH vähenemine. Fooks, Gibson (2002) leidsid, et enteropatogeendid ei suuda ellu jääda pH-väärtusel alla 5. Samas Chaveerach *et al.* (2002) leidsid, et orgaanilised happed omavad tugevat bakteritsiidset toimet eeskätt pH 4.5 juures. Seega, testitud laktobatsillide ja bifidobakterite antagonistlikud omadused meie uuringus väljendusid nende võimes toota piisaval hulgal metaboliite, mille tulemusena vähenes olulisel määral kasvukeskkonna pH. Orgaaniliste hapete tugevat koostoimelist bakteritsiidset mõju patogeensetele bakteritele on täheldatud ka teistes uuringutes (Yusof *et al.*, 2000; Chaveerach *et al.*, 2002; Fooks, Gibson, 2002; Annuk *et al.*, 2003).

## Järeldused

Probiootikumide antagonistlik aktiivsus avaldub *C. jejuni* tüvede arvukuse pärssimises ainult sobiva pro- ja prebiootikumi koostoimel. *L. acidophilus* ATCC 4356 koostoimes 1% inuliini või 1% oligofruktoosiga ning *B. bifidum* Bb12 ja *B. longum* B46 koostoimes 1% oligofruktoosiga omavad antagonistlikku aktiivsust *C. jejuni* suhtes *in vitro*. Pro- ja prebiootikumide antagonistlik aktiivsus on seletatav intensiivsema orgaanilis-

te hapete produktsiooniga ning sellest tuleneva pH langusega kasvukeskkonnas. Tänuavaldused

Käesolev töö on valminud EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduhügieeni osakonnas. Uurimistööd finantseerisid Eesti Maaülikooli baasfinantseerimise projekt 'Bioloogilised ja keemilised ohud toidu tootmise ahelas ja nende minimeerimise võimalused' (Projekt 8-2/T5081VLVL05) ja EMÜ doktorikool.

### Kirjandus

- Akalin, A.S., Akbut, N and Fenderya, S. 2004. Viability and activity of bifidobacteria in yoghurt containing fructooligosaccharide during refrigerated storage. – International Journal of Food Science and Technology, 39, p. 613–621.
- Anuk, H., Kullisaar, T., Mikelsaar, M., Shchepetova, J., Songisepp, E., Zilmer M. 2003. Characterization of intestinal lactobacilli as putative probiotic candidates. – Journal of Applied Microbiology, 94, p. 403–412.
- Asahara, T., Nomoto, K., Watanuki, M., Yokokura, T. 2001. Antimicrobial activity of intraurethrally administered probiotic *Lactobacillus casei* in a murine model of *Escherichia coli* urinary tract infection. – Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 45(6), p. 1751–1760.
- Barbés, C., Boris, S., Fernández, M.F. 2003. Probiotic properties of human lactobacilli strains to be used in the gastrointestinal tract. Journal of Applied Microbiology, 94, p. 449–455.
- Bernet-Camard, M.-F., Coconnier, Hudault, S., M.-H., Liévin, V., Servin, A. 1997. Antibacterial effect of the adhering human *Lactobacillus acidophilus* strain LB. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 41(5), p. 1046–1052.
- Bosscher, D., Franck, A. and van Loo, J. 2006. Inulin and oligofructose as prebiotics in the prevention of intestinal infections and diseases. – Nutrition Research Reviews, 19, p. 216–226.
- Chaveerach, P., Keuzenkamp, van Knapen, F., D.A., Lipman, L.J.A., Urlings, H.A.P. 2002. *In vitro* study on the effect of organic acids on *Campylobacter jejuni/coli* populations in mixtures of water and feed. Poultry Science, 81, p. 621–628.
- Chaveerach, P., Lipman, L.J.A., Knapen, F. 2004. Antagonistic activities of several bacteria on *in vitro* growth of 10 strains of *Campylobacter jejuni/coli*. – International Journal of Food Microbiology, 90, p. 43–50.
- Collins, M.D., Gibson, G.R. 1999. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. American Journal of Clinical Nutrition, 69, p. 1052–1057.
- Conway, P.L. 2001. Prebiotics and human health: The state-of-the-art and future perspectives. Scandinavian Journal of Nutrition, 45, p. 13–21.
- Corcoran, B.M., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P., Stanton, C. 2004. Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. Journal of Applied Microbiology, 96, p. 1024–1039.
- Draksler, D., Gonzáles, S., Oliver, G. 2004. Preliminary assays for the development of a probiotic for goats. Reproduction Nutrition Development, 44, p. 397–405.
- Drago, L., Gismondo M.R., Gozzini, L., Haën, C., Lombardi, A. 1997. Inhibition of *in vitro* growth of enteropathogens by new *Lactobacillus* isolates of human intestinal origin. FEMS Microbiology Letters, 153, p. 455–463.
- EFSA. 2006. The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. Information on specific zoonoses. *Campylobacter*. – The European Food Safety Authority (EFSA) Journal, 94, p. 83–104.
- EFSA. 2009. The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2007. Information on specific zoonoses. *Campylobacter*. – The European Food Safety Authority (EFSA) Journal 2009, p. 95–116.
- Elias, P., Juhkam, K., Roasto, M., Tamme, T. 2007. Viability of *Lactobacillus acidophilus* in yoghurt containing inulin or oligofructose during refrigerated storage. Milchwissenschaft/Milk Science International, 62(1), p. 52–54.
- Fooks, L.J., Gibson, G.R. 2002. *In vitro* investigations of the effect of probiotics and prebiotics on selected human intestinal pathogens. FEMS Microbiology Ecology, 39, p. 67–75.
- Fooks, L.J., Gibson, G.R. 2003. Mixed culture fermentation studies on the effects of synbiotics on the human intestinal pathogens *Campylobacter jejuni* and *Escherichia coli*. Anaerobe, 9, p. 231–242.
- Gibson, G.R., Wang, X. 1994. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria. – Journal of Applied Bacteriology, 77(4), p. 412–420.
- Hütt, P., Kullisaar, T., Lõivukene, K., Mikelsaar, M., Shchepetova, J. 2006. Antagonistic activity of probiotic lactobacilli and bifidobacteria against entero- and uropathogens. – Journal of Applied Microbiology, 100, p. 1324–1332.
- Kizerwetter-Świda, M., Binek, M. 2005. Selection of potentially probiotic *Lactobacillus* strains towards their inhibitory activity against poultry enteropathogenic bacteria. Polish Journal of Microbiology, 54(4), p. 287–294.
- Klewicki R., Klewicka E. 2004. Antagonistic activity of lactic acid bacteria as probiotics against selected bacteria of the *Enterobacteriaceae* family in the presence of polyols and their galactosyl derivatives. Biotechnology Letters, 26, p. 317–320.
- Meremäe, K. 2010. *Campylobacter* spp. in Estonian broiler chicken production chain and the co-effect of pro- and prebiotics to the *Campylobacter* spp. strains *in vitro*. A Thesis. Tartu, 93.
- Meremäe, K., Elias, P., Tamme, T., Kramarenko, T., Lillenberg, M., Karus, A., Hänninen, M.-L., Roasto, M. 2010. The occurrence of *Campylobacter* spp. in Estonian broiler chicken production in 2002–2007. Food Control, 21, p. 272–275.
- Niness, K.R. 1999. Inulin and oligofructose: what are they? Journal of Nutrition, 129, p. 1402–1406.
- Patterson, J.A., Burkholder, K.M. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poultry Science, 82, p. 627–631.
- Rautelin, H., Hänninen, M.-L. 2000. *Campylobacters*: the most common bacterial enteropathogens in the Nordic countries. Annals of Medicine, 32, p. 440–445.
- Roberfroid, M.B. 2000. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? American Journal of Clinical Nutrition, 71, p. 1682–1687.
- Rowe, M.T., Madden, R.H. 2000. *Campylobacter*. In: Robinson, R.K., Batt, C.A., Patel, P.D. (Eds.), Encyclopedia of food microbiology. Academic Press, p. 335–352.
- Rowland, I. 1999. Probiotics and benefits to human health – the evidence in favour. Environmental Microbiology, 1(5), p. 375–382.
- Sanders, M.E., 2000. Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health. Journal of Nutrition, 130, p. 384–390.

- Skirrow, M.B., Blaser, M.J. 2000. Clinical aspects of *Campylobacter* infection. In: Nachamkin, I., Blaser, M.J. (Eds.), *Campylobacter*. American Society for Microbiology Press, Washington, DC, p. 69–88.
- Wingstrand, A., Neimann, J., Engberg, J., Nielsen, E.M., Gerner-Smidt, P., Wegener, H.C., Molbak, K. 2006. Fresh chicken as main risk factor for campylobacteriosis, Denmark. *Emerging Infectious Diseases*, 12(2), p. 280–284.
- Van der Meulen, R., Avonts, L. and De Vuyst, L. 2004. Short fractions of oligofructose are preferentially metabolized by *Bifidobacterium animalis* DN-173 010. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, p. 1923–1930.
- Vernazza, C.L., Gibson, G.R., Rastall, R.A. 2006. Carbohydrate preference, acid tolerance and bile tolerance in five strains of *Bifidobacterium*. – *Journal of Applied Microbiology*, 100, p. 846–853.
- Yusof, R.M., Haque, F., Ismail, M. and Hassan, Z., 2000. Isolation of *Bifidobacterium infantis* and its antagonistic activity against ETEC 0157 and *Salmonella typhimurium* S-285 in weaning foods. – *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9, p. 130–135.

### **The antagonistic activity of probiotics against *Campylobacter jejuni* in vitro**

Kadrin Meremäe\*, Priit Elias, Mati Roasto, Terje Elias  
Estonian University of Life Sciences,  
kadrin.meremae@emu.ee

#### **Summary**

*Campylobacter jejuni* is one of the most frequent bacterial cause of acute gastroenteritis in humans. In terms of human health, probiotic bacteria can be used to control pathogenic bacteria in growth media. Furthermore, the probiotic bacteria

combined with suitable prebiotic ingredient have a synergistic co-effect, creating a competitive advantage in front of pathogenic bacteria. This review article summarises Kadrin Meremäe's PhD thesis part II: The co-effect of pro- and prebiotics to the *Campylobacter* spp. strains *in vitro*. The aim of this study was to investigate the antagonistic activity of selected lactobacilli and bifidobacteria combined with and without inulin and oligofructose to the *C. jejuni* strains of human origin *in vitro*. The effect of *L. acidophilus* ATCC 4356, *L. fermentum* ATCC 14931, *B. bifidum* Bb12 or *B. longum* B46 in combination with and without prebiotic ingredient on the growth of *C. jejuni* *in vitro* is shown in Tables 1–4. Our results indicated that *L. acidophilus* ATCC 4356 combined with 1% inulin or 1% oligofructose and *B. bifidum* Bb12 as well as *B. longum* B46 with 1% oligofructose totally inhibited the growth of all the tested *C. jejuni* strains below detection limit (< 1 CFU/ml). Consequently, in order to reduce and inhibit *C. jejuni*, the effective combinations of pro- and prebiotic were developed *in vitro*. There are no statistical differences ( $P > 0.05$ ) in the effect of the selected probiotic bacteria on the colony forming units of *C. jejuni* strains that originated from human feces. Consequently, the antagonistic activity of probiotic bacteria against all the tested campylobacters depended on the probiotic strain and on the presence of prebiotic ingredient but was not dependent on the *C. jejuni* strains. The concentrations of lactic and acetic acid produced by *L. acidophilus* ATCC 4356, *L. fermentum* ATCC 14931, *B. bifidum* Bb12, and *B. longum* B46 and dynamics of pH in the media were analysed in MH broths with and without 1% inulin or 1% oligofructose (Table 5). Our findings showed that the antagonistic activity of selected probiotic bacteria against *C. jejuni* was mostly related to the decrease of pH via the production of lactic and acetic acids in growth media. The higher concentrations of organic acids at pH 4.28 to 4.69 probably lead to the strengthening of the antagonistic effect of selected probiotics in combination with 1% prebiotic against *C. jejuni*.

# MÄRGISÜSTEEMID JA AGROSEMIOOS MAAVILJELUSES

Edvin Nugis  
Eesti Maaviljeluse Instituut

**ABSTRACT.** The paper presents applicated agrosemiotics and try to study some ways for using in practice of the agricultural activities. Concerning that firstly we have introduced the semiology which aims to take in any systems of significations. Our opinion that the agrosemiotics is also one of part of biosemiotics like something zoosemiotics, phytosemiotics and mycosemiotics. However, the agrosemiotics through some agrotechnical means has a quite significance influence to biosemiotics including his several above mentioned parts. Therefore, the role of agrosemiotics is quite more haigher. Also the role of metaphor and its use in agrosemiotics for practice of agricultural research activities is very important. Related soil technology we have shown how the metaphor of going over the sign, and thence to the soil physical properties. The long-term research based on experience and evaluate the agrosemiotic characteristics by bringing for model in roughly two different farmers through the results of presowing soil tillage were carried out. Demonstrations of the results obtained leads to the conclusion that the theoretical model is sensitive enough to allow both the specific work in the fields, adequate assessment of the results of complex investigations, and through a semiotic approach to research completely new and innovative perspective has been gave. This work is not complete and still needs further development in light of a serious system "soil – plant", and the last element of semiosis should be a more deep studies, looking closer points of contact with the phytosemiotics, zoosemiotics, mycosemiotics, ecosemiotics and biosemiotics particularly.

**Keywords:** sign system, semiotics, biosemiotics, agrosemiotics, metaphor

## Sissejuhatus

Põllumees paneb kogu vegetatsiooni perioodil jooksul alates varakevadest kuni hilissügiseni tähele mitmesuguseid iseloomulikke märke, mis esinevad seoses mulla seisundi ja taimekasvuga. Nende märkide põhjal langetatakse olulisi või vähem olulisi otsuseid, milledest sõltub mulla või taime järgnev seisund. Need otsused võivad olla nii õiged kui ka valed. Ühe või teise langetatud otsuse vilju näeb põllumees tavaliselt sügisel, kuid võib ka näha märksa varasemal perioodil, sõltuvalt sellest, kui tundlik on üks või teine mõjutatav objekt ja kui kiiresti on vastavad märgid jälgitavad. Kogenud põllumees orienteerub talle ammu hästi teada olevas märgisüsteemis vabalt ja oskab juba oma vajalike sammude tulemit ette näha. Vähem kogenud, aga õpihuliline, saavutab vastava taseme kiiremini. Kes aga

valib katse-eksituste tee ja püüab oma mõistusega eesmärgini jõuda, kulutab kokkuvõttes märksa rohkem aega. Tekib küsimus, kas on võimalik neid kahte eeltoodud situatsiooni kuidagi üldisemalt kirjeldada.

Üldises võtmes, kui tegemist on bioloogiliste süsteemide reageeringutega mingisugustele välismõjudele, mis võivad avalduda sisemiste protsesside väliste ilmingutega, võib loogiliselt järeldada, et nad on igati nii fikseeritavad kui ka kirjeldatavad ja neid saab talletada kahel viisil. Esimeseks on informatsiooni ja kommunikatiivsete märgisüsteemide fikseerimine, teine – füüsikaliste ja keemiliste parameetrite märkimine. Viimaseid on uuritud teaduses tuntud meetoditega ja need on teada olnud läbi aegade. Esimesena nimetatud märgisüsteemi vastu hakati huvi tundma alles siis, kui Eestis pandi alus biosemiootikale (Maiväli *et al*, 1996). Kalevi Kull, kes on selle valdkonna suurim asjatundja, kirjutab biosemiootikast ([www.zbi.ee/~kalevi/biosem.htm](http://www.zbi.ee/~kalevi/biosem.htm)) järgmist: „Enne kui termin ‘biosemiootika’ kasutusele võeti, kõneldi ühe semiootika haruna zoosemiootikast, mõeldes selle all keeletaoliste nähtuste uurimist kõrgematel loomadel. Zoosemiootika termin pärineb aastast 1963 (T.A. Sebeok), fütosemiootika aastast 1981 (M. Krampen).” Nendele lisaks veel „pärinevad endosemiootika aastast 1985 (Sebeok, Nöth) ja mükosemiootika aastast 1991 (Sebeok)”. Mis puutub ökösemiootikasse, siis kõige algsemal perioodil varjus see konteksti ja esines kontekstuaalsetes mõistetes, „seisukohana, et tähendus on olulisel määral kontekstiga seotud või kontekstist sõltuv” (Maran, 2007). Sealjuures refereerides jätkuvalt Timo Maranilt, on semiootika protsessid looduses kui iseseisev nähtus, mille juures jõutakse kokkuvõtlikult Winfried Nöthi kaudu ökösemiootika kahele lähenemistüübile – kultuurilisele ja bioloogilisele ökösemiootikale.

Nende näidete põhjal võib järeldada, et semiootikat võib pidada teaduste teaduseks, mis annab teadurile märksa avaramad võimalused kirjeldada komplekselt mitmesuguseid reaalselt kulgevaid protsesse, kus on võimalik enamikke nähtusi käsitleda samal ajal nii reaals- kui humanitaarteadusliku vaatekoha alusel. Kokkuvõtlikult on artikli autori tagasihoidlik eesmärk võtta lisaks eeltoodule veel kasutusele agrosemiootika, mis hõlmab enamjaolt agrotehnika tasandit ja selles toimuvaid semiootilisi protsesse. Teisisõnu saame uurida semioosi nii mullas kui ka taimes. Milliseid märgisüsteeme võib siin vaatluse alla võtta, analüüsiksimegi alljärgnevalt.

Antud artikkel ei pretendeeri biosemiootikaalasele süvaanalüüsile, on tutvustavas osas rohkem populaarteadusliku kallakuga, küll aga agrosemiootika rakenduslik osa pretendeerib olulisele uudsusele ja kasutatakse esimest korda maaviljelust käsitlevates uuringutes.

## Metoodika

Kui alustuseks läheneda antud probleemile filosoofiliselt, siis on senini olnud uuringutes käibel olev praktika mitte midagi muud kui vaid puhtalt interpreteeriv tegevus ja pole sugugi üles ehitatud tunnetuslikule alale. Seega sisuliselt see pole midagi muud kui üks tahk postmodernistlikust diskursusest. Meie vaadeldav süsteem 'muld – taim' on kahtlemata elusorganism, kellel on nn keha ja konkreetsed geomeetrilised mõõtmed. Seega, samas interpreteerivat uurimistegevust pole sugugi õige ignoreerida. Küll aga on antud süsteemi uuringutel võimalik sisse tuua selle süsteemi osadest koosnevate elusorganismide komponendi ja keskkonna suhete uued dimensioonid.

Seega on tegemist täiskompleksse mudeliga, mille puhul impulssi saab identifitseerida määrgina. Sellisena võibki vaadelda ka meie poolt uuritavat süsteemi 'muld – taim', mis on sisuliselt iseenesestmõistetavalt kui bioloogiline süsteem, mida saab üldiselt samuti uurida semiootika vaatekohast. Järelikult ka sel juhul on tegemist biosemiootikaga. Mis on biosemiootika, sellele annab Vikipeedia selge seletuse: 'Biosemiootika on semiootika haru, mis tegeleb märgiprotsessidega elussüsteemides. Biosemiootika on ühtlasi interdistsiplinaarne valdkond, kus semiootikud, bioloogid ja filosoofid püüavad arendada semiootilist lähenemist ning rakendada semiootika mudeleid eluslooduse mõistmiseks'.

S. Chebanov (Kull, 1999) on biosemiootikat iseloomustanud kui teoreetilist ja empiirilist multidistsiplinaarset uurimisvaldkonda, kus on tegemist elusorganismide kommunikatsiooni analüüsi ja nende mõistelise tähenduse väljaselgitamisega. Seda sama võib kujutada skemaatiliselt:

bios Kr. (elu) + semeion Kr. (märk) = biosemiootika

Analoogselt meie puhul võime samuti kujutada skemaatiliselt:

agros Kr. (põld) + semeion = agrosemiootika

Jätkates Eesti Semiootika Seltsi kodulehel (<http://www.semiootika.ee/>) väga selge ja arusaadava semiootika seletusega, saame ainult nõustuda, et nii võivad jäljed lumel tähistada metslooma, hallid juuksed teavitada kõrgest elueast, sõna *koer* aga kutsuda esile kujutluspildi reaalsest koerast. 'Kaasaegse semiootika suur pioneer Thomas A. Sebeok ongi öelnud, et semiootika uurib reaalsuse vahendamist'.

„Tänu märgi laiahaardelisele määratlusele saab semiootik uurida palju enam kui pelgalt liiklus- või tähemärke: kultuurisemiootik võib analüüsida rituaalide ja mütolooži keerukat märgisüsteemi, kirjandussemiootik kirjandusteoste märgilist olemust, zoosemiootik mesilastantsu huvitavaid tähendusi, semiootilisest lingvistikast huvitatu aga loomulikus inimkeeles valitsevaid seadusi“ (<http://www.semiootika.ee/>). Jätkates samas võtmes, võime omalt poolt lisada, et agrosemiootik võib jälgida, milline on mulla seisund ja kuidas taimed reageerivad õigetele või valedele agrotehnikavõtetele.

Samas võib aga agrosemiootik sattuda raskustesse adekvaatse hinnangu andmisega ja seejärel usutava prognoosiga, sest määra tähtsusega on mulla füüsikaline seisund. Selleks, et hinnata, kuivõrd muld on tihenenud või tihendatud, võtsime kasutusele indeksi – mulla tihenemise tegur, mis arvutatakse valemiga (Nugis, 2004):

$$A = (\varepsilon_{\max} - \varepsilon_i) / (\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}) \quad (1)$$

kus  $\varepsilon_{\max}$  on mulla maksimaalne poorsuse tegur, mis vastab külvieelsele kobeda mulla seisundile;  $\varepsilon_i$  – agrotehniliste võtete järgne (masinate käiguosade mõju, tööorganite mõju jms.) mulla poorsuse tegur;  $\varepsilon_{\min}$  – mulla minimaalne poorsuse tegur, mis vastab surnuks tallatud mulla seisundile (näiteks muldtee).

Tulles semiootika probleemide juurde tagasi, siis pole ülearune märkida, et semiootika 'võib veel tegeleda hirmu-, keskkonna-, linna-, organisatsiooni-, kunsti-, reklaami-, tantsu-, teatri-, vaikusesemiootikaga. Loetelu võiks olla lõputu'.

„Nagu näeme, on semiootika kõikehõlmav teadussfäär, mõtteviis, mille abil saab uurida paljusid eluvaldkondi“ (<http://www.semiootika.ee/>).

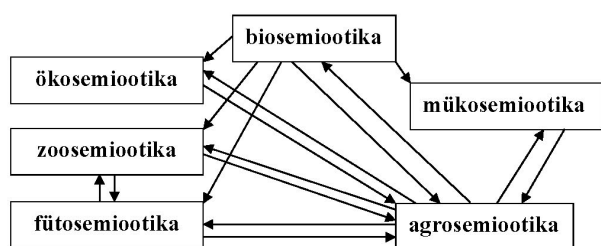
Tehes selle lõigule vahekokkuvõtte, jääb artikli autor lootma, et nii nagu löid Lotman ja Uexküll omal ajal uue mõtteviisi paradigma oma aladel, võiksime samuti ka meie luua uue mõtteviisi paradigma maaviiljeluses, ja kui minna konkreetseks, võime vaadelda süsteemi 'muld – taim' funktsioneerimist erinevate viljelusviiside puhul, et sünteesida uut kompleksset, terviklikku mõtteviisi, selgitades ja kirjeldades agrosemioosi.

## Tulemused

Milline on agrosemiootika hierarhiline asetus biosemiootika, zoosemiootika, mükosemiootika ja fütosemiootika suhtes, on näha joonisel 1.

Nagu võib veenduda antud joonisel toodud skeemist, semiootika liigid – öko, zoo, füto, mükö ja ka agro – on kõik biosemiootika all-liigid. Agrosemiootikal on öko-, zoo- ja fütosemiootikaga üsnagi palju kokkupuutepunkte, eriti selles osas, mis puudutab loodust ning puhtalt taime ennast ja taimel elunevaid putukaliike.

Fütosemiootika valdkonda kuuluvad näiteks need probleemid, mis käsitlevad taimede lõhnasignaale, enesekaitse- ja hoiatussignaale, allelopaatiat, fütotsennoosi jt. (Krampen, 1981). Mükosemiootika uurib seente kommunikeerumist seeneniidistiku abil. Mis puutub agrosemiootika kokkupuutepunktidesse mükosemiootikaga, siis siin on juba olulisem roll mullal, kuigi mitmesuguseid seeneliike võib esineda ka taimel.



**Joonis 1.** Agrosemiootika hierarhiline asetus biosemiootika, ökosemiootika, zoosemiootika, mükosemiootika ja fütosemiootika suhtes.

**Figure 1.** Hierarchy position of agrosemiotics in relation to biosemiotics, ecosystemics, zoosemiotics, mycosemiotics and phytosemiotics.

Mulla mikrofloora kuulub fütosemiootika, mikrofauna aga zoosemiootika alla. Oleme seisukohal, et agrosemiootikale kuulub mõnes suhtes ka integreeriv roll, sest mitmesuguste agrotehniliste võtete mõjul võivad skeemil (joonis 1) toodud ülejäänud semiootika liikidel tekkida olulised muutused nende märgisüsteemides. Jõuamegi siin lõpuks niikaugale, et otsida küsimusele vastust, kuidas neid märgisüsteeme oleks võimalik adekvaatselt identifitseerida, interpreteerida ja praktilist sõnumit lõppkokkuvõttes edastada.

Kas kellelgi saaks tekkida selline kahtlus, et põllumees ei vii oma igapäevases tegevuses ellu põllu vajalikku ettevalmistamist külviks, istutamist või kartuli mahapanekut, nende kohustuslike operatsioonide läbi viimist, taimede toitainetega kindlustamist ja kahjurite õigeaegset tõrjumist, saagi kadudeta koristamist ning säilitamist? Kõik need tegevused võivad olla suuremal või vähemal määral tulemuslikud ja muidugi võib ka juhtuda selline situatsioon, et tegelik tulemus mitmesuguste negatiivsete faktorite mõjul võib osutuda oodatust märksa tagasihoidlikumaks. Kõik peaks veel mäletama omaaegset metafoori – 'lokkavad viljaväljad'. Selliseid viljavälju on võimalik näha meil ka tänapäeval. See on eduka põllumehe visiitkaardiks ja järelikult ka iseloomustavaks märgiks. Teine, vastupidine ja äärmuslik metafoor meenub mulle, kui Jüri Müür oma kuulsates dokumentaalfilmides iseloomustas NL-i põllumajandustehnika kehva konstruktsiooni. Masinate kasutamise tagajärg oli juba ette arvata ja nii nigel, et 'vili ulatus konnale kaenlaauku'. Siinjuures tuleb rõhutada metafoori rolli agrosemiootikas. Metafoori võib vaadelda kui omapärast informatsiooni kontsentraati (Sedov, 2008), seepärast antud autori järgi on ka agrosemiootika puhul tegemist kognitiivse ehk maakeeli – tunnetusliku (ingl. *mind*) – mudeliga, mille juures keeruliste protsesside lahti mõtestamisel metafooril on sama roll kui kompuuterprogrammilgi, mille juures käivitatakse tavaliselt ka alamprogramm. Sedov märgib sealjuures, et metafoori roll on väga oluline mitte ainult reaalsete nähtuste kirjeldamiseks, vaid ka kujutavas kunstis, kinos, kirjanduses jt ning mis on peamine, et metafoor teeb arusaadavaks teaduslikud teooriad ja hüpoteesid.

Lähtuvalt eeltoodust, kui minna üle metafoorilt märgile, siis võime järeldada, et kaks ekstreemset piirmärki on meil juba olemas, s.o. kõige kõrgema tasemega

( $x_{max}$  – *maximum level*) ja kõige kehvema tasemega ( $x_{min}$  – *minimum level*). Agrosemioosi seisukohast vaadatuna on need äärmuslikud märgid (tasemed) täiesti interpreteeritavad, tuleb vaid leida neile vastav reaalne sisu ja kirjeldada ka vahepealseid seisundeid. Neile võib omistada ükskõik kui tiheda astmestiku, sõltuvalt sellest, kui täpselt me tahame vaadeldavat süsteemi 'muld – taim' agrosemiootiliselt iseloomustada, alates esimesest mullaharimisest ja lõpetades saagi koristamise ning hoiustamisega. Astmestikke võib sealjuures diferentseerida mullal ja taimel igahel eraldi.

Kuna autorile on enam mõistetavad need protsessid, mis toimuvad mullas, pöörakski neile rohkem tähelepanu. Mulla puhul oletame, et on tegemist täiesti kindlaks määratava lasuvustihedusega. Selleks, et saaks rakendada eelmainitud piirmärke, tuleb lasuvustihedus teisen-dada poorsuse teguriks, sest mulla tihenedes on selles põhimuutuseks õhupooride mahu vähenemine. Seega märk  $x_{max}$  tähistab antud juhul poorsuse tegurit  $\varepsilon_{max}$ , mis vastab mulla seisundile peale küntud põllu esmast mullaharimist. Teiseks äärmuseks on nn. surnuks tallatud mulla seisund (märk  $x_{min}$ ), mille poorsuse teguri tähiseks on  $\varepsilon_{min}$ . Kõik nende ekstreemumite vahepealsed poorsuse tegurid  $\varepsilon_i$  on arvutatavad mulla lasuvustiheduse ja tahkefaasi tiheduse kaudu.

Oletame, et muld peale talvitumist ja lahtisulamist saavutab tasakaalustatud seisundi, mis on agrosemiootilisest seisukohast võetuna kui märk, mida võib tähistada sümboliga  $x_i$  (*equilibrium condition*). Seda seisundit iseloomustatakse lasuvustiheduse ehk lihtsalt tiheduse näitaja kaudu (*bulk density*,  $Mg\ m^{-3}$ ) ehk poorsuse teguri  $\varepsilon_i$  abil. Seega valemi (1) abil, kui asendame  $\varepsilon$  näitajaga  $\varepsilon_i$ , saame arvutada mulla tihenemise indeksi lubatud piirväärtuse  $A_i$ , mis on taime seisundile veel talutav.

Kuna põllutöödel agrotehniliste võtete käigus toimub paratamatu mulla tallamine, mis leiab aset eriti külvieelsel perioodil, sest muld on füüsiliselt küps, siis masinate käiguosade ja tööseadiste mullale välismõjud võivad olla erineva iseloomuga, mida on võimalik ka agrosemiootiliselt iseloomustada. Üks nende mõjurite iseloomulikke märke on mulla taluvuse piir, mida autor on hakanud nimetama mulla agroökoloogiliseks kannuvuseks (*agroecological bearing capability – ABC*), mis sõltub mulla lõimisest ja selle niiskusest. Kui  $A$  all mõelda mulla tihenemise astet, millest oli eelnevalt juba juttu,  $B$  all mõelda lõimise näol mulda ja  $C$  all mulla niiskust, siis saame küllaltki lihtsa ja uue ning sellele valdkonnale tabava agrosemiootilise määratluse. Sellele on püütud anda ka analüütiline kirjeldus ja on välja töötatud vastav matemaatiline mudel (Nugis, 2004, 22–23 lk).

Tehes järgnevalt rõhuasetuse mulla füüsilise küpsuse probleemile, mille põhiparameetrik on mulla niiskus ja mis pole  $ABC$  juures mitte sugugi vähema tähtsusega, saame määratleda ekstreemumid *märg* ja *kuiv*, mida saab samuti käsitleda kui metafoore. Märja mulla puhul võime määratleda ka äärmusliku piiri, mida iga põlluharija niigi teab, kui lumi hakkab sulama ja kõik mullapoorid on veega täitunud. Samuti teab ta ka teist äärmuslikku piiri, kui pika põua perioodi järgselt on muld

kuiv ja rohi on täiesti ära kuivanud. Tänapäeval on võimalik nii neid mulla ekstreemseid seisundeid kui ka vahepealseid mulla niiskuse suursi fikseerida elektrooniliste mõttestadmete abil. Eesti Maaviljeluse Instituudis (ERIA) on mulla mahulise niiskuse (%vol) mõõtmiseks kasutusel *Eijkelkampi TDR* tüüpi elektrooniline niiskusemõõtur ja Tiit Plakki *Percomeeter*.

Kui massiivne põllumajandustehnika on konstrueeritud selliselt, et nende käiguosad (*wheels and tracks* – *WT*) ei tihenda ega ka peenesta mulla struktuuri liialt, vaid nende toime mullale on säästlik (*sparing*), siis võib sellist käiguosade toimet tähistada märgiga *SpS* – *sparing soil* (Nugis, 1989). Nende kohta on ka käibel vastav metafoor – ‘pehme kõnnakuga masinad’. On ka vastupidine metafoor – ‘mulla surnuks tallamine’ ja muld on selliste masinate suhtes väga haavatav ja ingliskeelses kirjanduses on käibel – *soil vulnerability* (Nugis et al, 2001). Käiguosade sellist toimet võib tähistada märgiga *VuS* – *vulnerable soil*. Analoozne toime on ka põllutöömasinate tööseadistel (*digging booms* – *DB*) ainult selle vahega, et peale eelpool toodud tähistusi *SpS* ja *VuS* on neil veel mullaparenduslik toime, mida

võib tähistada märgiga *ImS* – *improving soil*. Analooget märgisüsteemi on võimalik kasutada ka taime puhul, asendades toodud märkidel viimase tähe *S* tähega *P* (*P-plant*). Kui operatsioone põllul, mis vastavad ettenähtud agrotehnikale, viiakse läbi näiteks raske tehnikaga, kuid kasutusel on mullaharimise põimmasin, siis, kasutades eeltoodud märgisüsteemi, võime selle mõjuri agrosemiootilist protsessi ehk agrosemioosi tähistada järgnevalt: *WT VuS + DB SpS*. Kui mullaharimise põimmasin on varustatud kobestuskäppadega, mis likvideerivad raske traktori käiguosade tekitatud mullatihese, võime viimase tööseadise kohta käiva tähise asendada vastava mullaparendusliku märgiga ja saame: *DB ImS*.

Nüüd, kui vajalik märgisüsteem on olemas, võime asuda sissejuhatuses mainitud kahe põllumehe töötulemi näite juurde, et üldisemalt kirjeldada mulla kevadkülviks ettevalmistusel agrosemiosfääri. Nagu oli juba varem märgitud, üks põllumees on koolitatud ja kogenud, kelle tähiseks määrame *N1*, teine – *N2* – on valinud katseeksituste teel, sealjuures majanduslik seis on mõlemal võrdne. Tinglikult ja näitlikult kahe põllumehe agrosemiootiline tulem võib välja näha alljärgnevalt (tabel 1).

**Tabel 1.** Kahe põllumehe võrdlev semiosfäär mulla ettevalmistamisel kevadkülviks.

**Table 1.** The comparative semiosphere for the two farms concerning preparing of the soil during spring sowing (Nugis et al, 2004).

N1

| Tehnilised & tehnoloogilised parameetrid |                                    |                                  |                                                                |                             |                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| Traktori mark                            | Käiguosa maksimaalne erisurve, kPa | Mulla agrotehniline kandvus, kPa | Jäljekohendajatega mullaharimise põimmasina harimissügavus, cm | Mulla tihenemise indeks (A) | Mulla struktuursuse indeks ( $K_{str}$ ) |
| Case IH CX MXM 155                       | 260                                | 120                              | 12                                                             | 0,71                        | 0,52                                     |
| Agrosemiootiline tunnus                  |                                    |                                  |                                                                |                             |                                          |
| WT                                       | VuS                                |                                  | DB                                                             | ImS                         | SpS                                      |

WT – wheels and tracks; VuS – vulnerable soil; DB – digging booms; ImS – improving soil; SpS – sparing soil

Tabeli 1 järg

N2

| Tehnilised & tehnoloogilised parameetrid |                                    |                                  |                                              |                             |                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| Traktori mark                            | Käiguosa maksimaalne erisurve, kPa | Mulla agrotehniline kandvus, kPa | Mulla-harimise põimmasina harimissügavus, cm | Mulla tihenemise indeks (A) | Mulla struktuursuse Indeks ( $K_{str}$ ) |
| Case IH CX MXM 155                       | 260                                | 120                              | 12                                           | 0,78                        | 0,84                                     |
| Agrosemiootiline tunnus                  |                                    |                                  |                                              |                             |                                          |
| WT                                       | VuS                                |                                  | DB                                           | VuS                         | VuS                                      |

Märkus: 1)  $A_t=0,75$  mulla tihenemise indeksi lubatud piir (maksimaalne  $PD_{05}=0,03$ );

2)  $K'_{str}=0,52$  mulla struktuursuse indeksi lubatud piir (maksimaalne  $PD_{05}=0,07$ )

Antud tabeli juurde selgitusena tuleb veel lisada, et käesoleva näite põhjal eeldasime, et põllumees *N1* kasutas õigesti külvieelsel perioodil mulla niiskuse varusid, õigel ajal ja õigete võtetega nn kaanetades põllu, takistades niiskuse väljauramist. Kusjuures ta kasutas traktoril mullaharimisel topeltrattaid ja põimmasinal traktorijälje kohendajaid. Põllumees *N2* jäi aga lootma kaas-aegse põimmasina töö tõhususele ning ei osanud sellist olukorda arvesse võtta, millal oleks õige aeg minna põlule. Ootas ära aja, kui muld oli juba piisavalt kuiv, et põld kannaks traktorit ja oleks võimalik takistamatult viia läbi mullaharimine. Kusjuures põimmasinal jäljekohendajad puudusid. Seetõttu mulla struktuuri näitajad

(tabel 1, *N2*) osutusid lubatust kõrgemad ja sama kehtib ka mulla tihenemise indeksi kohta.

## Arutelu

Kui kokkuvõttes võrrelda agrosemiootiliste tunnuste järgi mõlema põllumehe kevadtööde tulemit, vaadatuna mulda vaid traktori käiguosa (*WT*) tallamismõju seisukohast, siis mõlema puhul on see negatiivne (*VuS*), sest  $260 \text{ kPa} > 120 \text{ kPa}$ . Samas aga põllumees *N1* suutis kohe tänu jäljekohendajate kasutamisele negatiivse mõju likvideerida. Põimmasina (*DB*) töö tulemid agrose-

miootiliste tunnuste järgi oli põllumehele  $N1$  nõuetele vastav ja  $N2$  – negatiivne, s.o. kokkuvõttes  $VuS^2$  või kogu kevadtöö kohta võime kirja panna lõpptulemi märgi näol –  $VuS^3$ . Kui siin võtta jälle kasutusele metafoor, siis võib öelda, et põllumehe ( $N2$ ) töö on piltlikult öeldes 'täiesti vussis', mis samas viitab ka agrosemiootilise tunnusega õnnestunud märgi valikule –  $VuS$ . Sellega tahakski lõppkokkuvõttes panna i-le punkti, spetsiaalselt rõhutades sellise aspekti olulisust läbiviidud tööde või valitud meetodite ja viiside puhul, kus tabavad metafoorid agrosemiootilisel hinnangul aitavad anda saadud tulemustele märksa laiemat tähendust. Rõhutades siinjuures tähenduse tähtsust, on kohane viidata Kalevi Kullile, kus ta lõpetab biosemiootika põhjaliku ülevaate sõnadega: 'Peale alumise, esmase semiootilise läve, mis ühtlasi tõmbab piiri elutu ja elusa vahele, on eristatavad teine semiootiline lävi vegetatiivse ja animaalse ning kolmas animaalse ja keelelise vahel. Need piiritlevad ka organismide omailmatüüpe kõige üldisemate tunnuste alusel. Vegetatiivses (taimede) omailmas pole ei aega ega ruumi; animaalne (loomade) omailm on ruumiline, ent ajatu; keelelises (inimese) omailmas on olemas nii ruum kui ka aeg. Biosemiootika üritab tõlkida ajatut ja lausetut teksti ajalisse keelde' (Kull, 2008). Lisades siia ka omalt poolt, julgeme väita, et sedasama, kuid oma raamides, üritab nn tõlkida ka agrosemiootika.

### Järeldused

Anti lühiülevaade mitmesuguste märgisüsteemide rakendamise võimalustest üldiselt ja biosemiootika kohta konkreetselt, püüdes analoogia põhjal võtta maaviiljelusealastes kompleksuuringutes kasutusele ja juurutada uurimispraktikasse agrosemiootika, mis võiks olla lisaks öko-, zoo- ja müko-semiootikale üks täiendavaid ja olulisi biosemiootika alaliike. Sealjuures osutus, et agrosemiootikal on agrotehnika võtete kaudu suur mõju mitte ainult teistele biosemiootika alaliikidele, vaid ka biosemiootikale endale. Konkreetsete näidete põhjal analüüsiti metafoori rolli agrosemiootikas ja selle kasutuse võimalusi maaviiljeluse alases uurimispraktikas. Näidati mulla füüsika, mehaanika ja tehnoloogia alaste hindakriteeriumide põhjal, kuidas minnakse üle metafoorilt märgile ja sealt edasi kuni peamiste mulla füüsikalise seisundi näitajateni (tihedus, niiskus, struktuursus) ning siis uuesti märgilt metafoorile, mis annab tulemustele märksa laiemat tähendust. Samuti püüti selgitada, milline on nende näitajate juures metafoori roll, märgisüsteem ja agrosemiootiline tunnus. Tuues sisse tinglikult kaks erinevat põllumeest, püüti autori pikaajalise uurimistöö kogemuste põhjal modelleerida ja hinnata agrosemiootiliste tunnuste kaudu külvieelse mullaharimise tulemit, kui oletada, et mõlema põllumehe majanduslik seis on võrdne, kuid erinevad on kogemused ja lähenemisviisid. Saadud näitlike tulemuste põhjal võib teha järelduse, et antud teoreetiline mudel on piisavalt tundlik, võimaldab anda nii konkreetsele põllutööle, katsetöö jms tulemustele adekvaatset hinnangu ning lähendada semiootika kaudu maaviiljelusalasele uurimistööle parktikale hoopis uuest ja innovaatilisest vaatenurgast.

Antud töö ei ole lõplik ja vajab veel tõsiselt edasiarendust. Lähtuvalt süsteemi 'muld – taim' semioosiga seoses, on vajalik põhjalikumalt pühenduda süvauuringutele, otsides agrosemiootika tihedamaid kokkupuutepunkte bio-, öko-, füto-, müko- ja zoosemiootikaga. Autor loodab, et praegused ja tulevased magistrandid ning doktorandid võtavad ette agrosemiootikaga seoses süvauuringud ja arendavad selle nii kaugele, et see oleks mõistetav mitte ainult elitaarsele teadlaskonnale, vaid ka edumeelsele põllumehele.

### Tänuavaldus

Uurimistöö lõpuleviimine sai võimalikuks tänu Akaademiilise Põllumajanduse Seltsi innustavale toetusele.

### Kasutatud kirjandus

- Krampen, M. 1981. Phytosemiotics. – Semiotica vol. 36, p. 187–209.
- Kull, K. 1999. Biosemiotics in the twentieth century: a new view from biology. – Semiotica vol. 127, p. 385–414.
- Kull, K. 2008. Biosemiootika. (<http://keeljakirjandus.eki.ee/665-674.pdf>)
- Maiväli, Ü., Kull, K., Möls, T. (toim.). 1996. Elu keeled. – (Schola Biotheoretica 22), Tartu, TÜ kirjastus, p. 8–19.
- Maran, T. 2007. Ökosemiootilise analüüsi perspektiivid: loodusteksti mõiste. – Acta Semiotica Estica IV, Tartu, TÜ kirjastus, p. 48–72
- Nugis, E. 1989. Complex estimation of the mechanical influence character of mobile technical means on soil. Gosagroprom, Tallinn, 12 lk (vene ja inglise keeles).
- Nugis, E. et al. 2001. Soils technical and agrotechnical bearing capability and vulnerability to compaction. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference of BSB of ISTRO and Meeting of Working Group 3 of the Inco-Copernicus Concerted Action. EAU, 21.-24. august, Tartu, Estonia, (Toim. E. Nugis), A.S. Rebellis, p.179–187.
- Nugis, E., Kuht, J., Viil, P., Müüripeal. 2004. Kuidas vältida tootlike masintehnoloogiate negatiivset tallamismõju muldale? Sihtasutus Eesti Teadusfond, SCA Ecofiller & ISTRO EHO, Saku, 165 lk.
- Sedov, A. 2008. Bioloogia etüüdid ([www.proza.ru/2008/04/18/507](http://www.proza.ru/2008/04/18/507)), 420 lk.
- Stepanov, J. 2001. Kaasaegse semiootika suundadest. Biosemiootika (<http://lib.vvsu.ru/books/semiotika1/page0003.asp>), 14 lk. (in Russian).

### Sign systems and agrosemios in agriculture

Edvin Nugis  
Estonian Research Institute of Agriculture

### Summary

This is not big news already what are biosemiotics, ecosemiotics, zoosemiotics, phytosemiotics and mycosemiotics, but agrosemiotics we are introduced in the first time. Concerning that firstly we have introduced the semiology which aims to take in any systems of significations. Our opinion that the agrosemiotics is also one of part of biosemiotics. However, the agrosemiotics through some agrotechnical means has a

quite significance influence to biosemiotics including his several above mentioned parts (figure 1). Therefore, the role of agrosemiotics is quite more haigher. Also the role of metaphor and its use in agrosemiotics for practice of agricultural research activities is very important. Related soil physical and technology characteristics (bulk density, moisture content, structural properties) we have shown how the metaphor of going over the sign, and thence to the soil physical properties and return from sign to the metaphor. The long-term research based on experience and evaluate the agrosemiotics characteristics by bringing for model in roughly two different farmers through the results of presowing soil tillage were carried out.

We have shown that one farmer (N1) has provided correctly the necessary field operations. In comparison with another farmer (N2) who has been choice the trial and error method could not to provide correctly the necessary field operations. Finally (see table 1) the agrosemiotics estimation was for farmer (N1) significantly better than for farmer (N2). Demonstrations of the results obtained leads to the conclusion that the theoretical model is sensitive enough to allow both the specific work in the fields, adequate assessment of the results of complex investigations, and through a semiotic approach to research completely new and innovative perspective has been gave.

# TERMOFIILSETE KAMPÜLOBAKTERITE UURINGUD EESTIS 2000–2010

Mati Roasto<sup>1\*</sup>, Kadrin Meremäe<sup>1</sup>, Kristi Praakle-Amin<sup>1</sup>, Ari Hörmann<sup>3</sup>, Terje Elias<sup>1</sup>, Merike Lillenberg<sup>1</sup>, Andres Elias<sup>1</sup>, Toomas Kramarenko<sup>2</sup>, Liidia Häkkinen<sup>2</sup>, Piret Põltsama<sup>2</sup>, Mihkel Mäesaar<sup>2</sup>, Priit Elias<sup>1</sup>, Marja-Liisa Hänninen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, e-mail: [mati.roasto@emu.ee](mailto:mati.roasto@emu.ee)

<sup>2</sup>Veterinaar- ja Toidulaboratoorium, Kreutzwaldi 30, 51006 Tartu

<sup>3</sup>Soome Kaitseväge, PL 919, 00131 Helsingi

<sup>4</sup>Helsingi Ülikool, loomaarstiteaduskond, toiduhügieeni ja keskkonnatervise osakond, Agnes Sjöbergin katu 2, P.O. Box 66, 00014 Helsingi, Soome

**ABSTRACT.** This article summarizes research within *Campylobacter* spp. in Estonian food chain in 2000 to 2010 in Estonia and Mati Roasto's PhD thesis: *Campylobacter* spp. in poultry and raw poultry meat products in Estonia with special reference to subtyping and antimicrobial susceptibility. Proportion of *Campylobacter* positive samples on fresh chicken meat was 11.2% in 2000 to 2010 in Estonia. Analysis of seasonality of *Campylobacter* positive samples indicated that the seasonal peak of *Campylobacter* on chicken meat was from June to October. Studies showed high serotype and genotype diversity among *Campylobacter* isolates from raw retail poultry meat in Estonia. The serotype distribution did not show association with the origin of the sample. The genotyping of the 70 *Campylobacter* isolates showed *KpnI* to be more discriminatory, yielding 34 PFGE types compared to 29 obtained by *SmaI*. PFGE with the enzymes *KpnI* and *SmaI* for digestion proved to be discriminatory, repeatable and reproducible. In our study the majority of the isolates sharing a similar PFGE genotype originated from one country. Antimicrobial susceptibility studies of *Campylobacter* strains resulted in high resistance patterns for several antimicrobials. High MICs of both erythromycin and ciprofloxacin pose a problem and because erythromycin is considered as a first-line choice of treatment for human *C. jejuni* infections, the resistance has an important public health impact. Multidrug resistance in Estonian broiler chicken isolates was one of the highest reported in latest studies of broiler chicken *Campylobacter* isolates all over the world. Our findings in 2005 and 2006 suggest that the use of fluoroquinolones may select multiresistant strains since resistance to erythromycin, gentamicin or oxytetracycline was exceptional without simultaneous resistance to fluoroquinolones.

**Keywords:** *Campylobacter jejuni*, Contamination, Broiler chicken meat, Susceptibility to antimicrobials, Molecular typing

## Sissejuhatus

*Campylobacter* spp. on paljudes riikides põhiline inimeste bakteriaalsete enteraalsete haigestumiste põhjustaja. Euroopa ja kogu maailma industriaalriikides on inimestel kampülobakteritest põhjustatud haigestumuste

arv pidevalt suurenenud ning mitmete kirjandusallikate andmeil ületab kampülobakterite leid soolestiku talitlushäirete puhul sageli patogeensete ešerihhiate, šigelade ja salmonellade leiu. Ameerika Ühendriikides registreeritakse inimestel igal aastal ligikaudu 2.5 miljonit kampülobakterioosi juhtumit ja Euroopa Liidu liikmesriikides üle kaheksa tuhande ametlikult registreeritud/tõestatud haigusjuhtumi (Friedman *et al.*, 2000; Hänninen *et al.*, 2003; Bhaduri ja Cottrell, 2004; Rosenquist *et al.*, 2009; EFSA 2010). Perekont *Campylobacter* esindajad kuuluvad sugukonda *Campylobacteraceae* ja tänapäeval on teada 17 kampülobakterite liiki ning 6 alamliiki (Euzéby, 2006). Inimeste maosoletrakti infektsioonidega on kõige rohkem seotud *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsalaensis* ja *C. hyointestinalis* ning ühtekokku 12 kampülobakterite liiki on inimestele patogeensed (Hänninen *et al.*, 2000; Gorkiewicz *et al.*, 2002; Abbott *et al.*, 2005). Enamik termofiilsete kampülobakteritega seonduvatest infektsioonidest on põhjustanud *C. jejuni* ja *C. coli*. Kuigi enamasti on tegemist iseenesest mööduva kõhulahtisusega, võivad nad inimestel esile kutsuda ka raske haigestumise, pikaajalise töövõimetuse ja mõnikord võib kampülobakterioos või sellest põhjustatud sekundaarne infektsioon lõppeda inimese surmaga. Patsiendid, keda on tabanud *C. jejuni* või *C. coli* infektsioon, võivad haigestuda nii sümptomaatilisel kui põdeda haigust asümptomaatilisel. Termofiilsetest kampülobakteritest põhjustatud infektsiooni sümptomid on kõrge palavik, kõhuvalu ja kõhulahtisus, mis on sageli verine. Haigusele iseloomulikke sümptomeid võib täheldada mitme päeva kuni mitme nädala jooksul. Sooletrakti välise infektsioonina või kroonilise järelhaigusena võivad tekkida baktereemia, artriidid, bursiidid, meningiit, endokardiit, peritoniit, pankreatiit, kuseteede infektsioonid, abort, neonataalne sepsis. Tuhande intestinaalinfektsiooni kohta esineb baktereemiat pooleteisel korral ja kõrgeim tõenäosus haigestuda on vanematel inimestel. Immuunpuudulikkusega patsientidel võivad esineda püsiv kõhulahtisus ja baktereemia ning nende ravi võib osutuda väga raskeks. *C. jejuni* on ka arvatavasti Guillain-Barre sündroomi (GBS) põhjustajaks, mis iseloomustub perifeerse närvisüsteemi paralüütilise kahjustusega ehk osalise halvatusena. Hinnanguliselt umbes ühel kolmandikul Guillain-Barre sündroomiga patsientidel tekivad vastavale haigusele omased sümptomid üks kuni kolm nädalat pärast *C. jejuni* põhjustatud enteriiti. Kampülobakteritest tingitud haigu-

sed esinevad peamiselt sporaadiliste juhtudena, enamasti suvel ja on põhjustatud eeskätt toiduainete ebapiisavast kuumtöötlemisest. Suuremad haiguspuhangud on alguse saanud haigustekitajatega saastunud joogivee, toorpiima ja linnuliha tarbimisest (Frost *et al.*, 2002; Hänninen ja Kärenlampi 2004; Kuusi *et al.*, 2005). Linnuliha on kõige suurem tähtsus toidupõhise kampülobakterioosi tekkes ja seda on tõestanud mitmed teadusuuringud (Domingues *et al.*, 2002; Schönberg-Norio *et al.*, 2004; Wingstrand *et al.*, 2006; EFSA 2009; Rosenquist *et al.*, 2009). Potentsiaalseteks nakkusallikateks tuleb lugeda ka teisi tooreid ja loomse päritoluga toitu (Schönberg-Norio *et al.*, 2004; Stafford *et al.*, 2006). Käesolev artikkel annab ülevaate Mati Roasto doktori tööst (Roasto 2008), mille koostamise käigus selgitati kampülobakterite esinemist Eestis kodulindudel ja tooretel linnulihatoodetes; teostati isoleeritud kampülobakterite tüvede sero- ja genotüüpiseerimine ning määrati *Campylobacter* spp. tüvede tundlikkus antibiootikumidele. Täiendavalt antakse ülevaade viimastel aastatel läbi viidud termofiilsete kampülobakterite uuringutest Eestis.

### Metoodika

Uuritav materjal oli põhiliselt nii Eestis toodetud, aga ka Eestisse imporditud toored linnulihatooted. Antibiootikumidele tundlikkuse määramiseks valitud tüved pärinesid linnuliha ja broilerite umboole proovidest.

Uuringute tegemiseks koguti ja analüüsiti aastatel 2000–2010 ühtekokku 1,965 broilerilihaproovi ning 1,302 umboolelisaldise/-fekaalproovi. Linnulihaproovid analüüsiti Eesti Maaülikooli toiduhügieeni osakonnas, Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis ning Helsingi Ülikooli toiduhügieeni ja keskkonnatervise osakonnas. Broileritelt pärit umboolelisaldise ja fekaalproovid analüüsiti Eesti Maaülikooli toiduhügieeni osakonna laboratooriumis. Toore linnuliha proovid asetati vedelikukindlasse steriilsesse kilekotti ning transportimiseks kasutati külmakotti, kus temperatuur oli ligikaudu  $+7^{\circ}\text{C}$ . *Campylobacter* spp. avastamiseks kasutati NMKL meetodit (NMKL Method, vol. 119), mis sisaldab eelrikastamist Prestoni puljongis. Proov (25 g) kaaluti, asetati steriilsesse kilekotti ning lisati 250 ml Prestoni rikastamis-puljongit (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England). Proove muljuti ja loksutati 60 sekundi jooksul. Uuritav materjal valati steriilsesse Shotti söötmepudelisse, mis suleti õhukindlalt ja inkubeeriti mikroaerobsetes tingimustes temperatuuril  $42 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  24 tundi. Rikastussöötmetest külvati materjal 10  $\mu\text{l}$  aasaga selektiivagarile (CCDA, *Charcoal Cefoperazone Deoxycholate Agar*, Oxoid). Petri tassid inkubeeriti mikroaerobsetel anaerostaadis, millesse paigutati kampülobakterite optimaalseks kasvuks vajaminevat gaasilist keskkonda tootvad reagentide kotid (CampyGen<sup>TM</sup>, Oxoid). Inkubeerimine toimus temperatuuril  $42 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  juures 48 tundi. Kampülobakterite tüüpilised pesad külvati puhaskultuuri saamiseks *Brucella* agarile ehk antibiootikumivabale *Campylobacter* söötmele (Oxoid). Tasse inkubeeriti mikroaerobsetes tingimustes tempe-

ratuuril  $42 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  24 tundi. Kontrolltüveks oli kõikide analüüsietappide juures *C. jejuni* ATCC 29428. Pärast *Brucella* agaril inkubeerimist tehti kinnitustestid. Liikuvust määrati faas-kontrast mikroskoobi abil. *Brucella* agaril kasvavast värskest külvist võeti baktermass, mis segati peptoonpuljongiga (kampülobakterid kaotavad vees kiiresti liikumisvõime) ning mikroskoobiga tehti kindlaks bakterite liikuvus. Kampülobakterid liikusid kiirete pöörlevate liigutustega. Oksüdaastest tehti komertsiaalsete oksüdaas-tikkudega (Oxoid). Katalaastest viidi läbi 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$ -ga. Termofiilsed kampülobakterid on oksüdaas- ja katalaaspositiivsed. Täiendavalt tehti värvimine Grami järgi, mis kampülobakterite puhul oli negatiivne. Kampülobakterid olid väikesed S- või V-kujuliselt kõverdunud kepid (sageli meenutavad lenda-vat kajakat). Kontrolliti kasvu esinemist aeroobsetes tingimustes: veriagarile (Oxoid) kanti CCDA agarilt tüüpilised pesad ning inkubeeriti temperatuuril  $37^{\circ}\text{C}$  24 tundi. Kampülobakterite puhul kasv aeroobsetes tingimustes puudus. Biokeemiline identifitseerimine tehti kampülobakterite tüvede liigilise koosluse määramise eesmärgil. Teostati hipuraat-test ja nalidiksiinhappe tundlikkuse test. Hipuraatide hüdrolyüs: aasatais kampülobakterite kolooniaid emulgeeriti 0.4 ml naatriumhipuraadi lahuses ning inkubeeriti termostaatkapis üleöö temperatuuril  $37^{\circ}\text{C}$ . Lahust segati ning seejärel lisati ettevaatlikult (segunemise vältimiseks) 0.2 ml nin-hüdrini lahust ja inkubeeriti vesivannil kümme minutit. Positiivse reaktsiooni korral muutus lahus tumesiniseks ja negatiivse reaktsiooni korral helesiniseks. *C. jejuni* andis positiivse reaktsiooni ning *C. coli* ja *C. lari* negatiivse reaktsiooni. *Brucella* agaril säilitati külve umbes ühe nädala jooksul temperatuuril  $+4^{\circ}\text{C}$  mikroaerobses keskkonnas. Puhaskultuur (vähemalt üks koloonia igast positiivsest proovist) säilitati glütserooli puljongis (15% [v/v] glütserooli 1%-ses [w/v-mahukaal] proteoos-peptoonis) temperatuuril  $-70^{\circ}\text{C}$ . Värsked umbooleli-saldiseproovid võeti tapamajas broilerite algtootlemise liinilt. Proovimaterjal võeti umboolest steriilse 10  $\mu\text{l}$  külviaasaga ja asetati seejärel tuubi, mis sisaldas 10 ml Preston rikastuspuljongit (Oxoid, Basingstoke, UK). Proovidega tuubid asetati külmakasti  $+4^{\circ}\text{C}$  juurde ja toimetati laborisse nii kiiresti kui võimalik. Analüüsida-ga alustati proovivõtmisega samal päeval ja esimene etapp oli proovimaterjaliga tuubide asetamine termo-staatkappi, kus neid inkubeeriti mikroaerobsetes tingi-mustes  $42^{\circ}\text{C}$  juures 24 tundi. Fekaalproovide analüüsi järgnevad etapid kattuvad eespool esitatud linnuliha-proovide laboratoorsete analüüsidega.

*Campylobacter jejuni* serogruppide määramisel passiivse hemaglutinatsiooni meetodiga (Denka Seiken Co., LTD, Jaapan) koosnes analüüsimine neljast etapist: sensibiliseeritud bakteriaalse antigeeni lahuse valmistamisest, fikseeritud punaliblede ettevalmistamisest, sensibiliseeritud rakkude ettevalmistamisest ja passiivsest hemaglutinatsioonireaktsioonist ehk PHA-testist (*passive hemagglutination*).

*Campylobacter jejuni* ja *Campylobacter coli* DNAtüüpiseerimine tehti, kasutades pulseeriva välja geel-elektroforeesi (PFGE). PFGE analüüsiks kasvatati sü-

gavkülmast võetud kampülobakterite isolaate ühe ööpäeva jooksul *Brucella* agaril (Oxoid) ning seejärel tehti ümberkülv *Brucella* agarile ning plaate inkubeeriti ööpäeva jooksul mikroaeroobsetes tingimustes temperatuuril 37°C. Endogeense nukleaasi inaktiveerimiseks töödeldi bakterirakud formaldehüüdiga ning DNA valmistati ette varasemalt avaldatud meetodikatele (Maslow *et al.*, 1993; Hänninen *et al.*, 1998) kirjeldatu kohaselt. DNA lõhustati *Sma*I ja *Kpn*I ensüümidega 20 ühikut proovi kohta (New England Biolabs Inc.). DNA fragmendid eraldati 1%-ses agarosgeelis, mis asetati 0.5 X TBE puhvrise (45 mmol Tris, 45 mmol boorhape, 1 mmol EDTA) 200 V juures ning restriksiooni fragmendid eraldati 19 tunni jooksul pulsatsioonisagedustega 1–30 sekundit ja 1–25 sekundit, vastavalt ensüümile (*Sma*I ja *Kpn*I). DNA fragmentide eraldamiseks kasutati *Gene Navigator* aparati (Pharmacia LKB Biotechnology AB, Uppsala, Sweden). Genotüüpide hindamisel kasutati arvutipõhist tarkvara (*BioNumerics*, versioon 3.0; *Applied Maths*, Kortrijk, Belgia) ning visuaalset analüüsi. Omavahel tihedalt seotud genotüüpideks loeti genotüübid, mis erinesid üksteisest 1–3 fragmendi võrra.

Tundlikkuse määramiseks antibakteriaalsete ainete suhtes kasutati aastatel 2002 ja 2003 kogutud isolaatide puhul Kirby-Baueri disk-difusiooni meetodit ning epsilomeeter testi (*E-test*, AB Biodisk, Solna, Sweden) ning hinnati inhibitsioonitsooni ulatust. Aastatel 2005 ja 2006 ja hiljem kogutud tüvede antibiootikumide tundlikkuse määramisel kasutati minimaalse inhibeeriva kontsentratsiooni määramise VetMIC<sup>TM</sup>-testi (*National Veterinary Institute; Uppsala, Sweden*). Minimaalse inhibeeriva kontsentratsiooni määramine toimus Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi tööjuhendi alusel (Tööjuhend 4DB-TJ-16, 2005). Antibiootikumidele tundlikkuse määramisel kasutati kontrolltüvena *Campylobacter jejuni* ATCC 33560. Minimaalse inhibeeriva kontsentratsiooni (MIC) määramise töökäik koosnes erinevatest etappidest, millest olulisemad olid sügavkülmutatud tüvede väljakülvid *Brucella* agarile; baktersistensioonide valmistamine; baktersistensioonide külvamine VetMIC<sup>TM</sup> mikroplaatidele; baktersistensioonide puhtuse ja tiheduse kontroll ja MIC arvu määramine. Resistentsuse määramisel, kasutades Kirby-Baueri disk-difusiooni meetodit ja epsilomeeter-testi, kasutati järgnevaid inhibitsiooni tsooni diameetreid (mm) ja MIC tundlikkuse piire: ampitsilliin  $\leq 13$  mm ja MIC  $\geq 32$  µg/ml, tsiprofloksatsiin  $\leq 26$  mm ja MIC  $\geq 4$  µg/ml, erütromütsiin  $\leq 26$  mm ja MIC  $\geq 32$  µg/ml, gentamütsiin  $\leq 12$  mm, nalidiksiinhape  $\leq 26$  mm ja tetratsükliin  $\leq 31$  mm ja MIC  $\geq 16$  µg/ml (CLSI, 2004). Aastatel 2005 ja 2006 kasutati VetMIC<sup>TM</sup> testi ja isoleeritud *Campylobacter* tüvede antibiootikumidele tundlikkuse määramisel kasutati järgnevaid MIC tundlikkuse piire: ampitsilliin 32 µg/ml, enrofloxatsiin 1 µg/ml, erütromütsiin 16 µg/ml, gentamütsiin 8 µg/ml, nalidiksiinhape 32 µg/ml ja oksütetratsükliin 4 µg/ml (Tööjuhend 4DB-TJ-16, 2005). Kampülobakterite levimuse näitajate statistilisel töötlemisel kasutati Hii-ruut testi. Antibiootikumidele tundlikkuse määramise andmed registreeriti, kasutades MS Excel 2003 tarkvara (Microsoft Corpora-

tion; Redmond, WA, USA), ja andmete statistiline analüüs tehti tarkvarapaketi SPSS 13.0 (Statistical Package for Social Sciences 13.0 for Windows, SPSS Inc.; Chicago, IL, USA). Iga katseobjekti (resistentne või multiresistentne *Campylobacter* isolaat) tarvis määrati resistentsus binaarsel skaalal eraldi kõigi kuue antibiootikumi suhtes. Multiresistentsus defineeriti kui samaaegne resistentsus kolme või enama sõltumatu antibiootikumi suhtes. Uurimaks paarikaupa seoseid üksikute resistentsuste vahel ning seoseid üksikute resistentsuste ja multiresistentsuse vahel, hinnati Spearmani astakorrelatsioonikordajate ning šansside suhete väärtused. Antibiootikumidele resistentsuse tasemete võrdlemisel multiresistentsete ja mitte multiresistentsete tüvede vahel kasutati Mann-Whitney testi.

## Tulemused ja arutelu

### Linnulihatoodete saastatus

Aastatel 2000 ja 2002 uuriti doktoritöös 279 värsket linnuliha proovi, millest 90 koguti Eesti väikese võimsusega ning 189 suure võimsusega lihakäitlemise ettevõtte toodangust. Eesti suure võimsusega lihakäitlemise ettevõtte toodangu proovid koguti Tartu linna turgudelt. Kõikide antud perioodil kogutud proovide näol oli tegemist jahutatud toodetega, mida säilitati +4°C kuni +7°C juures. Aastatel 2000 ja 2002 võrreldi suure võimsusega Eesti lihakäitlemisetevõtte ning väikese võimsusega Eesti lihakäitlemisetevõtte linnulihatoodete saastatust termofiilsete kampülobakteritega. Analüüsi tulemused näitasid, et saastumise protsendid olid vastavalt 6.3% ja 35.6% ning seega oli Eesti väikese võimsusega lihakäitlemisetevõtte toodang võrreldes Eesti suure võimsusega lihakäitlemisetevõtte linnulihatoodanguga oluliselt ( $P < 0.001$ ) rohkem saastunud. Suure võimsusega käitlemisetevõttel olid heade tootmistavade rakendamiseks paremad tingimused ning rakendati efektiivseid kvaliteedi kontrollimise programme. Kõrged kontaminatsiooninäitajad Eesti väikese võimsusega käitlemisetevõtte toodangus olid seotud toodete mitmete ristsaastumisevõimalustega. Ristsaastumise näitena võiks esitada rümpade automaatsete jahutussüsteemide asemel kasutatud ebahügieenilised jahutusveevannid, mis võimaldasid saastunud jahutusvee kaudu mikroobse kontaminatsiooni levikut. Eelneva tõestamiseks võeti uurimise käigus väikese võimsusega käitlemisetevõttest rümpade loputusvee proovid ning laboratoorse analüüsi tulemusena selgus, et kõik proovid ( $n = 10$ ) olid termofiilsete kampülobakteritega saastunud. Lisaks eeltoodule oli väikese võimsusega käitlemisetevõtetes hügieeni-probleemiks ka manuaalsete protseduuride kasutamine automaatsete süsteemide asemel. Eesti suure võimsusega linnuliha käitlemisetevõtte omanduses olid mitmed linnufarmid ning head hügieenitavad kasutusel nii farma-, tapamaja- kui tootmise tasandil. Vesijahutuse asemel õhkjahutuse kasutamine tapamajades võimaldab oluliselt alandada jahutatud linnulihatoodete saastumise määra enterobakteritega (Sanches *et al.*, 2002; Rosenquist *et al.*, 2003). Efektiivsete kvaliteedikontrolliprogrammide ning rümpade õhkjahutuse kasutamine või-

maldab oluliselt vähendada kontaminatsiooni kampülobakteritega, mida ilmekalt tõestavad ka antud uurimuse tulemused. Antud perioodil läbi viidud uuringus leiti samuti, et broilerite rümbad ja tiivatükid osutusid oluliselt ( $P < 0.001$ ) rohkem saastunuks (28% ja 31.3%) kui broilerite rinna- ja kintsutükid (0% ja 0%). Tiivatükkidel on nahapind kurrulisem ja sulefolliikulid suuremad, mis loob bakteritele loputamise järel nahapinnale püsijäämiseks soodsamad võimalused. Avatud sulefolliikulid, nahakurrud ja -kriimustused võimaldavad kampülobakteritel nahapinnale kinnituda ning püsima jääda ka pärast intensiivset rümpade loputamist (Chantarapanont *et al.*, 2003). Folliikulite sulgumisel jahutamisprotseduuri jooksul on tõenäoline, et folliikulitesse jäävad püsima ka mõned sinna eelnevalt sattunud mikroorganismid.

Aastatel 2002 ja 2003 uuriti kokku 630 linnuliha-proovi. Eesti päritoluga toodete proove oli 416 (66%) ning importtoodangu proove 214 (34%). Laboratoorseks uurimiseks võeti erinevaid jahutatud ja külmutatud linnuliha tooteid: kanarümbad, -tiivad, -hakkliha, rinna- ja kintsutükid ning kalkunikoivad. Eesti päritolu toodetest osutus kampülobakterite suhtes positiivseteks 36 proovi (8.7%) ning importtoodetest 34 (15.9%). Eesti päritoluga tooted olid jahutatud ning välismaise päritoluga tooted külmutatud. Külmutamise protsessis kampülobakterid enamasti hukuvad, mõned saavad subletaalseid kahjustusi, kuid säilitavad eluvõime. Kampülobakteritele subletaalseid kahjustusi põhjustavad tegurid on madal temperatuur, osmootne stress ning toitainete puudus (Humphrey, 1994). Külmutatud importtoodete kõrgemad saastumise näitajad võrreldes Eesti päritolu jahutatud linnuliha toodetega, on tingitud tõenäoliselt kõrgest algkontaminatsioonist. Mida kõrgem on linnuliha bakteritega algsaastatus, seda tõenäosem on, et külmütöötlemine ei hävita kõiki kampülobaktereid. Eesti jahutatud linnuliha toodete saastumise protsent (9.1%) on madalam kui enamikus arenenud riikides, kus kontaminatsiooni näitajad ulatuvad isegi üle viiekümne protsendi (Dominguez *et al.*, 2002). Toore ja külmutatud linnuliha ostmise jaekaubandusest ning selle tarbimine pärast ebapiisavat kuumtöötlemist on oluline riskifaktor spo-

raadilise *Campylobacter* infektsiooni tekkes (erinevuse määr = 2.42;  $P = 0.042$ ) (Kapperud *et al.*, 1992).

Efektiivsete kvaliteedikontrolliprogrammide ning tapamajades rümpade õhkjahutuse rakendamine tingib madalama kampülobakteritega saastumise, mida tõestavad ka antud uurimistöö tulemused. Võrreldes Eesti toodetega olid importtooted rohkem saastunud ning, tuginedes eeltoodud tulemuste analüüsile, võib kinnitada, et kodumaiste linnuliha toodete tarbimine on ohutum, kusjuures tõhustada tuleb importtoodete ja nende tootja-te kontrolli.

Aastatel 2005 ja 2006 koguti ja analüüsiti kokku 716 Eesti päritolu jahutatud broileriliha proovi. Termofiilsete kampülobakterite suhtes osutus positiivseks 45 proovi (6.3%). Kõige rohkem saastunud proove esines juulist oktoobrini, mil uuriti 386 proovi ja kampülobakterite suhtes osutus positiivseteks neist 37 (9.6%). Ülejäänud kuudel kogutud proovide analüüsimisel selgus, et linnuliha proovide saastumine termofiilsete kampülobakteritega oli väga madal või ei esinenud kampülobaktereid uuritud proovides üldse.

*Campylobacter* spp. esinemise tulemused Eesti broileriliha proovides aastatel 2000–2010 on esitatud tabelis 1. Selgub, et ühtekokku 11.2% broileriliha proovidest olid *Campylobacter*-positiivsed. Uuringud aastate lõikes näitavad, et suurem linnuliha *Campylobacter* spp. saastumine esines aastatel 2000 (35.6%), 2003 (28.8%) ja 2004 (29.8%). Edasiselt toimus *Campylobacter*-positiivsete proovide osakaalu vähenemine 5.9%-lt 2005. aastal kuni 2.2%-ni 2007. aastal ning mõningane suurenemine aastatel 2008 kuni 2010, kui 4.9–8.3% proovidest olid *Campylobacter*-positiivsed. *Campylobacter* spp. kontaminatsiooni esines kõige rohkem juulist septembrini (joonis 1), kui ühtekokku 24.2% proovidest olid kontamineeritud. Perioodidel aprill kuni juuni ning oktoober kuni detsember leiti kampülobaktereid vastavalt 2.9% ja 9.5% proovidest. Kõige vähem *Campylobacter*-positiivsed proove esines ajavahemikus jaanuar kuni märts, kui 2.6% proovidest olid kontamineeritud. Aastatel 2000–2010 isoleeritud tüvedest 97.7% oli detekteeritud, kui *C. jejuni* ( $n = 216$ ), 1.8%, kui *C. coli* ( $n = 4$ ), ja 0.5% moodustas *C. lari* ( $n = 1$ ).

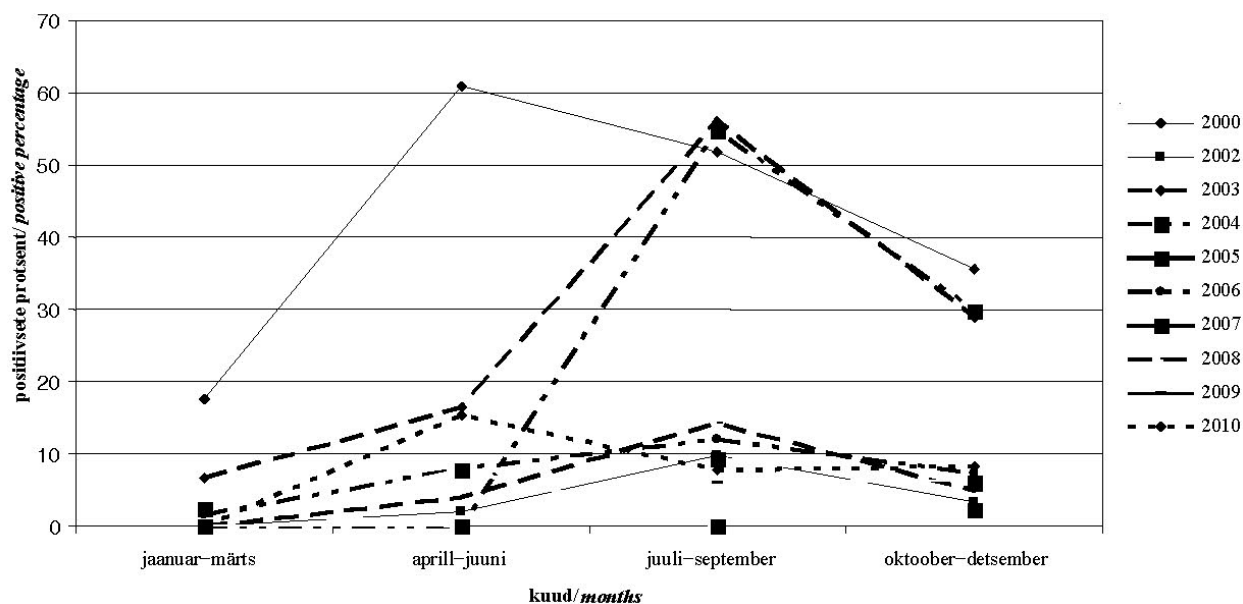
**Tabel 1.** *Campylobacter* spp. esinemine broileriliha proovides Eestis

**Table 1.** Occurrence of *Campylobacter* spp. broiler chicken meat samples in Estonia

| Aasta/year  | Positiivsete proovide arv/proovide arv kokku (positiivsete %)       |              |                 |                    |                  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|--------------------|------------------|
|             | The number of positive samples/total number of samples (positive %) |              |                 |                    |                  |
|             | jaanuar–märts                                                       | aprill–juuni | juuli–september | oktoober–detsember | Kokku/Total      |
| 2000        | 3/17 (17.6)                                                         | 14/23 (60.9) | 15/29 (51.7)    | 0/21 (0)           | 32/90 (35.6)     |
| 2002        | 0/87 (0)                                                            | 2/97 (2.1)   | 12/124 (9.7)    | 1/131 (0.8)        | 15/439 (3.4)     |
| 2003        | 2/30 (6.7)                                                          | 13/79 (16.5) | 19/34 (55.9)    | 21/48 (43.8)       | 55/191 (28.8)    |
| 2004        | 0/2 (0)                                                             | 0/6 (0)      | 71/130 (54.6)   | 14/147 (9.5)       | 85/285 (29.8)    |
| 2005        | 2/85 (2.4)                                                          | 0/121 (0)    | 13/140 (9.3)    | 16/177 (9.0)       | 31/523 (5.9)     |
| 2006        | 1/62 (1.6)                                                          | 5/62 (8.1)   | 8/66 (12.1)     | 0/3 (0)            | 14/193 (7.3)     |
| 2007*       | 0/8 (0)                                                             | 1/13 (7.7)   | 0/13 (0)        | 0/12 (0)           | 1/46 (2.2)       |
| 2008**      | 0/26(0)                                                             | 1/26 (3.9)   | 4/28 (14.3)     | 0/22 (0)           | 5/102 (4.9)      |
| 2009*       | 0/4 (0)                                                             | 0/13 (0)     | 1/17 (5.9)      | 2/14 (14.3)        | 3/48 (6.3)       |
| 2010*       | 0/8 (0)                                                             | 2/13 (15.4)  | 1/13 (7.7)      | 1/14 (7.1)         | 4/48 (8.3)       |
| Kokku/Total | 8/305 (2.6)                                                         | 13/453 (2.9) | 144/594 (24.2)  | 56/589 (9.5)       | 221/1,965 (11.2) |

\*\* Euroopa Liidu võrdlusalusuurings uuritud värsked broileriliha proovid/Fresh broiler meat samples analysed within European Union baseline study

\* Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi zoonootiliste haigustekitajate seires uuritud värsked broileriliha proovid/Fresh broiler meat samples analysed within state monitoring program for zoonotic agents in Estonian Veterinary and Food Laboratory



**Joonis 1.** Linnuliha *Campylobacter* kontaminatsiooni hooajaline varieeruvus  
**Figure 1.** Seasonality of *Campylobacter* contamination on poultry meat

### Kampülobakterite sero- ja genotüüpiline jaotumus

Eestis jaekaubandusest kogutud toorest linnulihast isoleeritud *Campylobacter* spp. tüved osutusid sero- ja genotüüpselt jaotuselt mitmekesiseks (tabel 2). 54-st *Campylobacter jejuni* tüvest identifitseeriti 11 erinevat serotüüpi, millest 9 seondusid eelkõige Eesti toodetest isoleeritud ning 5 importtoodetest isoleeritud tüvedega. Sero- ja genotüüpilise jaotumuse ja toodete päritolu (müügipunktide) vahel ei esinenud selget seost. Töös kasutatud serospetsiifilise seerumiga (Denka Seiken Co., LTD, Jaapan) osutusid 12 tüve mitte serotüüpiseeritavateks ning kolm tüve kuulusid kompleks-serotüüpi. Kõige rohkem tüvesid (54%) kuulus serotüüpidesse O:1,44; O:21 ja O:55, vastavalt 28%, 13% ja 13%. Eesti päritolu toodetest identifitseeriti kaheksa erinevat *Campylobacter jejuni* serotüüpi, üks kompleksserotüüp ning kolm tüve osutusid mitte serotüüpiseeritavateks. Broilerli-

lihast identifitseeriti kõige rohkem *Campylobacter jejuni* tüvesid, mis kuulusid serotüüpidesse O:1,44 (32%) ning O:21 (19%). Tüved, mis kuulusid serotüüpi O:1,44, isoleeriti Eesti, Taani, Ameerika Ühendriikide, Ungari ja Soome päritoluga linnulihast ning seega on antud serotüübil ulatuslik geograafiline levik. Erinevates riikides tehtud varasemad uuringud (Nielsen *et al.*, 1997; Vierikko *et al.*, 2004; Devane *et al.*, 2005 ja Miller *et al.*, 2005) on samuti tõestanud isoleeritud kampülobakterite tüvede kuulumise serotüüpi O:1,44. Ungari päritolu kalkuniliha isoleeritud *Campylobacter jejuni* tüved ( $n = 17$ ) jaotusid kolme erinevasse serotüüpi: O:55 (29%), O:1,44 (18%) ning O:18 (12%). Serotüüpidesse O:2, O:4-kompleks ning O:12, mis eelnevate uuringute alusel on osutunud omaseks nii lindudele kui inimestele, kuulus meie uuringute alusel kokku 13% kampülobakterite isolaatidest.

**Tabel 2.** Eesti jaekaubandusest pärit toorest linnulihast isoleeritud *Campylobacter jejuni*\* ( $n = 54$ ) serotüüpide ja *Campylobacter* spp.\*\* PFGE genotüüpide jaotumus

**Table 2.** Distribution of *Campylobacter jejuni*\* serotypes and *Campylobacter* spp.\*\* ( $n = 70$ ) PFGE genotypes isolated from raw retail poultry from Estonia

| Riik/Country   | Serotüüp (konkreetsed serotüübi arvukus)/ Serotype<br>(number of certain serotype)                                     | Pulsotüüp/Pulsotype                               |                                                               |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                                                        | SmaI                                              | KpnI                                                          |
| Taani/Denmark  | O:1,44 (4); O:21 (3); O:41 (1)                                                                                         | 6, 7, 23                                          | 6, 7, 23, 31, 32                                              |
| Soome/Finland  | O:1,44 (1)                                                                                                             | 26                                                | 26                                                            |
| USA            | O:1,44 (1); MT <sup>b</sup> (2)                                                                                        | 4, 5, 10                                          | 4, 5, 22                                                      |
| Ungari/Hungary | O:1,44 (3); O:18 (2); O:55 (5); MT <sup>b</sup> (7)                                                                    | 1, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20             | 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 35                            |
| Eesti/Estonia  | O:1,44 (6); O:2 (2); O:4-kompleks (2); O:11 (1); O:12 (3); O:21 (4); O:27 (1); O:38 (1); O:55 (2); MT <sup>b</sup> (3) | 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29 | 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 21, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 33, 34, 36 |

\* $n = 54$ ; \*\* $n = 70$

<sup>a</sup>alla joonitud PFGE genotüüpi isoleeriti erinevatest riikidest pärit linnulihast/underlined PFGE type has been detected in poultry originated from more than one country

<sup>b</sup>MT – mitte tüüpiseeritav/nontypeable

70 *Campylobacter*'i isolaadi genotüüpiseerimine andis 29 *Sma*I ning 34 *Kpn*I PFGE tüüpi, mis osutas restriktisooniensüümi *Kpn*I suuremale genotüüpiseerimise võimele. Veelgi enam osutas *Kpn*I kasuks fakt, et viie *Campylobacter*'i isolaadi DNA ei lõhustunud üldse *Sma*I ensüümi kasutades. Üldiselt võib öelda, et erinevate riikide toodangust isoleeritud kampülobakterite tüved ei kattunud genotüüpiliselt koosluselt üksteisega, välja arvatud *Sma*I PFGE-tüüp 1, millesse kuulusid nii Eesti kui Ungari tüved, ning *Kpn*I PFGE-tüüp 22, millesse kuulusid nii Eesti kui Ameerika Ühendriikide toodangust pärit kampülobakterite tüved. Enamik tüvedest, mis kuulusid samasse PFGE genotüüpi, pärinesid konkreetse riigi toodetest. Makrorestriktisiooni kombinatsioon andis 37 PFGE-tüüpi, millest 33 koosnesid *C. jejuni* (89%), kaks *C. coli* (5.5%) ning kaks *Campylobacter* spp. isolaatidest (5.5%). Uuringutega leiti, et ühte PFGE-tüüpi kuulunud kampülobakterite tüved kuulusid sageli erinevatesse serotüüpidesse ning vastupidi.

### Kampülobakterite tüvede tundlikkus antibiootikumidele

Antud uurimistöös tehti kampülobakterite antibiootikumidele tundlikkuse määramine aastatel 2002 ja 2003 isoleeritud ning aastatel 2005 ja 2006 isoleeritud tüvedega. Mainitud varasemal perioodil (aastatel 2002 ja 2003) isoleeritud kampülobakterite tüvedega ( $n = 70$ ) tehti antibiootikumide tundlikkuse määramine ampitsilliini, erütromütsiini, gentamütsiini, nalidiksiinhappe, tetratsükliini ning tsiprofloksatsiini suhtes. Resistentsete tüvede protsent ampitsilliinile, erütromütsiini, nalidiksiinhappele, tetratsükliinile ja tsiprofloksatsiini oli vastavalt 19.4%, 16.6%, 44.4%, 22.2% ja 44.4%. Linnulihaist isoleeritud kampülobakterite tüved olid absoluutselt tundlikud vaid gentamütsiini. Kahte erinevasse antibiootikumirühma kuuluvate antibiootikumide suhtes esines tüvede üheaegne resistentsus põhiliselt

kombinatsioonis nalidiksiinhape/tsiprofloksatsiin ja tetratsükliin (22.2%). Uurimisperioodil 2002 a ja 2003 a ei isoleeritud ühtegi multiresistentset tüve (resistentne vähemalt kolme erinevasse rühma kuuluva antibiootikumi suhtes). Disk-difusiooni ja *E*-testi tulemused katusid niivõrd, et kõik tüved, mis osutusid tundlikuks disk-difusiooni testiga, osutusid tundlikeks ka *E*-testi tulemuste alusel.

Aastatel 2005 ja 2006 isoleeritud *Campylobacter*'i tüvede antibiootikumi tundlikkuse määramisel olid tulemused märksa murettekitavamad, sest 36 isolaati (27.5%) osutusid multiresistentseteks ehk olid resistentsed kolme või enama erinevasse rühma kuuluva antibiootikumi suhtes. Ühe või rohkema antibiootikumi suhtes esines resistentsus 104 isolaadil (79.4%). Kaksikümmend isolaati (15.3%) osutusid resistentsed kolme erinevasse rühma kuuluva antibiootikumi suhtes, 13 isolaati (10%) nelja erinevasse rühma kuuluva antibiootikumi suhtes ning kolm isolaati olid resistentsed kõigi testitud antibiootikumide suhtes. Resistentsetest antibiootikumidele eraldi hinnates selgus, et kõige rohkem oli resistentsed tüvesid enroflokstsatiini ja nalidiksiinhappe suhtes, kus vastavalt 73.3% ja 75.6% kampülobakterite tüvedest osutus resistentsed. Järgnesid tetratsükliini (32.1%), erütromütsiini (19.8%), gentamütsiini (19.1%) ning ampitsilliini (7.6%) suhtes resistentsed osutunud tüved. Võrreldes mitte multiresistentsete tüvedega oli multiresistentsete *C. jejuni* tüvede antibiootikumide suhtes resistentsuse tase nalidiksiinhappe ja enroflokstsatiini korral oluliselt kõrgem (Mann-Whitney test,  $p = 0.026$ ). Resistentsete teiste antimikroobsete ühendite ei olnud multiresistentsete ja mitte multiresistentsete tüvede võrdluses oluliselt erinev ( $p > 0.05$ ). Seega, aastatel 2005 ja 2006 toimunud uuringud osutasid võimalusele, et fluorokinoloonide kasutamine linnukasvatustes võib esile kutsuda multiresistentsete tüvede tekke.

**Tabel 3.** Broilerilihaist 2005. ja 2006. aastal isoleeritud *C. jejuni* tüvede ( $n = 131$ ) antibiootikumidele tundlikkus

**Table 3.** Antimicrobial sensitivity of *C. jejuni* isolates ( $n = 131$ ) from broiler chickens collected in 2005 and 2006 in Estonia

| Antibiootikum/<br>antimicrobial <sup>a</sup> | Antibiootikumi kontsentratsioon/<br>antimicrobial concentration range<br>(µg/ml) VetMIC <sup>TM</sup> Camp | Tundlikkuse piir/<br>breakpoint*<br>(µg/ml) | Resistentsete tüvede arv/No.<br>of resistant strains (%) |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Am                                           | 0.5–64                                                                                                     | 32                                          | 10 (7.6)                                                 |
| Ef                                           | 0.03–4                                                                                                     | 1                                           | 96 (73.3)                                                |
| Em                                           | 0.12–16                                                                                                    | 16                                          | 26 (19.8)                                                |
| Gm                                           | 0.25–8                                                                                                     | 8                                           | 25 (19.1)                                                |
| Nal                                          | 1–128                                                                                                      | 32                                          | 99 (75.6)                                                |
| Tc                                           | 0.25–32                                                                                                    | 4                                           | 42 (32.1)                                                |

<sup>a</sup>a ntibiootikum/antimicrobial: Am, Ampitsilliin/Ampicillin; Ef, Enroflokstsatiin/Enrofloxacin; Em, Erütromütsiin/Erythromycin;

Gm, Gentamütsiin/ Gentamicin; Nal, Nalidiksiinhape/Nalidixic acid; Tc, Oksütetratsükliin/Oxytetracycline

\*piirväärtus, alates millest loetakse *Campylobacter* isolaat resistentseks/breakpoints between susceptible and resistant isolates

Kampülobakterite antibiootikumidele resistentsete tüvede tundlikkuse määramise uurimuse tulemused on olulised, sest kemoterapeutikumi valik bakteriaalse infektsiooni korral sõltub diagnoosist ja tekitaja antibiootikumitundlikkusest. Õige kemoterapeutikumi annustamine ja raviskeemist kinnipidamine on mikrobiaalse nakkuse ravi ning polüresistentsete mikroobitüvede tekke välti-

mise alus. Teadustööde tulemusena on selgunud, et termofiilsetel kampülobakteritel on unikaalne võime muuta resistentseks kinoloonrühma preparaatide suhtes (Gootz *et al.*, 1991). Uuringute tulemusi aluseks võttes soovitati lindude haiguste profülaktikas mitte kasutada söötades antibiootikume, kusjuures eriti taunitavaks peeti kinoloonrühma antibiootikumide kasutamist.

Profülaktilistel eesmärkidel antibiootikumide kasutamise lindude söödasegudes on Euroopa Liidus keelatud, kuna on leitud, et nende sisaldumine söödasegudes põhjustab bakterite polüresistentsete tüvede teket. Antud uurimuse tulemused osutasid kaudselt faktile, et lindude söödasegudes kasutatakse antibiootikume, mida kinnitab eeskätt aastatel 2005 ja 2006 lindude roojast ja linnuliha toodetest suurel arvul resistentsete tüvede isoleerimine. Riiklikku seiret korraldavatele veterinaarinspektoritele peaksid uurimuse tulemused selgitama loomakasvatusestevõttes antibiootikumide kasutamise põhimõtteid ning olema aluseks antibiootikumide jääkainete määramise proovivõtu plaanide koostamisel.

Uurimistöö tulemusena leiti, et tuleb tõhustada veterinaar- ja humaanmeditsiini spetsialistide koostööd rahva tervishoiu parendamisel. Head hügieenitavad peavad leidma rakendamist nii tootmise, jaekaubanduse kui tarbija tasandil, mis võimaldab paljude enteraalsete haiguste ennetamist. Tõrjeprogrammide rakendamisel on vajalik kõikide linnufarmide pidevad uuringud ning lindude tapmise eelselt tuleb välja selgitada linnukarjade tabandumine. Lindlates tuleb rakendada väga rangeid bioohutuse võtteid. Ristsaastumise ja *Campylobacter* spp. kontaminatsiooni vähendamise või vältimise eesmärgil tuleb kampülobakterite suhtes negatiivsed karjad tappa eraldi positiivsetest ning soovitatavalt tapmispäeva esimesel poolel kampülobakterite suhtes negatiivsed ning teisel poolel positiivsed karjad. Kodulindude tapamajades tuleb suuremat tähelepanu pöörata sellele, et tapmisele järgnevad protseduurid minimeeriks soolesisaldise sattumise rümpadele. Üks võimalus oleks nt tapaliinide töökiiruse vähendamine ning kasutatava puhata loputusvee koguse suurendamine. Oluline võimalus kontaminatsiooni vähendamiseks oleks ka intensiivsema ning pikemaajalise rümpade õhkjahutamise kasutamine.

Väga oluline on antud uurimistöö informatsiooni edastamine turustamisotstarbelise toidutoorme ja toidu käitlejatele, kes on kohustatud muutma või täiendama tehnoloogilisi skeeme ja leidma teisi lahendusi, et vältida tarbijale potentsiaalselt ohtliku tooraine või toidu turustamist.

### Kokkuvõte ja järeldused

Eesti väikese võimsusega ettevõtte linnuliha toodang oli võrreldes suure võimsusega ettevõtte toodanguga oluliselt ( $P < 0.001$ ) rohkem kampülobakteritega saastunud. Lindude rümbad ja tiivatükid (vastavalt 28% ja 31.3%) olid rinna- ja kintsutükkidega (0% ja 0%) võrreldes oluliselt sagedamini saastunud.

Eesti päritolu jahutatud linnuliha toodete saastumine termofiilsete kampülobakteritega oli 9.1%, kusjuures külmutatud importtoodetel ulatus see näitaja 15.9%-ni. Imporditud linnuliha kõrgem saastumine võis olla tingitud algtootmise kõrgest kontaminatsioonist termofiilsete kampülobakteritega.

Võrreldes Tallinnast kogutud proovidega osutasid Tartu turgudel võetud linnulihaproovid termofiilsete kampülobakteritega oluliselt rohkem saastunuteks. Selline erinevus võis olla tingitud proovide laboratooriumi-

misse toimetamise erinevatest transpordiaegadest. Tartust võetud proovid toimetati analüüsimiseks laboratooriumisse praktiliselt kohe pärast proovide võtmist, kuid Tallinnast võetud proovid analüüsiti Helsingi Ülikooli toidu- ja keskkonnahügieeni laboris, mis tähendas mitmete tundide võrra pikemat aega analüüsi alguseni.

Hooajaliselt isoleeriti Eestis müüdud toorestelt linnuliha toodetelt termofiilseid kampülobaktereid kõige sagedamini juunist kuni novembrini.

Meie termofiilsete kampülobakterite uuringud, mis sellises ulatuses olid Eesti veterinaarmeditsiinis esimesed, peavad jätkuma, et täiendavate uuringutega selgitada välja *Campylobacter* spp. levimust ja esinemissagedust põllumajandusloomade karjade tasandil. Uuringute jätkumine on vajalik ka edasiste *Campylobacter* spp. kontaminatsiooni suundumuste väljaselgitamisel.

Võttes kokku termofiilsete kampülobakterite uuringud aastast 2000 kuni 2010, võib järeldada, et võrreldes enamike Euroopa Liidu liikmesriikide vastavate näitajatega on Eesti broileriliha *Campylobacter* spp. saastatus viimastel aastatel olnud märkimisväärselt madal. Sarnaselt Taani, Norra, Rootsi ja Soomega esineb Eesti linnuliha *Campylobacter* kontaminatsioonimäärades selge hooajaline erinevus ning termofiilsete kampülobakterite esinemise kõrghooajaks võib pidada ajavahemikku juulist kuni septembrini. Kõige enam domineerib *Campylobacter* spp. tüvede seas *C. jejuni*.

Uuringutest saadud tulemused osutasid toiduainetest isoleeritud kampülobakterite tüvede sero- ja genotüüpilise mitmekesisusele. Olulist seost serotüüpilise jaotumuse ja proovide päritolu vahel antud uuringutes ei leitud. Seitsmekümne *Campylobacter*'i isolaadi genotüüpiseerimine näitas, et restriksiooniensüüm *KpnI* on võrreldes *SmaI*-ga suurema genotüüpide eraldamisvõimega. Nimelt andis restriksiooniensüüm *KpnI* meie uuringutes 34 PFGE-tüüpi võrreldes *SmaI* restriksiooniensüümi 29 genotüübiga. PFGE analüüs *KpnI* ja *SmaI* ensüümidega tõestas head kampülobakterite isolaatide tüüpiseerimise ning katsete korratavuse võimet. Selge seos oli genotüüpilise jaotumuse ja proovide päritolu vahel, kuid genotüüpide ja geograafilise piirkonna seotus vajab ulatuslikumaid uuringuid.

Antud uurimuse tulemused näitasid toiduainetest isoleeritud kampülobakterite tüvede kõrget resistentsust praktiliselt kõikide uuringus kasutatud antimikroobsete ühendite suhtes. Kõrged minimaalsed inhibeerivad kontsentratsioonid (MIK) makroliidide ja fluorokinoloonide suhtes osutavad tõenäoliselt võimalikele tervishoiualastele probleemidele, tingituna asjaolust, et erütromütsiin ja teatud fluorokinoloonid on inimeste kampülobakteritest põhjustatud infektsioonide ravis esimesi valikpreparaate. Uuringutulemuste eriti muretekitavaks faktiks tuleb aga pidada multiresistentsete kampülobakterite tüvede kõrget arvu, 36 isolaati ehk 27,5% isoleeritud kampülobakterite tüvedest osutus multiresistentseks. Aastatel 2005 ja 2006 toimunud uuringud osutasid selgelt faktile, et fluorokinoloonide kasutamine võib esile kutsuda multiresistentsete tüvede tekke.

*Campylobacter* spp. antibiootikumidele tundlikkuse uuringud peavad jätkuma, et selgitada välja resistentsu-

se suundumusi ning seonduvaid resistentsusmehhanisme ja võimalusi termofiilsete kampülobakterite resistentsuse/multiresistentsuse vähendamiseks Eestis.

### Ettepanekud

Antud uuringutega jõuti järeldusele, et on veel mitmeid valdkondi, mis vajaksid enam tähelepanu. Vajalik on jätkata uuringutega linnufarmide tasandil ning leida teaduslikud põhjendused saastumisastme muutustele erinevatel aastaagadel ning aastatel. *Campylobacter* spp. kontrolli programme loomisel ja rakendamisel tuleks lähtuda Põhjamaade senisest kogemusest. Põhjamaades rakendatavate *Campylobacter* spp. kontrolli programmide üldine tähelepanu on suunatud bioohutuse tagamisele linnufarmide tasandil, et vältida karjade nakatumist. Teise olulise strateegiana tuleks rakendada lindude logistilist tapmist ehk *Campylobacter* positiivsed karjad tapetakse kas päeva lõpul või täiesti eraldi päevadel. Positiivsetest karjadest pärit lindude rümbad tuleks kuumtöödelda või rakendada nende töötlemisel vähemalt viienädalast rümpade külmutamist. Inimestel esinevate *Campylobacter* spp. nakkusjuhtude arvu vähendamiseks või infektsiooni ennetamiseks, samuti *Campylobacter* infektsiooni suundumuste alaste teadmiste hankimisel tuleks veterinaarmeditsiini spetsialistidel arendada koostööd humanmeditsiini teadlaste ning kliinistidega. Patogeenide multiresistentsed tüved peegeldavad pikema perioodi jooksul toimunud antibiootikumide kasutamist, mis antud uuringutes andsid arvukalt multiresistentseid isolaate. Multiresistentsete isolaatide ulatuslik esiletulek on suur risk inimeste tervisele ning limiteerib kampülobakteritest põhjustatud infektsioonide ravimisel antibiootikumteraapia rakendamist. Eestis on toiduloomade tasandil vaja rakendada senisest märksa karmimat antibiootikumide kasutamise poliitikat, seda eriti fluorokinolonide osas. Jätkata tuleb mikroobide antibiootikumidele tundlikkuse uuringutega, et määrata kampülobakterite resistentsuse tekke tendentse, resistentsuse mehhanisme ning võimalusi toidupatogeenide resistentsuse vähendamiseks Eestis. Rakendada tuleb *Campylobacter* spp. teaduspõhist riskihindamist, riskiohjamist ja riskikommunikatsiooni ning seda kogu toidutootmise ahela ulatuses.

### Tänuavaldused

Käesolev töö on valminud Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduhügieeni osakonna, Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi ja Helsingi Ülikooli toiduhügieeni ja keskkonnatervise laboratooriumides. Uurimistööd on finantseerinud Eesti Teadusfond (grant nr 4,979), Eesti Maaülikool (baasfinantseerimise projekt nr 8-2/T5081VLVL05, EMÜ doktorikool) ja Euroopa Sotsiaalfond Eestis, projekt nr 8-2/T5138VLVL.

### Kirjandus

- Abbott, S.L., Waddington, M., Lindquist, D., Ware, J., Cheung, W., Ely, J., Janda, J.M. 2005. Description of *Campylobacter curvus* and *C. curvus*-like strains associated with sporadic episodes of bloody gastroenteritis and Brainerd's diarrhea. *Journal of Clinical Microbiology*, 43, p. 585–588.
- Bhaduri, S., Cottrell, B. 2004. Survival of Cold-Stressed *Campylobacter jejuni* on Ground Chicken and Chicken Skin during Frozen Storage. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, p. 7103–7109.
- Chantarapanont, W., Berrang, M., Frank, J.F. 2003. Direct microscopic observation and viability determination of *Campylobacter jejuni* on chicken skin. *Journal of Food Protection*, 66, p. 2222–2230.
- CLSI, Clinical and Laboratory Standards Institute. 2004. National Committee for Clinical Laboratory Standards: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; fourteenth informational supplement M100-S14, vol. 24, no. 1. CLSI, Wayne, PA.
- Domingues, C., Gomez, I., Zumalacarregui, J. 2002. Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail chicken meat in Spain. *International Journal of Food Microbiology*, 72, p. 165–168.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2009. Assessing Health Benefits of Controlling *Campylobacter* in the Food Chain. EFSA Scientific Colloquium Summary Report. ISBN: 978-92-9199-134-1.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2010. Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-Borne Outbreaks in the European Union in 2008.
- Euzeby, J.P. 2006. Dictionnaire de bacteriologie veterinaire. <http://www.bacdico.net>.
- Friedman, C.R., J. Neimann, H.C. Wegener, Tauxe, R.V. 2000. Epidemiology of *Campylobacter jejuni* in the United States and other industrialized nations, In: I. Nachamkin and M.J. Blaser (Eds.) *Campylobacter*, 2nd ed., ASM Press, Washington, USA, p. 121–138.
- Frost, J.A., Gillespie, J.A., O'Brien, S.J. 2002. Public Health implications of *Campylobacter* outbreaks in England and Wales, 1995–1999: epidemiological and microbiological investigations. *Epidemiology and Infection*, 128, p. 111–118.
- Gootz, T.D., Martin, B.A. 1991. Characterization of high-level quinolone resistance in *Campylobacter jejuni*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 35, p. 840–846.
- Gorkiewicz, G., Feierl, G., Zechner, R., Zechner, E.L. 2002. Transmission of *Campylobacter hyointestinalis* from pig to human. *Journal of Clinical Microbiology*, 40, p. 2601–2605.
- Hänninen, M.-L., Pajarre, S., Klossner, M.-L., Rautelin, H. 1998. Typing of human *Campylobacter jejuni* isolates in Finland by pulsed-field gel electrophoresis. *Journal of Clinical Microbiology*, 36, p. 1787–1789.
- Hänninen, M.-L., Perko-Mäkelä, P., Pitkälä, A., Rautelin, H., 2000. A three-year study of *Campylobacter jejuni* genotypes in humans with domestically acquired infections and in chicken samples from the Helsinki area. *Journal of Clinical Microbiology*, 38, p. 1998–2000.
- Hänninen, M.-L., Haajanen, H., Pummi, T., Wermundsen, K., Katila, M.-L., Sarkkinen, H., Miettinen, I., Rautelin, H. 2003. Detection and typing of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* and analysis of indicator organisms in three waterborne outbreaks in Finland. *Applied and Environment Microbiology*, 69, p. 1391–1396.

- Hänninen, M.-L., Kärenlampi, R. 2004. *Campylobacter* in waterborne epidemics in Finland. *Water Science and Technology*, 4, p. 39–45.
- Humphrey, T.J. 1994. Techniques for the isolation of *Campylobacter* from food and the environment. Report on a WHO. Consultation on epidemiology and control of campylobacteriosis. The Netherlands, p. 79–83.
- Kapperud, G., Skjerve, E., Bean, N.H., Ostroff, S.M., Lassen, J. 1992. Risk factors for sporadic *Campylobacter* infections: results of a case-control study in southeastern Norway. *Journal of Clinical Microbiology*, 30, p. 3117–3121.
- Kuusi, M., Nuorti, J.P., Hänninen, M.-L., Koskela, M., Jussila, V., Kela, E., Miettinen, I., Ruutu, P. 2005. A large outbreak of campylobacteriosis associated with a municipal water supply in Finland. *Epidemiology and Infection*, 133(4), p. 593–601.
- Maslow, J. N., A. M. Slutsky, and R. D. Arbeit. 1993. Application of pulsed-field gel electrophoresis to molecular epidemiology, p. 563–572. In: D. H. Persing, T. F. Smith, F. C. Tenover, and T. J. White (Eds.), *Diagnostic molecular microbiology: principles and applications*. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
- NMKL Method, vol. 119. *Campylobacter jejuncoli*. Detection in foods, 2nd ed. The Nordic Committee on Food Analysis.
- Roasto, M. *Campylobacter* spp. in poultry and raw poultry meat products in Estonia with special reference to subtyping and antimicrobial susceptibility. A thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Veterinary Medicine. Tartu 2008. ISBN: 978-9949-426-48-5.
- Rosenquist, H., Nielsen, N.L., Sommer, H.M., Norrung, B., Christensen, B.B. 2003. Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis associated with thermophilic *Campylobacter* species in chickens. *International Journal of Food Microbiology*, 83, 87–103.
- Rosenquist, H., Boysen, L., Galliano, C., Nordentoft, S., Ethelberg, S., Borck, B. 2009. Danish strategies to Control *Campylobacter* in broilers and broiler meat: facts and effects. *Epidemiology and Infection*, 137, p. 1742–1750.
- Sanches, M.X., Fluckey, W.M., Brashears, M.M., McKee, S.R. 2002. Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air-chilled and immersion-chilled environments. *Journal of Food Protection*, 65, 948–956.
- Schönberg-Norio, D., Takkinen, J., Hänninen, M.-L., Katila, M.L., Kaukoranta, S.S., Mattila, L., Rautelin, H. 2004. Swimming and *Campylobacter* infections. *Emerging Infectious Diseases*, 10(8), 1474–1477.
- Stafford, R.J., Schluter, P., Kirk, M., Wilson, A., Unicomb, L., Ashbolt, R., Gregory, J., the OzFoodNet Working Group. 2006. A multi-centre prospective case-control study of campylobacter infection in persons aged 5 years and older in Australia. *Epidemiology and Infection* Nov., 1–11, epub ahead of print.
- Tööjuhend 4DB-TJ-16 *Campylobacter jejuni/coli* tundlikkuse määramine antibakteriaalsete ainete suhtes VetMIC CAMP meetodil. Veterinaar- ja Toidulaboratoorium 2005.
- Wingstrand, A., Neimann, J., Engberg, J., Nielsen, E.M., Gerner-Smidt, P., Wegener, H.C., Molbak, K. 2006. Fresh chicken as main risk factor for campylobacteriosis, Denmark. *Emerging Infectious Diseases*, 12(2), p. 280–284.

### ***Campylobacter* spp. in estonian food chain in 2000–2010**

Mati Roasto\*, Kadri Meremäe, Kristi Praakle-Amin, Ari Hörman, Terje Elias, Merike Lillenberg, Andres Elias, Toomas Kramarenko, Liidia Häkkinen, Piret Põltsama, Mihkel Mäesaar, Priit Elias, Marja-Liisa Hänninen

#### **Summary**

Nowadays, *Campylobacter jejuni* and *C. coli* are the most common registered bacterial causes of human intestinal infections in many developed countries. Several epidemiological studies have shown that handling or eating poultry is an important risk factor for acquisition of campylobacteriosis. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs, contains microbiological criteria for specific food/microorganism combinations and the implementing rules to be complied with by food business operators at all stages of the food chain. To date no criteria have been established for *Campylobacter* spp. in foodstuffs.

The objectives of the present study were: 1) To determine *Campylobacter* spp. in raw retail poultry meat in Estonia in order to provide data for understanding the significance of poultry as a potential source of human *Campylobacter* infection in Estonia, 2) To serotype and PFGE genotype *Campylobacter* isolates originating from raw retail poultry meat to understand the distribution and diversity of serotypes and PFGE genotypes in Estonia, 3) To determine the antimicrobial susceptibility of the isolated *Campylobacter* strains in order to compare it to respective levels in other EU countries and to understand the problem severity in Estonia.

In present study it was found: 1) The proportion of *Campylobacter* spp. positive samples on fresh chicken products was 11.2% from the total of 1965 samples in Estonia. Proportion of *Campylobacter* positive samples on fresh chicken products of Estonian origin was 9.1% compared to 15.9% obtained from imported frozen raw poultry products in 2002 and 2003.

Analysis of seasonality of *Campylobacter* positive samples indicated that the seasonal peak of *Campylobacter* on chicken meat was from June to October, 2) High serotype and genotype diversity among *Campylobacter* isolates from raw retail poultry meat in Estonia. The serotype distribution did not show association with the origin of the sample.

The genotyping of the 70 *Campylobacter* isolates showed *KpnI* to be more discriminatory, yielding 34 PFGE types compared to 29 obtained by *SmaI*. PFGE with the enzymes *KpnI* and *SmaI* for digestion proved to be discriminatory, repeatable and reproducible, 3) High resistance patterns of isolated *Campylobacter* spp. strains for several antimicrobials. Multidrug resistance in Estonian broiler chicken isolates was one of the highest reported in latest studies of broiler chicken *Campylobacter* isolates all over the world. Our findings in 2005 and 2006 suggest that the use of fluoroquinolones may select multiresistant strains since resistance to erythromycin, gentamicin or oxytetracycline was exceptional without simultaneous resistance to fluoroquinolones.

Finally, this study revealed that there are several areas where further studies are required. More studies to monitor the potential *Campylobacter* levels and the reasons for changes in contamination levels with time are needed in Estonia. Antimicrobial susceptibility studies need to be continued to find the trends in levels of *Campylobacter* resistance as well as the mechanisms for resistance and potential to decrease the *Campylobacter* resistance in Estonia. Research based risk assessment, risk management and risk communication has to be performed in Estonia in relation with *Campylobacter* spp. entire in food chain, and similar *Campylobacter* spp. control programs used in the Nordic countries could be applied in Estonia.

# ERI VILJELUSVIISIDE MÕJU KARTULI SAAGISTRUKTUURI ELEMENTIDE KUJUNEMISELE

Berit Tein\*, Vyacheslav Ereemeev  
Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut  
Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu, e-mail: btein@emu.ee

**ABSTRACT.** In the experimental field of the Department of Field Crops and Grassland Husbandry the yield structure elements (total yield, commercial tubers, commercial yield, average weight of tubers per plant, number of tubers per plant, weight of tubers per plant, starch content in tubers, starch yield) of potato were studied in 2008 in cultivar 'Ants' and in 2009 in cultivar 'Reet'. The potato was part of the five years crop rotation experiment where red clover, winter wheat, fieldpeas, potato and barley were following each other. In the both experiment years there were three production variants which followed the crop rotation. In one variant pesticides were used and the others were conversion to organic and conversion to organic with manure without any synthetic agrochemicals. In mineral fertilizing variant on the background of  $P_{25}$  and  $K_{95}$  kg ha<sup>-1</sup> the N amount varied from 50 to 150 kg ha<sup>-1</sup> and agrochemicals were used. In the variant  $N_0P_0K_0$  and in variants conversion to organic the potato tubers which followed the fieldpeas had higher starch content in tubers in both experimental years. Total yield, commercial tubers, commercial yield, average weight of tubers per plant, number of tubers per plant, weight of tubers per plant and starch yield increased in both years with increase of the amount of mineral N.

**Keywords:** commercial yield, number of tubers, starch, weight of tubers, yield.

## Sissejuhatus

Käesoleval ajal on kartul enamikus maades üks põhilisi toiduaineid, ilma milleta ei osata läbi saada. Seega on kartulil kindel koht maailma tähtsamate toiduviljade seas (Kiik, 1989). Kartul on tänu soodsale kliimale, suurele saagivõimele ja mitmekülsetele kasutamisvõimustele ka Eestis üks levinumaid toiduaineid (Säga, 2000; Lõhmus, 2002). Nagu teiste kultuuride puhul, tuleb ka kartuli kvaliteetse ja kõrge saagi saamiseks rakendada komplekselt erinevaid mahapanekueelseid ja agrotehnilisi võtteid. Õige agrotehnika kõrval on väga oluline roll kvaliteetsel seemnematerjalil (Tartlan, 1994), sobival mullastikul ja küllaldaselt taimekaitsel (Koppel, 2007). Lisaks saadavale toodangule on kartul mullaviljakust suurendav ning umbrohtumust vähendav kultuur (Ereemeev, 2000).

Mahepõllumajanduses jäävad saagid ja mugulad tavaliselt väiksemaks kui tavapõllumajanduses, kuid siin need on enamasti parema kvaliteediga. Lämmastikupuudus on peamisi põhjuseid, miks saak madalamaks jääb ja taimede kasv häiritud on (Luik *et al.*, 2008). Mahepõllumajanduses tuleks saagi suurendamiseks kasuta-

da külvikorda ja orgaanilisi väetisi, millele kartul reageerib väga hästi. Optimaalne annus on (40)50–60 tonni käärinud sõnnikut hektarile. Rikkaliku mugulasaagi kasvatamiseks vajavad kartulitaimed rohkesti toitaineid, mistõttu tuleb neid mulda viia ka mineraalväetistega. Mineraalväetistega antavad taimetoiteelementide kogused sõltuvad kartuli kasvatamise eesmärgist, eelviljast, orgaaniliste väetistega väetamisest ja mulla fosfori- ja kaaliumitarbest (Kevvai, Kärblane, 1996). Lämmastikuvajaduse teadmine ei ole oluline ainult majanduslikust vaatenurgast, vaid ka keskkonnast, sest lämmastiku liigne kasutamine põhjustab nitraatide leostumist mullast ning keskkonna saastumist (Addiscott *et al.*, 1991). Lämmastikuga üleväetamine võib viia ka saagikuse langemiseni, sest põhjustab kartulitaimede mineraalset mürgistust (White *et al.*, 2007).

Käesoleva töö eesmärk on uurida, kuidas külvikord ja erinevad lämmastikväetise kogused mõjuvad kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele.

## Metoodika

Põldkatsed viidi läbi Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi katsepõldudel 2008. ja 2009. aastal. Aastal 2008 kasutati katses kartulisorti 'Ants' ja 2009. aastal 'Reeta'. Variante oli mõlemal katseaastal kokku kuus – esimese/teise aasta üleminek mahedale, mis järgis külvikorda (Conv. Organic CR), esimese/teise aasta üleminek mahedale, mis järgis külvikorda ja sai lisaks ka orgaanilist väetist 40 t ha<sup>-1</sup> (Conv. Organic CR + M) ja  $N_0P_0K_0$ ,  $N_{50}P_{25}K_{95}$ ,  $N_{100}P_{25}K_{95}$  ning  $N_{150}P_{25}K_{95}$ . Mineraalväetistega väetatud variandid said sama koguse fosforit ( $P$  25 kg ha<sup>-1</sup>) ja kaaliumit ( $K$  95 kg ha<sup>-1</sup>), muutus vaid lämmastiku ( $N$ ) kogus: 50–150 kg ha<sup>-1</sup>. Kartul oli üks osa viieaastasest külvikorra eksperimendist, kus punane ristik, talinisu, hernes, kartul ja oder punase ristiku allakülviga üksteisele järgnesid. Mõlemal katseaastal kasutati mineraalväetist Kemira Grow How Power N:P:K – 5:14:28 ja ammoniumsalpeetrit AN 34.4 N:P:K – 34:0:0. Mineraalväetistega väetatud variantidel ja variandil  $N_0P_0K_0$  tehti ka erinevaid keemilisi taimekaitseteid – 2008. aastal pritsiti kartulit insektitsiidiga Fastac 50 (0.15 l ha<sup>-1</sup>) ja 2009. katseaastal tehti pritsimised herbit-siidiga Titus 25 DF (40 g ha<sup>-1</sup>), insektitsiidiga Fastac 50 (0.15 l ha<sup>-1</sup>) ja fungitsiididega Revus 250 SC (0.6 l ha<sup>-1</sup>), Ridomil Gold MZ 68 WG (1.25 ja 2.5 kg ha<sup>-1</sup>) ja Shirilan (0.4 l ha<sup>-1</sup>). Katsed olid neljas korduses ja iga katselapi suurus oli 60 m<sup>2</sup>. Mugulatevaheline kaugus vaos oli 25 cm ja vagudevaheline laius 70 cm. Seemnemugulateks kasutati mugulaid, mille läbimõõt oli 35–55 cm.

Katseala mullastik oli näivleetunud (Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (Deckers et al., 2002)), lõimis kerge liivsavi ja huumuse tusedus 20–30 cm.

Mullaanalüüsid tehti Eesti Maaülikooli mullateaduse ja agrokeemia osakonnas. Katseala mullastik oli kergelt happeline  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6.0; süsinikusisaldus 1.38%; mobiilset fosforit 10.3 mg 100g<sup>-1</sup> (AL); mobiilset kaaliumit 17.9 mg 100g<sup>-1</sup> (AL); kaltsiumi 98.0 mg 100g<sup>-1</sup>; magneesiumi 16.4 mg 100g<sup>-1</sup>; lämmastikku 0.129% mullas.

2008. ja 2009. aasta ilmastikuolud olid mõnevõrra erinevad (tabel 1). Mai–september keskmine tempera-

tuur 2008. aastal oli 0.7 kraadi võrra jahedam kui samal perioodil paljude aastate keskmisena. 2009. aasta sama perioodi keskmine temperatuur oli samasugune nagu paljude aastate keskmine samal perioodil. Sademete poolest oli 2008. aasta vegetatsiooniperiood taimede kasvuks parem kui 2009. aasta, sest sademeid oli rohkem. Siiski oli mõlemal kasvuaastal sademeid vähem kui paljude aastate keskmisena. Vaadeldes tabelis 1 olevaid andmeid, võib öelda, et nii 2008. kui 2009. aasta olid siiski mõlemad kartulikasvatamiseks sobivad. Sademeid oli piisavalt ja ka temperatuurid jäid paljude aastate keskmiste lähedale.

**Tabel 1.** Keskised kuu temperatuurid (°C) ja sademed (mm) Eerikal vegetatsiooniperioodi vältel

**Table 1.** Average monthly temperatures (°C) and precipitation (mm) in Eerika during the vegetation period

| Kuu/Month                   | Temperatuurid, °C/Temperatures, °C |                  |                        | Sademed, mm/Precipitation, mm |              |                            |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
|                             | Keskmine 2008*                     | Keskmine 2009*   | Keskmine 1969–2004**   | Summa 2008*                   | Summa 2009*  | Keskmine summa 1969–2004** |
|                             | Average of 2008*                   | Average of 2009* | Average of 1969–2004** | Sum of 2008*                  | Sum of 2009* | Average Sum of 1969–2004** |
| Mai/May                     | 10.6                               | 11.5             | 11.3                   | 27.4                          | 13.4         | 57.0                       |
| Juuni/June                  | 14.5                               | 13.8             | 15.4                   | 110.6                         | 137.4        | 77.0                       |
| Juuli/July                  | 16.1                               | 16.9             | 17.3                   | 53.8                          | 54.6         | 81.0                       |
| August/August               | 15.8                               | 15.4             | 16.0                   | 117.8                         | 89.2         | 94.0                       |
| September/September         | 9.8                                | 12.8             | 10.6                   | 45.6                          | 49.0         | 60.0                       |
| Mai–September/May–September | 13.4                               | 14.1             | 14.1                   | 355.2                         | 343.6        | 369.0                      |

\* Eerika ilmajaama andmetel 2008. ja 2009. aastal

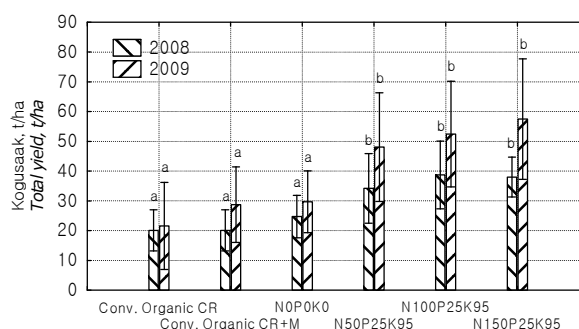
\*\* Eerika ilmajaama paljude aastate keskised 1969–2004

Ühe taime mugulate massi, arvu ja ühe mugula keskmise massi leidmiseks võeti enne saagi koristust proovid, mis koosnesid kümnest järjestikusest taimest. Mugulad fraktsioneeriti erinevatesse klassidesse – < 35 mm, 35–55 mm ja > 55 mm läbimõõduga mugulad – ja kaaluti. Arvutuslikult leiti ühe taime mugulate mass, arv ja ühe mugula keskmine mass. Kogusaak leiti kohe pärast mugulate koristust kaalumiseks. Kaubanduslikuks saagiks loeti mugulad, mille läbimõõt oli üle 35 mm. Mugulate tärglisesisaldus määrati Parovi kaaludega (Viileberg, 1976). Tärglise saagi arvutamisel võeti aluseks mugulate tärglisesisaldus ja kogusaak.

Katseandmed töödeldi tarkvaraga Statistica 7.0 (Anova, Fisher LSD test) (Statsoft, 2005).

## Tulemused ja arutelu

Suure ja kvaliteetse saagi moodustamiseks ning mulla viljakuse säilitamiseks tuleb mulda viia taimetoiteelemente. Taimetoiteelemente võib mulda viia orgaaniliste väetistega kui ka mineraalväetistega. Mahepõllumajanduslikes tingimustes aitab mullaviljakust parandada ja saagikust säilitada õige külvikord ja sobilikud eelviljad kartulile. Mõlemal katse aastal olid suurema saagikusega variandid, mis said mineraalväetisi (joonis 1).

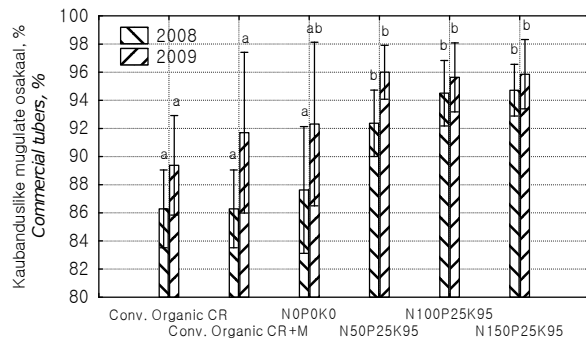


**Joonis 1.** Kogusaak, t ha<sup>-1</sup>. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 1.** Total yield, t ha<sup>-1</sup>. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

Mineraalväetised ja lämmastiku suuremad normid suurendavad saagikust oluliselt rohkem kui külvikord ja orgaanilised väetised. Variantidel, kus ei kasutatud mineraalväetisi, jäi saak viletsamaks seetõttu, et muld oli parema saagi moodustamiseks ebapiisavalt toitainetega varustatud. Mineraalväetistega on võimalik reguleerida, kui palju taimetoiteelemente mulda viiakse, tänu millele on võimalik saagikust planeerida. Kui eesmärk on saada paremaid saake, siis tuleks kindlasti kasutada suuremaid mineraalväetise ja lämmastikunorme. Katsest selgus, et 'Reet' on suurema saagipotentsiaaliga ja kasutab paremini toitaineid saagi moodustamiseks ära kui sort 'Ants'. Mahepõllumajanduslikes tingimustes sobib

enam sort 'Reet', sest annab nendes tingimustes paremat saaki ning omastab mullast rohkem toitaineid.

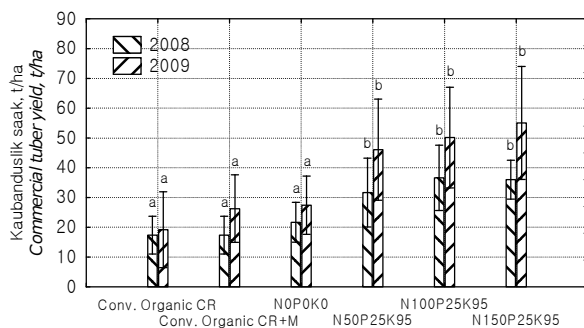


**Joonis 2.** Kaubanduslike mugulate osakaal, %. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 2.** Commercial tubers, %. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

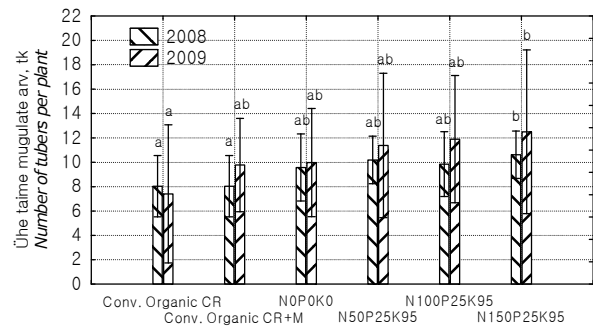
Lämmastikväetised suurendavad kaubanduslike mugulate osakaalu kogusaagis kui ka kaubanduslikku saaki (Kuldkepp, Roostalu, 2002). Toitainete piisava olemasolu korral mullas on kartulitaim võimeline kasvatama suuremad mugulad. Seeläbi suureneb kaubanduslike mugulate osakaal kogusaagis ja ka kaubanduslike mugulate saak. Joonistel 2 ja 3 on selgesti näha, et suuremad mineraalväetise kogused ja lämmastikväetise normid suurendavad nii kaubanduslike mugulate osakaalu kui ka kaubanduslikku saaki.

Mahepõllumajanduslikes tingimustes kasvatatud variantidel ja ka variandil  $N_0P_0K_0$  jäi suurema kaubandusliku saagi formeerumiseks puudu toitainetest. Seega moodustus enam väiksemaid ja väiksema kaaluga mugulaid. Samuti ei kasutatud mahepõllumajanduslikes tingimustes kasvatatud kartulitel taimekaitsevahendeid, mistõttu kulus taimel enam energiat taimekahjustajatega ja umbrohtudega toime tulemiseks, kui kaubanduslike mugulate formeerumiseks, ning lehemädanikku nakatumine peatas ühtlasi taimedel ka vegetatsiooni varem.



**Joonis 3.** Kaubanduslik saak,  $t\ ha^{-1}$ . Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 3.** Commercial tuber yield,  $t\ ha^{-1}$ . Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

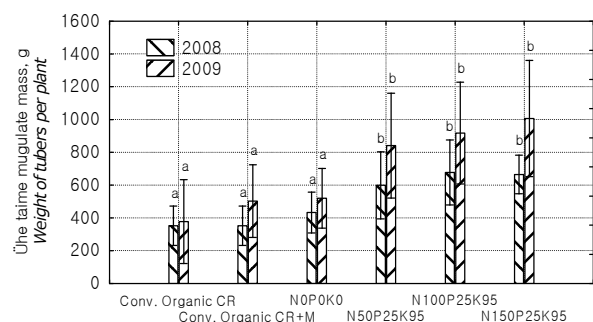


**Joonis 4.** Ühe taime mugulate arv, tk. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 4.** Number of tubers per plant. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

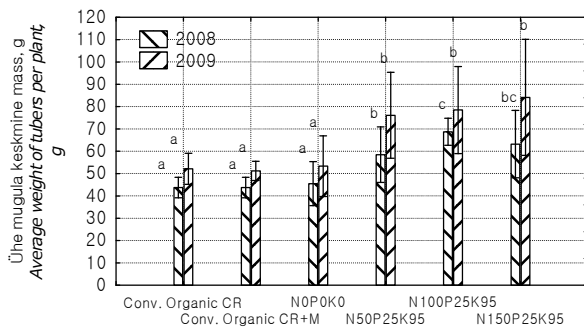
Jacksoni (1999) andmetel formeerub enam mugulaid taimedel, mida on väetatud madalamate lämmastikunormidega. Taimed, mis on saanud suuremaid lämmastikunorme, kulutavad enam energiat vegetatiivsete organite kasvuks ning moodustavad seeläbi vähem mugulaid.

Tehtud katsete tulemustest selgus, et suuremad lämmastikväetise normid hoopis suurendavad ühe taime mugulate arvu ning usutavalt suurendavad ühe taime mugulate arvu variandil  $N_{150}P_{25}K_{95}$  (joonis 4). Mugulate kiirem arenemine järgneb pärast generatiivorganite formeerumist. Kui lõpeb generatiivorganite formeerumine, hakkab järsult suurenema toitainete ladestumine stooloni tippudesse, mis pärast hakkab arenema rohkem mugulaid ning mugulate juurdekasvud kiirenevad (Jõudu, 2002b). Mineraalväetistega väetatud variantidel oli tagatud suurem toitainete varu mugulate arenemiseks ning seega moodustus neil variantidel ka enam mugulaid.



**Joonis 5.** Ühe taime mugulate mass, g. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 5.** Weight of tubers per plant. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )



**Joonis 6.** Ühe mugula keskmine mass, g. Statistiliselt usaldusväärselt erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 6.** Average weight of tubers per plant. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

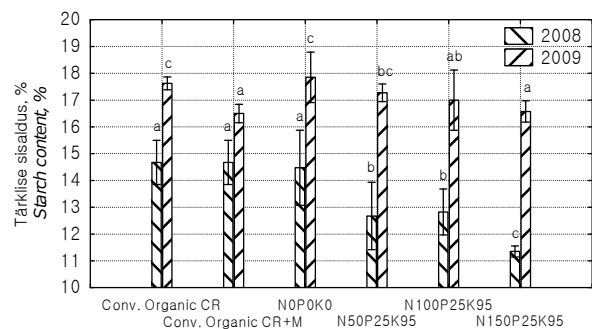
Ühe taime mugulate mass ja saagikus on omavahel seotud. Mugulate mass ühel taimel sõltub eelkõige sordist (Eremeev, 2000). Kahe katseaasta võrdlusest selgus, et 2008. aastal olid sordi 'Ants' mugulate massid ühel taimel kui ka mugulate arv pesas väiksemad kui sordil 'Reet' 2009. katseaastal. Selle põhjuseks on arvatavasti ebapiisav keemiline taimekaitse 2008. aastal. Samuti sõltub mugulate mass ilmastikutingimustest ja vajalike toitainete olemasolust mullas mugulate moodustumise ajal (Pabelo, Caldiz, 1989). Mida suurem on mugulate arvukus taime kohta, seda aeglasemalt kasvab mugula mass (Kuill, 1994). Variantidel, mis said mineraalväetisi, kasvasid mugulad suuremaks ja olid usutavalt ka suurema massiga (joonis 5), sest mugulate kasvuks olid tagatud piisav toitainetega varustatus. Mahepõllumajanduslikes tingimustes kasvanud variantidel ja ka variandil  $N_0P_0K_0$  oli mugulate kasvuks ja arenguks toitaineteid vähem kasutada, mis tingis ka väiksema ühe taime mugula massi.

Kogusaagi suurus on otseselt seotud mugulate massiga. Suurema ühe taime mugulate massiga variantidelt saadakse ka suurem kogusaak, mis lõppkokkuvõttes on ka majanduslikult tasuvam. Mida suurem on mugulate mass ja väiksem mugulate arv ühel taimel, seda suurem on ühe mugula keskmine mass (Singh, 1979). Keskmiselt varieerub ühe mugula mass taimel vahemikus 40–100 grammi. Antud katses oli suurima mugulate arvu ja massiga taime kohta variandid, mis said suurtes kogustes mineraalset lämmastikväetist. Ühe mugula suurima keskmise massiga olid samuti eelmainitud variandid (joonis 6).

Ühe taime mugulate arv ei pea reeglina olema väiksem, et saada suurema keskmise massiga mugulaid. Kui mineraalväetistega on tagatud piisav taime toitainetega varustatus, võib suurema keskmise massiga mugulaid saada ka taimedelt, mille mugulate arv pesas on suur, sest taimel on piisavalt toitained, tagamaks kõikide mugulate arenemine ja suuremaks kasvamise.

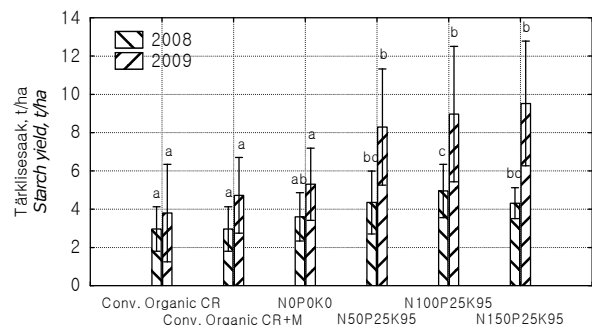
Kartulimugulate tärlisesisaldus on väga erinev ka sama sordi piires, kuid peamiselt sõltub kasvatatavast sordist, mugula küpsusest, kasvukohast, mugulate füsioloogilisest vanusest koristuse ajal, valguse intensiivsusest ja mulla veega varustatusest kasvuajal (van der Zaag, 1992; Koppel, 1995; van Eijk, Hak, 1995; Caldiz et al., 1996; Brunt et al., 2002) samuti mõjutavad agrotehnika, väetamine ja säilitustingimused (Jõudu, 2002a).

Lämmastikväetise koguste suurenedes väheneb mugulate tärlisesisaldus (joonis 7), kuid suureneb tärlise saak (joonis 8), sest suureneb mugulate kogusaak. Samuti on väitnud ka Raudväli et al. (1980) ning Vesik (1996). Suuremate lämmastikväetise normidega väetatud mugulatel on tärliseterades suurem veesisaldus (Jõudu, 2002a), mis vähendab mugulate tärlisesisaldust. Suuremad mugulad on üldiselt madalama tärlisesisaldusega kui väiksemad mugulad.



**Joonis 7.** Tärlisesisaldus, %. Statistiliselt usaldusväärselt erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 7.** Starch content, %. Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )



**Joonis 8.** Tärlise saak,  $t\ ha^{-1}$ . Statistiliselt usaldusväärselt erinevused ( $P < 0.05$ ) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega

**Figure 8.** Starch yield,  $t\ ha^{-1}$ . Means followed by the different letters in the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## Järeldused

Mineraalväetiste kasutamisel ( $N_{50}P_{25}K_{95}$ ,  $N_{100}P_{25}K_{95}$  and  $N_{150}P_{25}K_{95}$ ) suureneb kogusaak, kaubandusliku saagi osakaal kogusaagist, kaubanduslik saak, ühe taime mugulate arv, ühe taime mugulate mass, ühe mugula keskmine mass ja tärlise saak. Lämmastiku optimaalne kogus tavaviljeluses oleks 100–150  $kg\ ha^{-1}$ . Tärlisesisaldus oli suurem mahepõllumajanduslikes tingimustes kasvatatud variantidel ja variandil  $N_0P_0K_0$ , kuid tärlise saak jäi neil variantidel väiksemate kogusaakide tõttu väiksemaks. Külvikord aitab mahepõllumajanduses pa-

randada mulla viljakust ja säilitada kultuuride saagikust, kuid saagid ja ühe taime mugulate arv ning mass jäävad siiski väiksemateks kui tavaviljeluses, sest mugulate kasvuks ja arenguks on vähe toitaineid. Mugulate saagikus sõltub eelkõige mineraalväetiste kasutamisest. Kui eesmärk on saada parem saak, siis peaks kartulit väetama mineraalväetistega ning tegema vajalikus koguses taimekaitseteid.

### Kirjandus

- Addiscott, T.M., Whitmore, A.P. & Pawlson, D.S. 1991. Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem. – CAB International, Wallingford, 176 p.
- Brunt, K., Keizer-Zinsmister, J., Cazemier, J., Intema, P. 2002. Potato and starch quality in relation to variety, growing location and year. – Abstracts of Papers and Posters 15<sup>th</sup> Triennial conference of the EAPR, pp. 58.
- Caldiz, D.O., Brocchi G., Alaniz J.R., Marchan, L. 1996. Effects of the physiological age of seed potatoes on tuber initiation and starch and dry matter accumulation. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 31, pp. 853–858.
- Deckers, J.A., Driessen, P., Nachtergaele, F.O.F. & Spaargaren, O. 2002. World reference base for soil resources—in a nutshell. In Micheli, E., Nachtergaele, F.O., Jones, R.J.A., Montanarella, L. (eds.): Soil Classification 2001. – European Soil Bureau Research Report No. 7, EUR 20398 EN, pp. 173–181.
- Ereemeev, V. 2000. Seemnekartuli mahapanekueelse termilise töötlemise mõju mugulasaagi kujunemisele ja selle kvaliteedile. Magistritöö põllumajandusteaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal. Tartu, 80 lk.
- Jackson, S. D. 1999. Plant Physiology. 119, 1.
- Jõudu, J. 2002a. Kartulimugulate keemiline koostis. Kartulikasvatus (toimetanud J. Jõudu). Tartu, lk 57–68.
- Jõudu, J. 2002b. Kartuli kasvu mõjutavad tegurid ja mugulate moodustumine. Kartulikasvatus (toimetanud J. Jõudu). Tartu, lk 69–102.
- Kevvai, L., Kärblane, H. 1996. Kartuli väetamine. – Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. Eesti Põllumajandusministeerium. Tallinn, lk 216–217.
- Kiik, H. 1989. Maaailma viljad. Tallinn, 560 lk.
- Koppel, M. 1995. Kartuli kvaliteedinõuded. Kartuli tootmine, töötlemine ja tarbimine Eesti Vabariigis. Tallinn, lk 72–75.
- Koppel, M. 2007. Tänavused kogemused Jõgevalt. – Maamajandus (september): lk 22–25.
- Kuill, T. 1994. Kartuli saagikust mõjutavad tegurid. Teadustööde kogumik: Agronoomia 178. Tartu, lk 32–36.
- Kuldkepp, P., Roostalu, H. 2002. Väetiste kasutamine, andmisajad ja -viisid. Kartulikasvatus (toimetanud J. Jõudu). Tartu, lk 155–163.
- Luik M., Mikk M., Vetemaa A. 2008. Mahepõllumajanduse alused. EV Põllumajandusministeerium, 174 lk.
- Lõhmus, A. 2002. Kartulisaadused ja nende tootmine. – Kartulikasvatus (toimetanud J. Jõudu). Tartu, lk 507–524.
- Melnichuk, G. 1991. Individual development of potato in the extreme north. Research bulletin of the N. I. Vavilov Institute of plant industry. Fasc 214. Tuber crops. Russia, pp. 20–25. (In russian)
- Panolo, M., Caldiz, D.O. 1989. Influence of early haulm killing of seed crops on subsequent sprouting, physiological ageing and tuber yield. *Potato Research*, 32, pp. 3–7.
- Raudväli, E., Sirendi, A., Eerits, A. 1980. Eri väetiste mõju kartulisaagi kujunemisele. Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. *Kartulikasvatus*, nr. 10, lk 26–35.
- Singh, S. 1979. Biometrical association in *Solanum Tuberosum* (L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 13/3, pp. 123–126.
- Statsoft. 2005. Statistica 7.0. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA. 716 p.
- Säga, E. 2000. Seemnemugulate mahapanekueelse ettevalmistamisviisi ja katteloori mõju varajaste kartulisortide mugulasaagi moodustamisele. Magistritöö põllumajandusteaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal. Tartu, 77 lk.
- Tartlan, L. 1994. Seemnekartuli kasvatuses seonduvatest probleemidest. Seemnekartuli kasvatamine 1. Jõgeva, lk 27–31.
- Van der Zaag, D. E. 1992. Potatoes and their cultivation in the Netherlands. Haag, 76 p.
- Van Eijk, P. C. M., Hak, P. S. 1995. Fried potato products. – *Potato Magazine*, Summer 1995. Den Haag, pp. 12–14.
- Vesik, E. 1996. Kartulikasvatus. Agronoomiline teatmik. 77 lk.
- Viileberg, K. 1976. Mugulviljad. Põllukultuurid ja nende hindamine (koostanud E. Reimets). Tallinn, lk 107–135.
- White, P. J., Wheatley, R. E., Hammond, J. P., Zhang, K. 2007. Minerals, Soils and Roots. *Potato Biology and Biotechnology – Advances and Perspectives* (edited by D. Vreugdenhil, J. Bradsahaw, C. Gebhardt, F. Govers, D. K. L. Mackerron, M. A. Taylor, H. Ross). ELSEVIER, pp. 739–752.

### Effect of different production methods on yield structure elements of potato

Berit Tein, Vyacheslav Ereemeev  
btein@emu.ee

### Summary

Using mineral fertilizers ( $N_{50}P_{25}K_{95}$ ,  $N_{100}P_{25}K_{95}$  and  $N_{150}P_{25}K_{95}$ ) tuber yield, commercial yield as well as the percentage of marketable tubers, average weight of tubers per plant, number of tubers per plant, weight of tubers per plant and starch yield increased significantly. The optimal amount of nitrogen for conventional farming is 100–150 kg ha<sup>-1</sup>. Starch content in tubers were higher on variants that were grown conversion to organically and on variant  $N_0P_0K_0$ , but the starch yield remained lower because the total yield remained lower on these variants. In organic farming the crop rotation helps to improve the soil fertility and maintain crops yields, but yields and average weight and number of tubers per plant still remain lower than in conventional farming, because of the lack of nutrients for tuber formation and development in the soil. Tuber yield mainly depends on using mineral fertilizers. When higher yields are the main purpose, potato should receive adequate amounts of fertilizers and agrochemicals should be used when necessary.

# SIGADE RÜMBA- JA LIHAKVALITEETI MÕJUTAVAD TEGURID. I KULDI TÕU JA SIGADE SOO MÕJU RÜMBA KOOSTISELE

Alo Tänavots\*<sup>1</sup>, Aarne Põldvere<sup>1,2</sup>, Riina Soidla<sup>1</sup>, Lembit Lepasalu<sup>1</sup>, Stanislav Žurbenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

<sup>2</sup> Eesti Tõusigade Aretusühistu, Aretuse 2, 61406 Tartu  
alo.tanavots@emu.ee

**ABSTRACT.** Crossbred progeny, both barrows and sows, of Estonian Landrace and Estonian Large White sows sired by Duroc, Pietrain and crossbred white breed boars, were evaluated for carcass traits. Progeny of purebred Duroc sires were heavier at slaughter, and had heavier carcasses than those sired by Pietrain boars. Therefore data were adjusted to 100 kg live body weight. Pietrain sire progenies showed superiority over white sire progenies concerning average daily gain. Duroc sire progenies carcasses exhibited higher fat deposition and lower lean meat content. Sex had significant effects on fat thickness, being higher on barrows however carcass length I was longer on gilts. Although barrows had a larger area of m. longissimus dorsi, their lean meat content was little bit lower due to thicker fat. Sires of both breeds have beneficial traits which can be utilized in commercial pork production and merit further investigation.

**Keywords:** Pietrain, Duroc, gender, carcass quality, leanness, backfat.

## Sissejuhatus

Sigade tõud, mida kasutatakse nuumsigade tootmiseks, erinevad kasvukiiruse, rümba koostise ja lihakvaliteedi poolest. Seetõttu on oluline tagada sealihatööstusele vastuvõetav rümba kvaliteet. Mõned tõud on rümbanäitajate poolest paremad kui teised (McLaren *et al.*, 1987; Ellis *et al.*, 1996; Moeller *et al.*, 1998; Tänavots, Põldvere, 2006). Sissetoodavad uued tõud võivad sisaldada kasutamata potentsiaali, parandamaks kohalike sigade liha kvaliteeti. Pjetraani tõugu sigade populatsioon on laialt levinud Euroopas, Põhja-Ameerikas kasutatakse seda tõugu vähem. Sigade lihakvaliteedi parandamiseks koostati 1995. aastal ristandaretusprogramm Marmorliha, mis annab juhised nuumsigade tootmiseks kolme või nelja seatõu ristamisel. Eesti sigade ristandaretusprogrammi Marmorliha põhiseisukohad kinnitati 1999. a, mida täiendati 2007. a (Ristandaretusprogramm ..., 2011). Programm nägi ette heade lihaomadustega kultide importi, parandamaks kohalike valgete tõugude lihakvaliteeti. Samal aastal toodi Rootsist Eestisse hämpširi tõugu kuldid ning neli aastat hiljem lisandusid pjetraani tõugu sead Austriast. Kuna hämpširi ja pjetraani kultide järglaste liha maitseomadused ja värvus ei rahuldanud enam tarbijat, otsustas Eesti Tõusigade Aretusühistu 2009. aastal importida Kanadast puhtatõulisi djuroki tõugu kulte (Kütt, 2009). Mõnes ristamisprogrammis kasutatakse djuroki tõugu sigu isaliinide aretuse lõpp-

astmes (näiteks Taani, Kanada) (Canadian Centre for ..., 2003; Lengerken, Wicke, 2006).

Töö eesmärk on võrrelda djuroki ja pjetraani tõugu kultide ristandjärglaste ning orikate ja emiste rümpade kvaliteedinäitajaid tootmistingimustes.

## Materjal ja meetoodika

### Andmete kogumine

Uurimuses kasutatud Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmete farmidest pärinevat 24 ristandjärglast saadi pjetraani ja djuroki tõugu kultide ning djuroki ja eesti maatõugu (DL) ristandkultide ristamisel eesti maatõugu ja suurt valget tõugu ristandemistega. Lisaks värviliste kultide ristandjärglaste katsegrupile kasutati katses kontrollgrupina ( $n = 6$ ) ainult valgete tõugude järglaste kombinatsioone (puhtatõuline eesti suur valge ning eesti maatõugu ja eesti suurt valget tõugu ristandemised). Katsesead valiti välja, kasutades sigade jõudlusandmete kogumise programmi 'Possu'. Kuna uuritavad sead olid eelnevalt määristatud kõrvamärkidega, oli võimalik arvestada ka sigade põlvnemist. Katses osalenud sigadest 12 olid emised ja 18 orikad (tabel 1). Kuna uuritavaid tõukombinatsioone ei kasvatatud ühes farmis, valiti katsesead kuuest tippnuumafarmist. Sigu peeti kuni tapmiseni rühmasulgudes ajavahemikul 16. märts kuni 3. detsember 2010. Kõikides farmides söödeti sigu sarnase kuivisöödaga.

**Tabel 1.** Sigade jagunemine kuldi tõu ja soo lõikes  
**Table 1.** Distribution of pigs by sire breed and sex

| Kuldi tõug/Sire breed             | Emiseid/Gilts | Orikaid/Barrows |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|
| Pjetraan/Pietrain                 | –             | 4               |
| Djurok/Duroc                      | 7             | 8               |
| DL/Duroc x Estonian Landrace (DL) | 2             | 3               |
| Valged tõud/White breeds          | 3             | 3               |
| Kokku/Total                       | 12            | 18              |

Sead saavutasid tapaküpsuse keskmiselt 173.57 päevaga, kusjuures nende kehamass selles vanuses oli keskmiselt 115.09 kg. Samas peab mainima, et kehamasside varieeruvus oli suhteliselt suur ( $s = 11,58$  kg), erinedes 40.82 kg (tabel 2). Seetõttu korregeeriti massi-iibe, rümba pikkuste, tailihaosakaalu ja pekipaksuste väärtused 100 kg kehamassile valemiga:

$$Y = \frac{y(a + bx_s)}{a + bx}$$

kus  $Y$  on korrigeeritud tunnus,  $y$  tegeliku tunnuse väärtus,  $x_s$  standardkehamaas 100 kg,  $x$  tegelikult mõõdetud kehamass,  $a$  ja  $b$  regressioonivõrrandi koefitsiendid.

Tänu elusmassi suurele erinevusele varieerus ka rümbamass suurtes piirides (65.00–93.00 kg). Keskmise pekipaksuse erinevust 13.50 mm võib pidada samuti suureks. Uuritud sigadest ainult ühe rümp kuulus tailiha osakaalu alusel U-klassi. S- ja E-klassi kuuluvad rümbad jagunesid suhteliselt võrdselt, vastavalt 25 ja 17.

Sead tapeti viies Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmi tapapunktis ja ühes lihatööstuses koheselt pärast sigade saabumist. Pärast sigade tapmist ja lihakehade töötlemist poolitati searümbad piki selgroogu ning rümbapooled kaaluti 0.1-kilogrammise täpsusega. Rümba tailihasisaldus määrati intraskoobiga Veterinaar ja Toiduameti kehtestatud metoodika kohaselt (Alt, 2006), ühtlasi klassifitseeriti rümbad tailiha protsendi järgi SEUROP süsteemis.

Tapajärgselt, 45 minutit pärast tapmist mõõdeti mõõdulindiga parema rümbapole pikkused ja pekipaksused. Rümba pikkused mõõdeti häbemelu liiduse eesmisest servast kuni esimese kaelalüli kraniaalse servani (pikkus I) ja häbemelu liiduse eesmisest servast kuni roide ja rinnaku liitumiskohani (pikkus II). Pekipaksuste mõõtmiskohad olid aga õlgmiku paksemalt kohalt, 6.–7. roide kohalt, selja õhemalt kohalt, keske tuharalihase (*m. gluteus medius*) kõrgemast punktist

(joonis 1). Keskmise seljapeki paksus arvutati nende nelja mõõtmekeskmisena.

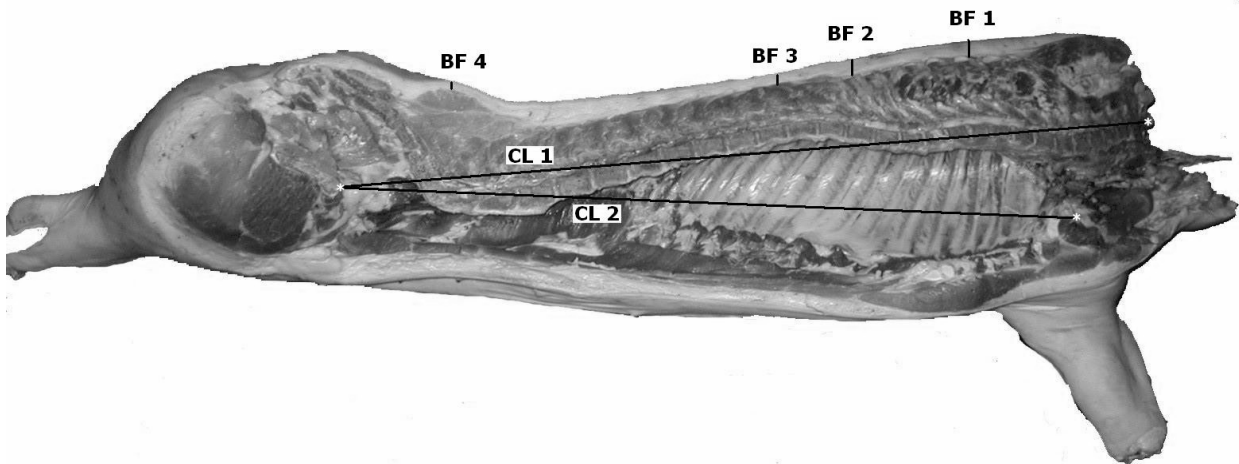
**Tabel 2.** Andmete kirjeldav statistika (n = 30)

**Table 2.** Descriptive statistics of the data (n = 30)

| Näitaja/Trait                        | $\bar{x}$ | s     | Miini-mum/Min | Maksi-mum/Max |
|--------------------------------------|-----------|-------|---------------|---------------|
| Elusmass tapmisel, kg                | 115.09    | 11.58 | 94.75         | 135.57        |
| Live weight at slaughter, kg         |           |       |               |               |
| Tapavanus, päeva/Age at slaughter, d | 173.57    | 16.52 | 152.00        | 213.00        |
| Rümbamass, kg */Carcass weight, kg * | 78.95     | 7.95  | 65.00         | 93.00         |
| Keskmine pekipaksus, mm              | 18.05     | 3.54  | 10.50         | 24.00         |
| Average backfat thickness, mm        |           |       |               |               |
| Tailiha osakaal                      |           |       |               |               |
| Intraskoobiga, %                     | 59.04     | 1.94  | 54.13         | 62.36         |
| Lean meat content by Intrascopes, %  |           |       |               |               |

\* Käesolevas uuringus mõeldakse rümba all tapetud sea lihakeha, mis on veretustatud ja millelt on eemaldatud siseelundid, harjased, sise-rasv, neerud, suguelundid, keel, pea- ja seljaaju, diafragma, pea (kaelaluu ja esimese kaelalüli vahelt), esijalad randmeliigesest, saba (viimase ristluulüli ja esimese sabalüli vahelt) ning sõrad.

\* In this study, carcass refers to slaughtered and bled pigs; internal fat, kidney, kidney fat, reproductive organs, tongue, brain, spinal cord and diaphragm eviscerated, and head (between the neck bone and the first cervical vertebra), front legs (from carpus), tail (between the last sacrum vertebra and the first tail vertebra), bristles and claws removed.



**Joonis 1.** Poolrümba pekipaksuste ja pikkuste mõõtmiskohad

Pekipaksused mõõdeti: BF 1 – õlgmiku paksem koht; BF 2 – 6.–7. roide kohalt; BF 3 – selja õhem koht; BF 4 – keske tuharalihase (*m. gluteus medius*) kõrgemast punktist.

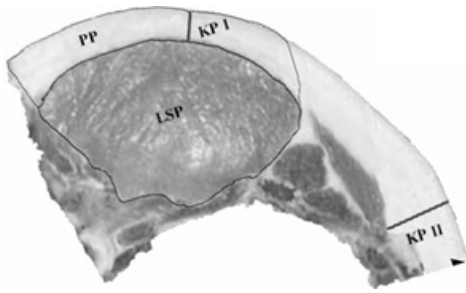
Rümba pikkused: CL 1 – esimese kaelalüli kraniaalsest servast kuni häbemelu liiduse eesmise servani; CL 2 – roide ja rinnaku liitumiskohast kuni häbemelu liiduse eesmise servani.

**Figure 1.** Points of measurement of backfat thickness and carcass length

Backfat thickness: BF 1 – thicker spot over shoulder; BF 2 – over the area between ribs 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup>; BF 3 – thinner spot over dorsum; BF 4 – higher spot over *m. gluteus medius*. Carcass length: CL 1 – from cranial edge of the first neck segment to anterior edge of symphysis pubis; CL 2 – from symphysis of rib on the sternum to anterior edge of symphysis pubis.

Paremale rümbapolele tehti 13. ja 14. roide vahele sisselõige ja avanenud lihassilma ning selle kohal asuvat pekikihti pildistati digitaalkaameraga. Saadud fotod töödeldi arvutitarkvaraga ScanStar ning mõõdeti selja pikima lihase (*m. longissimus dorsi*) ja peki ristlõike-

pindala. Lisaks mõõdeti tarkvaraprogrammiga ka kahest punktist pekipaksust – õhemast kohast ja *m. longissimus dorsi* kohalt (joonis 2) (Scan Star, 2007).



**Joonis 2.** Arvutitarkvaraga ScanStar mõõdetud näitajad. LSP – selja pikima lihase pindala, PP – peki pindala, KP I – pekipaksus õhemast kohast, KP II – pekipaksus *m. serratus dorsalis* kohal

**Figure 2.** Traits determined using Scan Star software. LSP – loin eye area, PP – fat area, KP I – fat thickness at the thinnest point, KP II – fat thickness over *m. serratus dorsalis*

Lihassilma (LSP) suhet pekipindalasse (PP) väljendab lihasuse indeks (LI), mis arvutati valemiga:

$$LI = \frac{PP(cm^2)}{LSP(cm^2)}$$

Majanduslikest näitajatest registreeriti sigade vanus ja arvutati nende ööpäevane ja rümba massi-iive.

### Andmeanalüüs

Variatsioonanalüüs tehti *Statistical Analysis System* (SAS, 1999) programmi abil. Vähimruutude keskmised isatõugude ja sugude lõikes hinnati elusmassile, tapavanusele, massi-iibele, rümbamassile, rümba-iibele, tailiha osakaalule, rümba pikkustele, pekipaksustele, lihassilmale, pekipindalale üldise lineaarse mudeli alusel:

$$Y_{ijkn} = \mu + T_i + H_j + S_k + e_{ijkn},$$

kus

$Y$  = sõltuv tunnus;

$\mu$  = üldkeskmine;

$T_i$  = kuldi tõug ( $n = 4$ ); valged tõud, pjeträän, djurok, djurok x eesti maatõug;

$H_j$  = hindamise sesoon ( $n = 2$ ); kevad (märts–mai), talv (november–detsember);

$S_k$  = sugu ( $n = 2$ ); emis, orikas;

$e_{ijkn}$  = juhuslik mõju.

Olulisuse tõenäosuse tasemed on esitatud tavapärastel: \*\*\* –  $P < 0.001$ ; \*\* –  $P < 0.01$ ; \* –  $P < 0.05$ ; # –  $P < 0.1$ . Vähimruutude keskmiste oluliste erinevuste väljatoomiseks kasutati ülaindeksina tähti (a, b ja c), kus

erinevate tähtedega tähistatud sama rea vähimruutude keskmised erinevad oluliselt (tõenäosus vähemalt  $P < 0.05$ ). '

### Tulemused ja arutelu

#### Tõu mõju sigade lihakvaliteedile

Djuroki ristandite tapamass oli suurem kui pjeträäni ja valgete tõugude ristanditel. Elussigade kehamassi erinevus oli siiski oluline ainult puhtatõulise djuroki ja pjeträäni tõugu kultide ristandjärglaste vahel, kusjuures pjeträäni tõugu kultide järglased tapeti peaaegu 20 kg kergemana. Pärast tapavanuse korrigeerimist 100 kg-le leiti, et pjeträäni tõugu kultide järglased saavutasid 100 kg kehamassi oluliselt kiiremini (163.12 päeva) kui valgete tõugude ja DL ristandkultide järglased (vastavalt 28.64 ja 27.37 päeva). Seevastu djuroki kultide järglased saavutasid 100 kg kehamassi 20 päeva hiljem, kuid see vahe ei osutunud statistiliselt oluliseks. Väiksem tapavanus tähendas ka pjeträäni kultide järglastel kõige suuremat massi-iivet, olles oluliselt erinev valgete tõugude ristanditest, kes kasvasid ööpäevas ligi 80 g vähem. Valgetest tõugudest nuumsigade kehvem kasvukiirus avaldas mõju ka nende tõugude ja djuroki kultide ristandjärglaste massi-iibele, mis oli 20 grammi väiksem kui puhtatõuliste djuroki kultide järglastel. Korrigeerimata andmete järgi ületasid djuroki kultide järglased teisi ristandkombinatsioone rümbamassi ja rümba massi-iibe osas. Ehkki djuroki kultide ja valget tõugu kultide rümbanäitajad ja nuuma omadused erinesid pjeträäni kultide järglaste omast, oli nende sigade vastavate näitajate varieeruvus väiksem. Seega peab pjeträäni kuldi kasutamisel arvestama, et sead saavutavad tänu suuremale juurdekasvule tapamassi tunduvalt varem kui teised, lühendades sellega nuumatsükli pikkust ja ka nuumakoha maksumust (tabel 3).

Vastuolulisi tulemusi on saadud pjeträäni ja djuroki kultide järglaste rümba pikkuste võrdlemisel. Canadian Centre for Swine Improvement (2003) ja Edwards *et al.* (2003) leidsid, et djuroki kultide järglaste rümbad on oluliselt pikemad kui pjeträäni kultide järglastel. Samas, Eggerti *et al.* (1998) tulemused näitasid, et raskema kehamassiga djuroki kultide järglaste rümbad olid sama pikad kui pjeträäni tõugu kultide järglastel. Seevastu oluliselt pikemaks osutusid valgetest tõugudest kultide järglaste rümbad, kes olid aga oluliselt kergemad. Käesolevas katses osutusid djuroki ja djuroki ristandkultide järglaste rümbad kõige lühemateks, kuid ainult lihakeha pikkuse II puhul leiti tõukombinatsioonide vahel statistiline erinevus. Pjeträäni kultide rümbad olid oluliselt ( $P < 0.05$  vähemalt) pikemad kui djuroki ja valgete kultide järglastel (tabel 3).

**Tabel 3.** Elussigade ja rümpade näitajate vähimruutude keskmised isatõugude lõikes  
**Table 3.** Least squares means by breed of sire for live pig and carcass traits

| Näitaja/Trait                                                                       | Kuldi tõug/Sire breed       |       |                      |       |                      |       |                      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
|                                                                                     | valged tõud<br>White breeds |       | pjeträän<br>Pietrain |       | djurok<br>Duroc      |       | DL                   |       |
|                                                                                     | $\bar{x}$                   | s     | $\bar{x}$            | s     | $\bar{x}$            | s     | $\bar{x}$            | s     |
| n                                                                                   | 6                           |       | 4                    |       | 15                   |       | 5                    |       |
| Tapavanus, päeva * /<br>Age at slaughter, d *                                       | 191.76 <sup>a</sup>         | 4.75  | 163.12 <sup>b</sup>  | 6.98  | 182.92 <sup>ab</sup> | 5.13  | 190.49 <sup>a</sup>  | 6.60  |
| Elusmass, kg/Live weight, kg                                                        | 108.60 <sup>ab</sup>        | 4.09  | 100.05 <sup>a</sup>  | 6.01  | 119.96 <sup>b</sup>  | 4.42  | 116.68 <sup>ab</sup> | 5.68  |
| Massi-iive, g õp * /Daily gain, g d *                                               | 529 <sup>a</sup>            | 15.34 | 609 <sup>b</sup>     | 22.53 | 557 <sup>ab</sup>    | 16.56 | 537 <sup>a</sup>     | 21.29 |
| Rümbamass, kg/Carcass weight, kg                                                    | 74.50 <sup>ab</sup>         | 2.81  | 68.64 <sup>a</sup>   | 4.12  | 82.29 <sup>b</sup>   | 3.03  | 80.05 <sup>ab</sup>  | 3.90  |
| Rümba massi-iive, g/õp<br>Carcass daily gain, g/d                                   | 398 <sup>a</sup>            | 17.22 | 416 <sup>ab</sup>    | 25.29 | 467 <sup>b</sup>     | 18.60 | 430 <sup>ab</sup>    | 23.90 |
| Rümba pikkus I, cm *<br>Carcass length I, cm *                                      | 94.98 <sup>a</sup>          | 0.81  | 96.55 <sup>a</sup>   | 1.19  | 93.92 <sup>a</sup>   | 0.87  | 94.56 <sup>a</sup>   | 1.12  |
| Rümba pikkus II, cm<br>Carcass length II, cm                                        | 79.99 <sup>ac</sup>         | 0.58  | 82.17 <sup>b</sup>   | 0.86  | 79.52 <sup>a</sup>   | 0.63  | 81.52 <sup>bc</sup>  | 0.81  |
| Tailiha osakaal, % *<br>Lean meat content, % *                                      | 60.97 <sup>a</sup>          | 0.68  | 60.46 <sup>a</sup>   | 1.00  | 59.33 <sup>a</sup>   | 0.47  | 60.81 <sup>a</sup>   | 0.95  |
| Seljapeki paksused<br>Backfat thicknesses                                           |                             |       |                      |       |                      |       |                      |       |
| Õlgmiku paksemas kohas, mm *<br>Thickest spot over shoulder, mm *                   | 24.74 <sup>a</sup>          | 1.44  | 25.66 <sup>a</sup>   | 2.11  | 26.91 <sup>a</sup>   | 1.55  | 24.62 <sup>a</sup>   | 2.00  |
| 6.–7. roide kohal, mm *<br>Above 6 <sup>th</sup> –7 <sup>th</sup> rib, mm *         | 16.49 <sup>a</sup>          | 1.93  | 17.10 <sup>ab</sup>  | 2.84  | 22.56 <sup>b</sup>   | 2.09  | 18.79 <sup>ab</sup>  | 2.68  |
| Selja õhem koht, mm *<br>Thinnest spot of dorsum *                                  | 13.30 <sup>ab</sup>         | 1.16  | 12.69 <sup>ab</sup>  | 1.70  | 16.34 <sup>a</sup>   | 1.25  | 12.91 <sup>b</sup>   | 1.61  |
| M. gluteus medius kõrgem punkt, mm *<br>Highest spot of m. gluteus medius *         | 9.55 <sup>a</sup>           | 0.74  | 9.90 <sup>a</sup>    | 1.08  | 11.17 <sup>a</sup>   | 0.79  | 10.54 <sup>a</sup>   | 1.02  |
| Keskmine, mm *<br>Average, mm *                                                     | 16.03 <sup>a</sup>          | 1.12  | 16.35 <sup>a</sup>   | 1.65  | 19.23 <sup>a</sup>   | 1.21  | 16.69 <sup>a</sup>   | 1.56  |
| Scan Stari tulemused<br>Scan Star results                                           |                             |       |                      |       |                      |       |                      |       |
| Lihassilma pindala, cm <sup>2</sup> *<br>Loin eye area, cm <sup>2</sup> *           | 49.85 <sup>a</sup>          | 2.18  | 50.97 <sup>ab</sup>  | 3.21  | 58.03 <sup>b</sup>   | 2.36  | 54.47 <sup>ab</sup>  | 3.03  |
| Pekipindala, cm <sup>2</sup> */Fat area, cm <sup>2</sup> *                          | 13.36 <sup>a</sup>          | 0.90  | 13.66 <sup>a</sup>   | 1.33  | 13.67 <sup>a</sup>   | 0.97  | 11.65 <sup>a</sup>   | 1.25  |
| Lihase indeksi */Leanness index *                                                   | 0.27 <sup>a</sup>           | 0.019 | 0.28 <sup>a</sup>    | 0.027 | 0.23 <sup>a</sup>    | 0.020 | 0.21 <sup>a</sup>    | 0.026 |
| Pekipakus õhemast kohast, mm *<br>Fat thickness at thinnest point, mm *             | 9.26 <sup>a</sup>           | 0.98  | 10.96 <sup>a</sup>   | 1.43  | 8.69 <sup>a</sup>    | 1.05  | 6.69 <sup>a</sup>    | 1.35  |
| Pekipakus m. serratus dorsalis kohal *<br>Fat thickness over m. serratus dorsalis * | 16.32 <sup>a</sup>          | 1.31  | 12.88 <sup>a</sup>   | 1.92  | 15.91 <sup>a</sup>   | 1.41  | 13.29 <sup>a</sup>   | 1.82  |

\* andmed korregeeritud vastavalt 100 kg kehamassile/data adjusted to 100 kg live body weight

Eggert *et al.*, (1998); Edwards *et al.* (2006) väitsid, et djuroki tõugu kultide järglased on pjeträäni tõuga võrreldes madalama tailiha osakaaluga. Ka antud katses oli djuroki järglaste tailiha osakaal 1.13% madalam kui pjeträäni tõugu kultide järglastel, see erinevus aga ei osutunud statistiliselt oluliseks. Kõige suurema tailihaosakaaluga (60.97%) olid valgete kultide järglased (tabel 3). Kuna djuroki tõu üks tähtsaid valikukriteeriume on olnud söödaväärinduse parandamine kiiremaks valgu ladestumiseks kehasse (Dickerson, Grimes, 1947; Loneragan *et al.*, 2001; Kuhlersa *et al.*, 2003), siis toimub suurema kehamassi korral nuumaperioodi lõpus intensiivsem rasva deponeerimine (Rauw *et al.*, 2006).

Katses parandas djuroki tõugu sigade ristamine eesti maatõuga djuroki tõu madalat tailihaosakaalu rümbas (tailihasisaldus 60.81%), saadud ristandid ületasid ka pjeträäni kultide järglaste lihasust (60.46%). Ka Saksamaal läbiviitud isatõugude kontrollnuuma tulemused näitasid djuroki tõu madalamat tailiha osakaalu, võrreldes pjeträäni tõuga, kuid see ületas siiski landrassi kultide järglaste lihasust 5.8% (Lengerken ja Wicke, 2006). Kanis *et al.* (1990) leidsid, et pjeträäni kultide järglastel oli erineva elusmassi juures oluliselt suurem ( $P < 0.001$ )

tailihaosakaal kui djuroki kultide järglastel (vastavalt 56.1% ja 52.7% 100 kg juures; 52.2% ja 50.4% 140 kg juures). Sarnaseid tulemusi said ka Edwards *et al.* (2003), kus pjeträäni kultide järglaste tailihaosakaal oli 52.6% ja djuroki järglastel 50.7%. Oma hilisemas uurimuses näitasid Edwards *et al.* (2006), et djuroki kultide järglaste, nii orikate kui ka emiste rasva ladestumine on oluliselt suurem juba alates 14. elunädalast, võrreldes pjeträäni kultide järglastega.

Djuroki tõugu kultide järglastel oli oluliselt ( $P < 0.05$  vähemalt) paksem pekk 6.–7. roide kohal kui valgete kultide järglastel (6.07 mm). Seevastu seljapeki paksus õlgmiku paksemas kohast, selja õhemast punktist ja m. gluteus medius kõrgemast punktist mõõdetuna oli djuroki ristandjärglastel küll paksem, kuid erinevus ei osutunud oluliseks. DL ristandkultide järglaste rümba pekipakus selja õhemast kohast mõõdetuna osutus oluliselt ( $P < 0.05$  vähemalt) õhemaks, võrreldes djuroki kultide järglastega (3.43 mm). Kõige paksem oli kõigi järglaskombinatsioonide pekk õlgmiku paksemast kohast (24.62–26.91 mm) ja kõige õhem m. gluteus medius kõrgemast punktist mõõdetuna (9.55–11.17 mm). Need andmed ühtivad Kanis *et al.* (1990) tulemus-

tega, kes leidsid, et djuroki sigadel on paksem pekk kui pjeträäni sigadel nii 60 kg (vastavalt 10.5 ja 8.7 mm), 100 kg (vastavalt 17.5 ja 12.3 mm) ja 140 kg (vastavalt 24.4 ja 17.4 mm) raskuselt. Sarnased tulemused said ka Ellis *et al.* (1996), mõõtes pekipaksuse joonel, kus määrati ka pikima seljalihase maksimaalne läbimõõt, kusjuures djuroki tõugu kultide järglaste rümbad olid peki-semad kui pjeträäni kultide järglastel nii 80, 100 kui ka 120 kg raskuselt (pekipaksuste keskmine vastavalt 15.6 ja 14.0 mm). Ka Garcia-Macias *et al.* (1996) andmetel oli 90–120 kg kehamassi juures tapetud djuroki järglastel viimase ning kolmanda ja neljanda roide kohal paksem seljapekk, võrreldes pjeträäni tõust sigadega. Edwards *et al.* (2003, 2006) andmetel oli hinnatud djuroki kultide järglastel samuti paksem pekk kui pjeträäni tõugu kultide järglastel nii 10. (vastavalt 2003. a 25.5 ja 23.0 mm, 2006. a 27.1 ja 23.7 mm) kui ka viimase roide kohalt (vastavalt 2003. a 28.8 ja 27.8 mm, 2006. a 21.2 ja 19.2 mm) mõõdetult. Siiski ei osutunud 2003. aastal viimase roide kohalt mõõdetud pekipaksuste erinevus statistiliselt oluliselt erinevaks. Lisaks eelnevale mõõtsid Edwards *et al.* 2003. aastal djuroki järglastel, võrreldes pjeträäni tõust sigadega, suuremad pekipaksused ka esimese roide (vastavalt 47.7 ja 44.6 mm) ja viimase nimmelüli (vastavalt 23.0 ja 20.9 mm) kohalt.

Ehkki antud uurimuses djuroki ja tema ristandkultide järglaste enamiku mõõtmiskohtade pekipaksused ei erinenud oluliselt pjeträäni kultide järglaste näitajatest, oli puhtatõuliste djuroki kultide grupi sigade pekk siiski paksem (tabel 3). Djuroki ristandkultide järglaste puhul vähendas pekipaksust nende ristamine õhema pekipaksusega valgete tõugudega. Seega võib esineda erinevate tõugude puhul olulisi erinevusi rasva ladestumisel keha erinevatesse piirkondadesse. Tõu mõju ei olnud statistiliselt oluline digitaalselt mõõdetud pekipindala ja pekipaksuste näitajate puhul.

Djuroki ja valgete tõugude kultide järglaste pekipaksuste mõõtmete varieeruvused olid väiksemad ( $s = 0.74$ – $2.09$  mm) kui teiste kombinatsioonide puhul ( $s = 1.02$ – $2.84$  mm). Pekipaksuste mõõtmised erinesid kõige suuremates piirides mõõdetuna 6.–7. roide vahelt ( $s = 1.93$ – $2.84$  mm) ja kõige ühtlasem oli pekk *m. gluteus medius* kõrgemast punktist mõõdetuna ( $s = 0.74$ – $1.08$  mm).

Kõige suurem lihassilm oli djuroki kultide järglastel ( $58.03$  cm<sup>2</sup>), erinedes siiski oluliselt ainult valgete kultide järglaste omast ( $49.85$  cm<sup>2</sup>). See tulemus ühtib küll Edwards *et al.* (2006) tulemustega, kuid oluliselt suurema lihassilma pindala, võrreldes djuroki ristandjärglastega, mõõtsid pjeträäni kultide ristandjärglastel Ellis *et al.* (1996) – vastavalt  $40.7$  ja  $39.0$  cm<sup>2</sup>, Garcia-Macias *et al.* (1996) –  $40.51$  ja  $36.77$  cm<sup>2</sup>, Eggert *et al.* (1998) –  $48.97$  ja  $44.13$  cm<sup>2</sup> ning Edwards *et al.* (2003) –  $53.2$  ja  $50.2$  cm<sup>2</sup>. Eggert *et al.* (1998) leidsid, et djuroki ristandjärglaste lihassilma pindala ( $44.13$  cm<sup>2</sup>) ei erine pindalalt valgete kultide järglaste lihassilmadest ( $43.74$  cm<sup>2</sup>). Ka Saksamaa 2003. a kontrollnuuma tulemused näitasid, et pjeträäni kultide järglaste lihassilma pindala on suurem ( $58.1$  cm<sup>2</sup>) kui djuroki ( $48.7$  cm<sup>2</sup>) ja landrassi ( $40.0$  cm<sup>2</sup>) kultide järglastel (Lengerken, Wicke, 2006).

### Soo mõju sigade lihakvaliteedile

Katses osalevad erinevat tõugu kultide järglased jagunesid sarnaselt soogruppide vahel, välja arvatud pjeträäni tõugu kultide järglased (tabel 1). Kuna lineaarses mudelis on kirjeldatud tõug fikseeritud mõjuna, siis taandatakse see faktor soo mõju hindamisel.

Orikad tapeti 5.58 kg raskematen kui emised, ehkki nad kulutasid selle kehamassi saavutamiseks 8.04 päeva vähem. See erinevus aga ei osutunud statistiliselt oluliseks ( $P > 0.10$ ). Tagamaks andmete paremat võrreldavust, viidi mõõtmistulemused vastavusse 100 kg kehamassiga. Castaing ja Leillet (1976), Cisneros *et al.* (1996), Latorre *et al.* (2004) ja Latorre *et al.* (2008) leidsid, et kehamassi suurenemisel 10 kg võrra kasvab pekipaksus ligikaudu 2 mm. Andmete korrigeerimine vähendas küll katsesigade tapavanuse vahet, kuid ainult 0.50 päeva võrra. Orikate parem kasvukiirus tähendas aga suuremat massi-iivet ( $+26$  g öp) sünnist nuumaperioodi lõpuni, mis aga samuti ei osutunud oluliseks ( $P > 0.10$ ). Kanis *et al.* (1990), Augspurger *et al.* (2002) ja Latorre *et al.* (2004) leidsid, et orikatel on võrreldes emistega suurem massi-iive, põhjendades seda orikate suurema söömusega. Ellis *et al.* (1996), kui ka Latorre *et al.* (2008) katses oli aga nii orikate kui ka emiste massi-iive sarnane. Tänu suuremale kehamassile olid ka orikate rümbad emiste omadest veidi raskemad ( $3.82$  kg). Küll aga osutus korrigeerimata andmete puhul oluliseks ( $P < 0.05$ ) rümba massi-iivete erinevus, olles suurem orikatel ( $+43$  g öp).

Emiste rümbad mõõdetuna esimese kaelalüli kraniaal-sest servast kuni häbemelu liiduse eesmise servani olid oluliselt pikemad ( $+1.83$  cm;  $P > 0.05$ ) kui orikatel. Samas teine mõõde ei erinenud sama kehamassi juures sugude vahel oluliselt ( $+0.92$  cm;  $P > 0.10$  (tabel 4). Cisneros *et al.* (1996), Hamiltoni *et al.* (2000) ja Latorre (2008) leidsid, et emiste ja orikate rümpade pikkused ei erine oluliselt, samas Geri *et al.* (1990), Baas *et al.* (1992), Leach *et al.* (1996), Cassady *et al.* (2004) Correa *et al.* (2006) ja Palomares-Cuellar *et al.* (2011) katses olid emiste rümbad sama kehamassi juures oluliselt pikemad. Ray (2008) väitis, et lihakeha pikkusel pole või on väike seos lihakeha koostise näitajatega, ehkki pikemad sead on viljakamad.

Pekisemaid rümpasid saadi orikatelt (nelja mõõte keskmine,  $P < 0.05$ ), kusjuures nende tailihaosakaal oli 1.57% väiksem ( $P > 0.10$ ) emistega võrreldes. Orikate rümpade paksemat pekki kiinnitavad rümba erinevatest kohtadest mõõdetud pekipaksuse näitajad, olles oluliselt ( $P < 0.10$  vähemalt) paksemad kolmes mõõdetud punktis. Sarnast erinevust, kus pekipaksused erinevad sugude vahel 15.36–19.38%, leidsid ka Nieuwhorf *et al.* (1991), Lebreton *et al.* (2001), Correa *et al.* (2006) ja Latorre (2008). Katses osutus ainult *m. gluteus medius* kõrgema punkti kohalt mõõdetud pekipaksuste erinevus sugude vahel mitteoluliseks ( $P < 0.10$ ), erinedes 7.84%. Samuti ei erinenud oluliselt sugude vahel pikima seljalihase kohalt digitaalselt mõõdetud pekipaksused (3.23–8.71%) ja peki pindala (8.63%). Kempster ja Evans (1979) teatasid, et nahaalne rasv deponeerub eelkõige alakõhu osas, kuid orikatel toimub akumulatsioon rohkem selja piirkonnas. Bender *et al.* (2006) tegid kind-

laks, et nende erinevuste põhjuseks on endogeensete hormoonide esinemine või puudumine. Lisaks leiti positiivne korrelatsioon testosterooni tootmise ja sigade kasvu vahel, mis toetab antud töö tulemusi, kus suurema

rasvatoodanguga olid orikad. Ehkki orikad olid pekisemad, oli nende lihassilma pindala siiski veidi suurem kui emistel (3.52 cm<sup>2</sup>).

**Tabel 4.** Elussigade ja rümpade näitajate vähimruutude keskmised sugude lõikes  
**Table 4.** Least squares means by sex for live pig and carcass traits

| Näitaja/ <i>Trait</i>                                                                       | Sugu/ <i>Sex</i>  |       |                       |       | Vahe<br>Difference | Olulisus<br>Significance |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------|--------------------------|
|                                                                                             | emis/ <i>gilt</i> |       | orikas/ <i>barrow</i> |       |                    |                          |
|                                                                                             | $\bar{x}$         | s     | $\bar{x}$             | s     |                    |                          |
| n                                                                                           | 12                |       | 18                    |       |                    |                          |
| Tapavanus, päeva */Age at slaughter, d *                                                    | 185.84            | 3.87  | 178.30                | 3.65  | 7.54               |                          |
| Elusmass, kg/Live weight, kg                                                                | 108.53            | 3.34  | 114.11                | 3.15  | −5.58              |                          |
| Massi-iive, g öp */ <i>Daily gain, g d</i> *                                                | 545               | 12.50 | 571                   | 11.79 | 26                 |                          |
| Rümbamass, kg/Carcass weight, kg                                                            | 74.46             | 2.29  | 78.28                 | 2.16  | −3.82              |                          |
| Rümba massi-iive, g öp<br><i>Carcass daily gain, g d</i>                                    | 406               | 14.03 | 449                   | 13.23 | −43                | *                        |
| Rümba pikkus I, cm *<br>Carcass length I, cm *                                              | 95.92             | 0.66  | 94.09                 | 0.62  | 1.83               | *                        |
| Rümba pikkus II, cm *<br>Carcass length II, cm *                                            | 81.26             | 0.47  | 80.34                 | 0.45  | 0.92               |                          |
| Tailiha osakaal, % *<br>Lean meat content, % *                                              | 60.94             | 0.56  | 59.84                 | 0.52  | 1.10               |                          |
| Seljapeki paksused/Backfat thicknesses                                                      |                   |       |                       |       |                    |                          |
| Õlgmiku paksemas kohas, mm *<br>Thickest spot over shoulder, mm *                           | 23.36             | 1.17  | 27.60                 | 1.11  | −4.24              | **                       |
| 6.–7. roide kohal, mm *<br><i>Above 6<sup>th</sup>–7<sup>th</sup> rib, mm</i> *             | 16.72             | 1.57  | 20.74                 | 1.48  | −4.02              | #                        |
| Selja õhem koht, mm *<br>Thinnest spot of dorsum *                                          | 12.62             | 0.95  | 15.00                 | 0.89  | −2.38              | #                        |
| M. gluteus medius kõrgem punkt, mm *<br>Highest spot of m. gluteus medius *                 | 9.87              | 0.60  | 10.71                 | 0.57  | −0.84              |                          |
| Keskmine, mm */ <i>Average</i> , mm *                                                       | 15.65             | 0.91  | 18.50                 | 0.86  | −2.85              | *                        |
| Scan Stari tulemused/ <i>Scan Star results</i>                                              |                   |       |                       |       |                    |                          |
| Lihassilma pindala, cm <sup>2</sup> *<br>Loin eye area, cm <sup>2</sup> *                   | 51.57             | 1.78  | 55.09                 | 1.68  | −3.52              |                          |
| Pekipindala, cm <sup>2</sup> */ <i>Fat area, cm<sup>2</sup></i> *                           | 12.49             | 0.74  | 13.67                 | 0.69  | −1.18              |                          |
| Lihase indeksi */ <i>Leanness index</i> *                                                   | 0.244             | 0.015 | 0.249                 | 0.014 | −0.005             |                          |
| Pekipaksus õhemast kohast, mm *<br>Fat thickness at thinnest point, mm *                    | 8.49              | 0.80  | 9.30                  | 0.75  | −0.81              |                          |
| Pekipaksus <i>m. serratus dorsalis</i> kohal *<br>Fat thickness over m. serratus dorsalis * | 14.36             | 1.07  | 14.84                 | 1.01  | −0.48              |                          |

\* andmed korregeeritud vastavalt 100 kg kehamassile/data adjusted to 100 kg live body weight

## Järeldused

Seatõugude rümpade kvaliteedinäitajate iseloomustamine aitab valida sobivaid kulditõuge, mis vastavad tootmis- ja turustamissüsteemi nõudmistele. Ehkki rümbanäitajad on tähtsad, peab arvestama ka sea arengu ja söödaväärindusega. Pjeträani tõugu kultide järglaste varavalmivus, pekipaksus ja tailiha osakaal osutus paremaks kui djuroki kultide järglastel, ehkki see erinevus ei osutunud enamikel juhtudest statistiliselt oluliseks. Siiski erinevad djuroki ja pjeträani tõugu kuldid geneetiliselt, mida on võimalik kasutada ka sealihatootmisahelas. Sealihaturu segmendid või lülid vajavad erinevate näitajatega tooteid, mida djuroki ja pjeträani tõugu kultide erinevast soost järglased pakkuda suudavad, olles mõlemad sealihatööstuses konkureerimisvõimelised.

## Kirjandus

- Alt, A. 2006. Searümpade algtootlemine ja klassifitseerimine SEUROP-süsteemi põhjal. Eesti Maaülikool. 24 lk.
- Augspurger, N. R., Ellis, M., Hamilton, D. N., Wolter, B. F., Beverly, J. L., Wilson, E. R. 2002. The effect of sire line on the feeding patterns of grow-finish pigs. Appl. Anim. Behav. Sci. 75:103-114.
- Baas, T.J., Christian L.L., Rothschild, M.F. 1992. Heterosis and recombination effects in Hampshire and Landrace swine: II. Performance and carcass traits. - J Anim Sci. 70:99-105.
- Bender, J.M., See, M.T., Hanson, D.J., Lawrence, T.E., Cassady, J.P. 2006. Correlated responses in growth, carcass and meat quality traits to divergent selection for testosterone production in pigs. - J Anim Sci., 84:1331-1337.
- Canadian Centre for Swine Improvement. 2003. Duroc as a terminal sire line. Report. 2 lk.

- Cassady, J.P., Robison, O.W., Johnson, R.K., Mabry J.W., Christian, L.L., Tokach, M.D., Miller, R.K., Goodwin, R. N. 2004. National Pork Producers Council Maternal Line Genetic Evaluation: A comparison of growth and carcass traits in terminal progeny. – *J Anim Sci.* 82:3482–3485
- Castaing, J., Leuillet, M. 1976. Evolution des performances zootechniques et des criteres de carcasse chez des porcs rationnes abattus entre 90 et 115 kg de poids vif et nourris avec du maïs. *Journ. Rech. Porcine Fr.* 31:99–108.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., Fernando, R. L. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. of Anim. Sci.* 74:925–933.
- Correa, J. A., Faucitano, L., Laforest, J.P., Rivest, J., Marcoux, M., Gariépy, C. 2006. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Sci.* 72:91–99.
- Dickerson, G. E. Grimes, J. C. 1947. Effectiveness of Selection for Efficiency of Gain in Duroc Swine. *J. Anim Sci.* 6:265–287.
- Edwards, D. B., Bates, R. O., Osburn, W. N. 2003. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *J Anim Sci.* 81:1895–1899.
- Edwards, D. B., Tempelman, R. J., Bates, R. O. 2006. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for growth and composition. *J Anim Sci* 84:266–275.
- Eggert, J.M., Schinckel, A.P., Mills, S.E., Forrest, J.C., Gerrard D.E., Farand, E.J., Bowker B.C., Wynveen, E.J. 1998. Growth and Characterization of Individual Backfat Layers and Their Relationship to Pork Carcass Quality. *Purdue University Swine Day Report.* 14–20.
- Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., Brown, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Anim. Sci.* 62:521–530.
- Garcia-Macias, J. A., Gispert, M., Oliver, M. A., Diestre, A., Alonso, P., Munoz-Luna, A., Siggens, K., Cuthbert-Heavens, D. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.* 63:487–496.
- Geri, G., Franci, O., Poli, B.M., Campodoni, G., Zappa, A. 1990. Relationship between adipose tissue characteristics of newborn pigs and subsequent performance: II. Carcass traits at 95 and 145 kilograms live weight. – *J Anim Sci.* 68:1929–1935.
- Hamilton, D.N., Ellis, M., Miller, K.D., McKeith, F.K., Parret D.F. 2000. The effect of the halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *J. Anim. Sci.* 78:2862–2867.
- Kanis, E., Nieuwhof G. J., de Greef K. H., van der Hel, W., Verstegen, M. W. A., Huisman, J., van der Wal, P. 1990. Effect of recombinant porcine somatotropin on growth and carcass quality in growing pigs: Interactions with genotype, gender and slaughter weight. *J. Anim. Sci.* 68:1193–1200.
- Kempster, A.J., Evans, D.G. 1979. The effects of genotype, sex and feeding regimen on pig carcass development: 1. Primary components, tissues and joints. – *J Agric Sci.* 93:339–347.
- Kuhlers, D.L., Nadarajah, K., Jungst, S.B., Anderson, B.L., Gamble, B.E. 2003. Genetic selection for lean feed conversion in a closed line of Duroc pigs. *Livestock Production Science* 84:75–82.
- Kütt, P. 2009. Djuroki kuldid seemendusjaamas. – *Tõuloomakasvatus* 4, 7.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., Mateos G. G. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, *J. Anim Sci.* 82:526–533.
- Latorre, M. García-Belenguer, A., E., Ariño, L. 2008. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *J Anim Sci.* 86:1933–1942.
- Leach, L.M., Ellis, M., Sutton, D.S., McKeith, F.K., Wilson, E.R. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J. Anim. Sci.* 74:934–943.
- Lebret, B., Juin, H., Noblet, J., Bonneau, M. 2001. The effects of two methods of increasing age at slaughter weight on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. *Anim. Sci.* 72:87–94.
- von Lengerken, G., Wicke, M. 2006. Schweinezüchtung. – *Tierzucht. Toimetajad von Lengerken, G., Ellendorf, F., von Lengerken, J. Eugen. Ulmer GmbH ja Co.* 294–316.
- Lonergan, S. M., Huff-Lonergan, E., Rowe, L. J., Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. 2001. Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. *J. Anim Sci.* 79:2075–2085.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S., Johnson, R. K. 1987. Growth performance for four breeds of swine: crossbred females and purebred and crossbred boars. *J. Anim. Sci.* 64:99–108.
- Moeller, S. J., Christian, L. L., Goodwin, R. N. 1998. Development of adjustment factors for backfat and loin muscle area from serial real-time ultrasonic measurements on purebred lines of swine. *J. Anim. Sci.* 76:2008–2016.
- Palomares-Cuellar, C.V., Perez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., Barreras-Serrano, A., Lopez-Soto, M.A., Sanchez-Lopez, E., Soto-Avila, J.G. Galvan-Lara, L.J. 2011. Variation in Carcass and Meat Quality by Genetic Group and Gender Interaction in Pigs Produced in Hot Climates. – *J of Anim and Vet Advances.* 10:449–453.
- Rauw, W. M., Soler, J., Tibau, J., Reixach, J., Gomez Raya, L. 2006. Feeding time and feeding rate and its relationship with feed intake, feed efficiency. *J Anim Sci* 84:3404–3409.
- Ray, K. 2008. Pork Carcass Evaluation and Procedures. – *Oklahoma State University Cooperative Extension Fact Sheets.* <http://en.engormix.com/MA-pig-industry/articles/pork-carcass-evaluation-procedures-t1204/p0.htm>. Viimati külastatud 21.01.2011.
- Ristandaretusprogramm Marmorliha <http://www.estpig.ee/?MARMORLIHA>. Viimati külastatud 17.01.2011.
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc V8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. <http://www.sfu.ca/sasdoc/sashtml/onldoc.html> Viimati külastatud 21.01.2011.
- Scan Star. 2007. Ingenieurbüro Rudolf Matthäus <http://www.klassifizierung.org/> Viimati külastatud 20.01.2011
- Tänavots, A., Pöldvere, A. 2006. Carcass traits of offsprings of top breeding boars in Estonia. *Proceedings of the 12th Baltic Animal Breeding Conference. Jurmala, Latvia,* 103–109.

## Factors affecting carcass and meat quality characteristics of pigs.

### I Effect of breed of sire and sex on carcass composition in pigs

Alo Tänavots<sup>\*1</sup>, Aarne Põldvere<sup>1,2</sup>, Riina Soidla<sup>1</sup>, Lembit Lepasalu<sup>1</sup>, Stanislav Žurbenko<sup>1</sup>  
*alo.tanavots@emu.ee*

#### Summary

Maintaining acceptable meat quality in the pork industry is an essential issue. Different pig breeds have predetermined tendencies towards a certain carcass value and carcass composition traits (McLaren *et al.*, 1987; Ellis *et al.*, 1996; Moeller *et al.*, 1998; Tänavots, Põldvere, 2006).

First Pietrain boars were imported from Austria in 1995. As the obtained changes in meat quality did not, meet consumer expectations, a decision to use Duroc sires was made by the Estonian Pig Breeding Association. The first Duroc boars were imported from Canada in 2009. Following the introduction of the new breed, the effect of Duroc sires on carcass composition had to be estimated.

Crossbred progeny, both barrows and sows, of Estonian Landrace and Estonian Large White sows sired by Duroc, Pietrain and crossbred white breed boars, were evaluated for carcass traits. A total of 30 carcasses were evaluated in a slaughterhouses by measuring carcass weight, lengths, fat

thicknesses, lean meat content and area (measured digitally) of M. longissimus dorsi.

Statistical software SAS (1999) was used to calculate the least square means of the traits using a general linear model, in which the fixed effects of the sire breed, evaluation season and sex were included.

Progeny of purebred Duroc sires were significantly heavier at slaughter, and produced therefore heavier carcasses than those sired by Pietrain boars. Therefore data were adjusted to 100 kg live body weight. Pietrain sire progenies showed superiority over white sire progenies concerning average daily gain. Duroc sire progenies carcasses exhibited higher fat deposition and lower lean meat content. However, the differences in backfat thicknesses were significant ( $P < 0.05$  at least) only compared to the carcasses of the progeny of white sires at the point above 6.–7. rib. No significant difference ( $P > 0.05$ ) was detected between the sire breed progenies concerning the area of M. longissimus dorsi, which was smallest in Duroc-sired progeny ( $59.33 \text{ cm}^2$ ). Compared to Pietrain-sired progeny, Duroc-sired progeny had a slightly, but not significantly smaller loin cross-section area ( $1.13 \text{ cm}^2$ ).

Sex had significant ( $P < 0.10$ ) effects on fat thicknesses being higher on barrows. Although the area of M. longissimus dorsi was larger ( $P > 0.10$ ) in barrows, their lean meat content was lower ( $P > 0.10$ ) due to significantly thicker fat.

Both Duroc and Pietrain sires have beneficial traits that can be utilized in commercial pork production and merit further investigation.

# SIGADE RÜMBA- JA LIHAKVALITEETI MÕJUTAVAD TEGURID. II KULDI TÕU, SIGADE SOO JA PH, MÕJU LIHA KVALITEEDINÄITAJATELE

Alo Tänavots\*<sup>1</sup>, Aarne Põldvere<sup>1,2</sup>, Riina Soidla<sup>1</sup>, Lembit Lepasalu<sup>1</sup>, Stanislav Žurbenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

<sup>2</sup> Eesti Tõusigade Aretusühistu, Aretuse 2, 61406 Tartu  
alo.tanavots@emu.ee

**ABSTRACT.** A study was conducted to evaluate the physical and chemical characteristics of *m. longissimus dorsi* of the progeny, both gilts and barrows, of white, Pietrain, Duroc and Duroc x Estonian Landrace sires. Least-square means of the physical and chemical characteristics, which included the content of protein, intramuscular fat, ash and, dry matter, boiling and drip losses, and two water holding capacities, were found by using a general linear model. *M. longissimus dorsi* of the progeny of purebred Duroc sires had a significantly higher dry matter content (26.47%) compared to, that of the progeny of white and Pietrain sires. At the same time, *m. longissimus dorsi* of the progenies of Pietrain sires had a lower protein content (21.90%) compared to progenies of white sires. Intramuscular fat content was significantly lower (0.98%) in white sire progenies compared to that in pure- and crossbred Duroc sires (2.31 and 2.47%, respectively). PSE meat showed significantly higher protein content (23.34%) than normal meat (22.13%). Further research is necessary to study the relationship between intramuscular fat content and eating quality of pigs bred in Estonia.

**Keywords:** Pietrain, Duroc, gender, pH, *m. longissimus dorsi*, drip loss, water holding capacity, chemical composition.

## Sissejuhatus

Kui sigade valik toimub juurdekasvu ja rümba lihasuse alusel, on liha kvaliteedi tagamine suur väljakutse, kuna suurema tailiha osakaaluga ja kiiremini kasvavate raskema tapamassiga sigade lihakvaliteet on madalam (Cisneros *et al.*, 1996, Tänavots, Saveli, 2003). Et meelitada tarbijat toodet korduvalt ostma, tuleb pakkuda talle meeldivat söömiskogemust. Sel põhjusel on paljude uurimisgruppide fookuses olnud liha sensoorsed kvaliteedinäitajad, millest sõltuvad omakorda liha füüsikalise-keemilised omadused. Liha omadusi mõjutavad faktorid on näiteks tõug (McLaren *et al.*, 1987; Lan *et al.*, 1993; Ellis *et al.*, 1996; Moeller *et al.*, 1998; Tänavots, Põldvere, 2006), lihasesisene rasvasisaldus (DeVol *et al.*, 1988, Goransson *et al.*, 1992), tapajärgne liha käitlemine (Asghar ja Pearson, 1980) ja temperatuuriga töötlemine (Prestat *et al.*, 2000).

Ellis *et al.* (1998) leidsid, et sigade valikul pikima seljalihase suurema marmorsuse alusel, kasvab nende lihasesisene rasvasisaldus, paraneb liha õrnus ja mahlasus. Ellis *et al.* (1996) soovitasid liha maitse parandamiseks kasutada kultu, kelle järglastel on parem liha marmorsus. Fernandes *et al.* (1999) leidsid, et sealiha tekstuur ja maitse paraneb lihasesisene rasvasisalduseni

kuni 3.25%. Novakofski (1987) teatas, et kui madalal lihasesisese rasvasisaldusel on negatiivne mõju, siis künnist ületav tase ei too lineaarselt kasvavat kasu. Fernandez *et al.* (1999<sup>a</sup>, 1999<sup>b</sup>) leidsid, et lihasesisese rasva suurenemine < 1.5-lt kuni > 3.5%-ni parandab veidi liha maitse intensiivsust.

Parandamaks sealiha kvaliteeti ristamise teel, koostati 1995. aastal ristanaretusprogramm Marmorliha, mille põhiseisukohti täiendati 2007. a (Ristandaretusprogramm ..., 2011). Püstitatud eesmärkide täitmiseks imporditi 1995. aastal hämpširi tõugu kultu Rootsist, 1999. a pjeträäni kultu Austriast. Siiski ei rahuldanud hämpširi ja pjeträäni kultide järglaste liha maitseomadused ja värvus tarbijaid ja 2009. a toodi Kanadast djuroki kuldid (Kütt, 2009). Teadlased on leidnud, et djuroki kultide järglaste tapajärgne liha pH<sub>24</sub>, liha marmorsus ja veesidumise võime ületab pjeträäni kultide järglaste lihakvaliteedi näitajaid (Affentranger *et al.*, 1996; Ellis *et al.*, 1996; Garcia-Macias *et al.*, 1996).

Töö eesmärk on iseloomustada erineva geneetilise ja soolise taustaga sigade liha füüsikalise-keemilisi omadusi ning hinnata algse pH väärtuse mõju nendele näitajatele.

## Materjal ja meetodika

### Andmete kogumine

Uurimuses kasutatud Eesti Tõusigade Aretusühistu kuuest liikmesfarmist pärinevat 24 ristanjärglast saadi pjeträäni, djuroki kultide ning djuroki ja eesti maatõu (DL) kultide ristamisel eesti maatõu ja suurt valget tõugu ristanemistega. Lisaks värviliste tõugude ristanjärglastele kasutati kontrollgrupina ( $n = 6$ ) ainult valgete tõugude järglaste kombinatsioone (puhtatõuline eesti suur valge ning eesti maatõugu ja eesti suurt valget tõugu ristanemis). Sead valiti välja, kasutades sigade jõudluskontrolli andmete kogumise programmi 'Possu'. Kuna uuritavad sead olid farmides eelnevalt märgistatud, oli võimalik arvestada ka sigade põlvnemist. Katse-sigadest 12 olid emised ja 18 orikad (tabel 1). Sigu peeti kuni tapmiseni rühmasulgudes ajavahemikul 16. märts kuni 3. detsember 2010, söötes neid kuivsöödaga.

Sead tapeti viies Eesti Tõusigade Aretusühistu liikmesfarmi tapapunktis ja ühes lihatööstuses kohe pärast saabumist. Sead uimastati elektrilise uimastamisvahendiga EV põllumajandusministri määruse nr 35 (2005) nõuete järgi. Pärast sigade tapmist ja töötlemist poolitati lihakehad piki selgroogu.

**Tabel 1.** Sigade jagunemine kuldli tõu ja soo lõikes  
**Table 1.** Distribution of pigs by sire breed and sex

| Kuldi tõug/Sire breed    | Emiseid/Gilts | Orikaid/Barrows |
|--------------------------|---------------|-----------------|
| Pjetraan/Pietrain        | –             | 4               |
| Djuroc/Duroc             | 7             | 8               |
| DL/Duroc x Landrace (DL) | 2             | 3               |
| Valged tõud/White breeds | 3             | 3               |
| Kokku/Total              | 12            | 18              |

**Tabel 2.** Andmete kirjeldav statistika (n = 30)

**Table 2.** Descriptive statistics of the data (n = 30)

|                                                                | $\bar{x}$ | s    | Miini-<br>mum/<br>Min | Maksi-<br>mum/<br>Max |
|----------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------------|-----------------------|
| pH <sub>1</sub>                                                | 6.10      | 0.34 | 5.00                  | 6.55                  |
| pH <sub>24</sub> *                                             | 5.63      | 0.15 | 5.40                  | 6.20                  |
| Kuivaine, %/Dry matter %                                       | 25.94     | 0.83 | 24.60                 | 28.10                 |
| Valgusisaldus, %/Protein, %                                    | 22.67     | 0.80 | 20.60                 | 24.30                 |
| Lihasesisese rasva sisaldus, %<br>Intramuscular fat content, % | 2.03      | 0.77 | 0.79                  | 4.30                  |
| Tuhasisaldus, %/Ash Content, %                                 | 1.24      | 0.09 | 1.10                  | 1.54                  |
| Veesidumisvõime 1, % **                                        | 57.55     | 3.65 | 48.86                 | 65.67                 |
| Water holding capacity 1, %**                                  | 57.55     | 3.65 | 48.86                 | 65.67                 |
| Veesidumisvõime 2, % ***                                       | 77.70     | 4.77 | 67.06                 | 87.79                 |
| Water holding capacity 2, %***                                 | 77.70     | 4.77 | 67.06                 | 87.79                 |
| Keedukadu, % */Boiling loss, % *                               | 44.16     | 1.57 | 41.41                 | 47.70                 |
| Tilkumiskadu, % */Drip loss, % *                               | 7.47      | 2.94 | 1.90                  | 14.00                 |

\* – n = 27; \*\* – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; \*\*\* – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) pH<sub>1</sub> mõõdeti 45 minutit pärast sigade tapmist. Seejärel viidi rümbad jahutuskambrisse. Rümpadel lasti jahtuda umbes 24 tundi ning seejärel mõõdeti rümba pikima seljalihase lõplik pH<sub>24</sub>. pH<sub>1</sub> ja pH<sub>24</sub> väärtuste mõõtmiseks torgati elektrood selja pikimasse lihasesse ning registreeriti näit portatiivse pH-meetri Testo 205 abil. Pärast igat mõõtmiskorda puhastati elektrood, et ei tekiks mõõtmisvigu. Enne igat mõõtmist kalibreeriti aparaat puhverlahustega (pH-meetri 205 käsitusjuhend, 2008). Sageli on PSE- ja DFD-liha määratletud liha pH väärtusega ettenähtud ajal. PSE-lihaks loetakse tavaliselt liha, mille pH väärtus 45 min pärast tapmist on alla 5.8. DFD-liha (pH > 6.00) määramiseks kasutatakse aga sageli lõpliku pH väärtust (Warriss, 2000). PSE mõiste on küllaltki subjektiivne, kuna võib riikide vahel märkimisväärselt erineda. Seega, ühes riigis subjektiivselt määratud pH väärtuste tasemed, mille alusel kuulub liha DFD- või PSE-liha kategooriasse, võib osutuda normaalse kvaliteediga lihaks teises riigis ja vastupidi (Bendall ja Swatland, 1988). Käesolevas uurimuses kasutati defektse lihaskoe (PSE- ja DFD-liha) väljaselgitamiseks tabelis 3 toodud lihaskoe (*m. longissimus dorsi*) happesuse väärtuste skaalasid.

**Tabel 3.** Sigade *m. longissimus dorsi* PSE, normaalse ja DFD pH väärtused (Warriss, 2000)

**Table 3.** pH values of *m. longissimus dorsi* of PSE, normal and DFD pig meat (Warriss, 2000)

| Liha kategooria/Category of meat | pH <sub>1</sub> | pH <sub>24</sub> |
|----------------------------------|-----------------|------------------|
| PSE                              | < 5.8           | < 5.3            |
| Normaalne/Normal                 | 5.8–6.4         | 5.3–6.0          |
| DFD                              | > 6.4           | > 6.0            |

Katsesigade parema rümbapoolle 13. ja 14. roide vahele tehti risti rümbaga sisselõige ja avanenud pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) ristlõikest võeti 200-grammine proovitükk füüsikalise-keemilisteks analüüsideks. Lihatükk pakiti nummerdatud kilekotti ja hoiti külmikus. 48 tundi pärast sigade tapmist mõõdeti EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi lihalaboris keedu-, tilkumiskadu ja veesidumisvõime ning peenestati lihaproov keemilisteks analüüsideks.

Liha keedukao leidmiseks keedeti 20-grammist lihastükki 45 minutit 95°C juures. Pärast keetmist lihatükid kaaluti ja leiti massikadu, mis on väljendatud protsentides.

Liha veesidumisvõime määrati Grau ja Hammi (1952, 1957) meetodil, mida olid muutnud Volovinskaja ja Kjelman (1961). Meetod põhineb lihast eralduva vee hulga kindlakstegemise printsiibil, kus 0.3-grammine liha kaalutis pannakse viieks minutiks tuhavabale 150-millimeetrise läbimõõduga filterpaberile (nr 43, MN 640m) ühekilogrammise raskuse alla kahe klaasi vahele. Laiaks vajutatud liha ja märja laigu alad mõõdetakse planimeetriga ning leitakse lihast filterpaberile eraldunud vesise ala pindala. Liha veesidumisvõime iseloomustab liha võimet hoida endas vett ning seda väljendatakse protsentides liha massi või liha kogu niiskuse suhtes.

$$B\% = \frac{(A - 8.4 \times V)}{A_1} \times 100,$$

kus B% – lihast eraldunud vee osakaal, %;

A – vee koguhulk uuritavas lihatükis, mg;

A<sub>1</sub> – vee koguhulk uuritavas lihatükis või proovitüki mass, mg;

8,4 – 1 cm<sup>2</sup> suurune filterpaberi ala sisaldab 8.4 mg vett;

V – lihast eraldunud vee pindala filterpaberil, cm<sup>2</sup>.

Uuringus on leitud lihaskoe veesiduvus nii liha kaalutise kui ka lihaskoes oleva veesisalduse alusel. Tilkumiskadu määrati Honikeli (1998) meetodit kasutades. Selja pikimast lihast lõigati 100-grammine proovitükk, mis kaaluti 0.1 g täpsusega ning asetati vett mitteimeva võrgu sees kilest kotti. Kilekott täideti õhuga ja seoti seejärel traadiga kinni ning riputati üles nii, et lihatükk ei puudutaks vastu kotti seina. Sidumisel jälgiti, et võrk ei pigistaks lihatükki ja et see ripuks vabalt. Pärast 48-tunnist külmkambris (+4°C) rippumist proovitükk kaaluti ja leiti tilkumiskadu, mis on väljendatud protsentides.

Liha keemilised analüüsid tehti EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi lihalaboris. Koostise analüüsiks peenestati proovitükk elektrilises mikrokutris, kuni ta saavutas homogeense struktuuri. Seejärel lihamass pakendati katseanumatesse ning laboris leiti selle alusel liha kuivaine-, toorproteiini-, toorrasva- ja toortuhasisaldus.

Liha kuivaine määrati Eesti vabariigi standardi EVS-ISO 1442:1999 (1999) kohaselt. Toorrasva hulga kindlakstegemiseks kasutati Soxtec aparaati (Tecator Application Note AN 23/80) vastavalt AOAC 991.36 (1995) meetodikale ja toorproteiinil Kjeltet seadet (Tecator Application Note AN 30/81). Tuhasisaldus

määrati tuhistamise teel elektrimuhvelahjus, kasutades ISO 936:1998 meetodikat.

### Andmeanalüüs

Variatsioon- ja korrelatsioonanalüüs tehti programmi Statistical Analysis System (SAS, 1999) abil.

Vähimruutude keskmised isatõugude, soo ja PSE liha lõikes hinnati pikima seljalihase füüsikalise-keemilistele näitajatele (kuivaine, valgu-, rasva-, tuhasisaldus, veesidumisvõimed, keedu- ja tilkumiskadu) järgmise üldise lineaarse mudeli alusel:

$$Y_{ijkln} = \mu + T_i + H_j + S_k + P_l + e_{ijkln}$$

Y = sõltuv näitaja;

$\mu$  = üldkeskmise;

T<sub>i</sub> = kuldi tõug ( $n = 4$ ); valge tõug, pjeträän, djurok, djurok x eesti maatõug;

H<sub>j</sub> = hindamise sesoon ( $n = 2$ ); kevad (märts–mai), talv (november–detsember);

S<sub>k</sub> = sugu ( $n = 2$ ); emis, orikas;

P<sub>l</sub> = PSE-, DFD- või normaalne liha pH<sub>1</sub> järgi ( $n = 3$ );

$e_{ijkln}$  = juhuslik mõju.

pH<sub>1</sub> ja pH<sub>24</sub> vähimruutude keskmiste leidmiseks jäeti üldisest lineaarsest mudelist välja fikseeritud tunnuse 'PSE-', 'normaalse' ja 'DFD'-liha mõju.

Olulisuse tõenäosuse tasemed on esitatud tavapärastel: \*\*\* –  $P < 0.001$ ; \*\* –  $P < 0.01$ ; \* –  $P < 0.05$ ; # –  $P < 0.1$ . Vähimruutude keskmiste oluliste erinevuste väljatoomiseks kasutati ülaindeksina tähti (a, b ja c), kus erinevate tähtedega tähistatud sama rea vähimruutude keskmised erinevad oluliselt (tõenäosus vähemalt  $P < 0.05$ ).

Tunnustevaheliste seoste kirjeldamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikoeffitsienti (SAS, 1999).

### Tulemused ja arutelu

#### Tõu mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele

Katseandmetel ei erinenud hinnatud seatõugude järglaste liha pH väärtused, ei 45 minutit ega 24 tundi pärast tapmist, nende väärtused jäid normaalse kvaliteediga liha piiridesse. Ka Eggert *et al.* (1998) ja Brewer *et al.* (2002) leidsid, et liha pH<sub>24</sub> väärtuste erinevus erinevat tõugu kultide järglaste vahel ei ole oluline. Vastupidi-seid tulemusi said aga Affentranger *et al.* (1996), Garcia-Macias *et al.* (1996) ja Edwards *et al.* (2003). Nende andmetel oli djuroki kultide järglaste liha pH<sub>24</sub> väärtus 0.09–0.8 võrra kõrgem ( $P < 0.001$ ) kui pjeträäni tõust järglastel.

Lihaskude sisaldab umbes 26% kuivainet ja 25% valku (Warriss, 2000). Katseandmetel paistsid silma djuroki kultide järglased oluliselt suurema kuivainesisaldusega kui valgete ja pjeträäni kultide järglased (vastavalt 26.47; 25.24 ja 24.98%) (tabel 4). Ka djuroki ristanakultide järglaste tailiha kuivainesisaldus oli veidi kõrgem kui teiste tõugude järglastel, kuid maatõu väiksem kuivainesisaldus avaldas mõju tema ristamisel djuroki kultidega, vähendades veidi liha kuivainesis-

dust puhtatõulise djuroki kultide ristanakultide järglastega võrreldes. See erinevus ei osutunud aga statistiliselt oluliseks. Somelar *et al.* (2001) leidsid, et liha kuivainesisaldus võib oluliselt erineda isegi valgete tõugude (eesti suurt valget ja maatõugu) sigade vahel (vastavalt 27.69 ja 25.60%).

Liha madala valgusisalduse poolest eristuvad pjeträäni tõugu kultide järglased, kelle vastav näitaja osutus djuroki kultide järglaste omast 1.23% väiksemaks. Djuroki ja selle ristanakultide järglaste liha valgusisaldus ei erinenud oluliselt teiste järglaskombinatsioonide omast.

Lihasesisene rasvasisaldus võib olla erinevates lihas-tes väga erinev, kõikides 1.1–7.0% (Fischer, 1994). Tagasihoidlikum on lihasesisene rasvasisaldus sellistes tükkides, mida kasutatakse sagedamini kiireks küpsetamiseks (näiteks pikim seljalihase) ja kus keskmine lihasesisene rasva hulk oleks omaduste parandamiseks vajalik. DeVol *et al.* (1988), Fischer *et al.* (2000) leidsid, et kõrgem lihasesisene rasva hulk parandab liha söömisväärtust, kusjuures Bejerholm ja Barton-Gade (1986) soovitasid optimaalseks lihasesisene rasva tasemeks 2.5–3.0%. Rincker *et al.* 2008 tulemused aga näitasid lihasesisene rasva vähest või olematut mõju liha maitseomadusele, mahlakusele ja õrnusele. Kuna lihasesisene rasva sisaldus on seotud kogu rümbe rasvasisaldusega, saab seda tunnust parandada pika aja vältel – kui see on üks valikukriteeriume – nagu seda on tehtud Šveitsis (Fischer, 2005). Lihtsam viis on kasutada spetsiaalset tõugu ja/või ristanakultideid. Levinuim tõug, kellel on kõrge lihasesisene rasva tase ja samal ajal suhteliselt madal pekipaksus, on djuroki tõug (Wood *et al.*, 2004). Mitmed teadlased on leidnud oma töödes, kus võrreldi erinevate tõugude pikima seljalihase (*m. longissimus dorsi*) lihasesisene rasva mõju liha õrnusele, mahlaseusele ja maitsele, et djuroki tõugu kultide järglaste kõrgem lihasesisene rasva tase mõjutas liha omadusi positiivselt suunas (MLC, 1992, Warriss *et al.*, 1990, 1996). Samas märgib Warriss (2000), et lihasesisene rasva tase pole ainuke faktor, mis mõjutab liha söömisväärtust. Näiteks pjeträäni tõul oli tema andmetel lihasesisest rasva rohkem, kuid selle liha söömisväärtus oli madalam kui suurel valgel tõul. Selle põhjuseks võis olla stressialtimate pjeträäni tõugu sigade liha kehvem veesidumisvõime, mis andis lihale kuiva maitse.

Ka antud töös oli kõrgeim lihasesisene rasva osakaal djuroki (2.31%) ja selle ristanakultide (2.47%) järglastel, olles oluliselt erinev siiski ainult valgete tõugude kultide järglaste (0.98%) vastavast näitajast. Eestisse toodud djuroki kultide järglaste pikima seljalihase lihasesisene rasvasisaldus on sarnane Fischeri *et al.* (2000) – 2.11%, Hviidi (2002) – 2.0%, Warrisse *et al.* (1996) – 2.56% leituga. Samas väitsid Jeleniková *et al.* (2008), et puhtatõuliste djuroki sigade lihasesisene rasva osakaal oli isegi 5.05%, Laack *et al.* (2001) – 3.79% ja Brewer *et al.* (2001) – 4.67% ning MLC (1992) andmetel oli see näitaja 75% veresusega djuroki sigadel ainult 1.27%. Antud katse tulemuste põhjal võib väita, et valgete kultide järglaste lihasesisene rasva osakaal on langenud, ilmselt tänu intensiivsele valikule pekipaksuse vähendamise suunas, tasemele, kust algab liha maitseomadus-

te söömiskvaliteedi oluline halvenemine (Bejerholm ja Barton-Gade, 1986). Kui 2001. aastal leidsid Somelar *et al.*, et puhtatõuliste eesti maatõugu sigade lihasesisene rasvasisaldus oli 1.59% ja eesti suurel valgel tõul isegi 3.22%, siis praegu on see ristsigadel vähenenud 0.98%-ni. See on ka ilmselt põhjus, miks kohalike sigade liha maitse ja värvus enam tarbijat ei rahuldanud (Kütt, 2010). Sama tendents on aset leidnud ka Poolas, kus 84% uuritud valgete ristsigade pikima seljaliha-

se rasvasisaldusest oli alla 2.0% (Daszkiewicz *et al.* 2005). Lihasesisese rasva osakaalu ei saa käsitleda eraldi kogu rümba rasvasisaldusest. Suurema rümba rasvake osakaaluga käib alati kaasas madalam tailiha osakaal. Kuna seakasvataja sissetulek sõltub enamasti tailiha osakaalust, on kõrgema lihasesisese rasva sisaldusega sigade tootmine tulutoov ainult siis, kui talle kompenseeritakse väiksema tailiha osakaaluga kaotatud tulu.

**Tabel 4.** Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised isatõugude lõikes

**Table 4.** Least squares means by breed of sire for physical and chemical characteristics of meat

| Näitaja/Trait                     | Kuldi tõug/Sire breed       |       |                    |       |                     |       |                     |       |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|
|                                   | valged tõud<br>White breeds |       | pjeträän/Pietrain  |       | djurok/Duroc        |       | DL                  |       |
|                                   | $\bar{x}$                   | s     | $\bar{x}$          | s     | $\bar{x}$           | s     | $\bar{x}$           | s     |
| n                                 | 6                           |       | 4                  |       | 15                  |       | 5                   |       |
| pH <sub>1</sub>                   | 6.28 <sup>a</sup>           | 0.13  | 5.83 <sup>a</sup>  | 0.20  | 6.10 <sup>a</sup>   | 0.14  | 6.03 <sup>a</sup>   | 0.19  |
| pH <sub>24</sub> *                | 5.67 <sup>a</sup>           | 0.063 | 5.58 <sup>a</sup>  | 0.166 | 5.67 <sup>a</sup>   | 0.081 | 5.52 <sup>a</sup>   | 0.097 |
| Kuivaine, %/Dry matter %          | 25.24 <sup>a</sup>          | 0.40  | 24.98 <sup>a</sup> | 0.50  | 26.47 <sup>b</sup>  | 0.37  | 26.36 <sup>ab</sup> | 0.45  |
| Valgusisaldus, %/Protein, %       | 23.01 <sup>a</sup>          | 0.33  | 21.90 <sup>b</sup> | 0.41  | 22.89 <sup>ab</sup> | 0.31  | 22.61 <sup>ab</sup> | 0.37  |
| Lihasesisese rasva sisaldus, %    | 0.98 <sup>a</sup>           | 0.34  | 1.89 <sup>ab</sup> | 0.42  | 2.31 <sup>b</sup>   | 0.31  | 2.47 <sup>b</sup>   | 0.38  |
| Intramuskulaarne rasvasisaldus, % | 1.224 <sup>a</sup>          | 0.047 | 1.192 <sup>a</sup> | 0.059 | 1.253 <sup>a</sup>  | 0.044 | 1.271 <sup>a</sup>  | 0.053 |
| Tuhasisaldus, %/Ash content, %    | 57.75 <sup>a</sup>          | 1.73  | 60.28 <sup>a</sup> | 2.17  | 57.76 <sup>a</sup>  | 1.62  | 58.66 <sup>a</sup>  | 1.95  |
| Veesidumisvõime 1, % ***          | 77.23 <sup>a</sup>          | 2.26  | 80.41 <sup>a</sup> | 2.83  | 78.52 <sup>a</sup>  | 2.11  | 79.64 <sup>a</sup>  | 2.55  |
| Water holding capacity 1, % ***   |                             |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| Veesidumisvõime 2, % ****         |                             |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| Water holding capacity 2, % ****  |                             |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| Keedukadu, % **                   | 44.19 <sup>a</sup>          | 1.38  | 42.02 <sup>a</sup> | 1.04  | 44.04 <sup>a</sup>  | 1.02  | 44.73 <sup>a</sup>  | 1.16  |
| Boiling loss, % **                |                             |       |                    |       |                     |       |                     |       |
| Tilkumiskadu, % **                | 5.17 <sup>a</sup>           | 2.20  | 7.17 <sup>a</sup>  | 1.66  | 6.15 <sup>a</sup>   | 1.62  | 5.49 <sup>a</sup>   | 1.85  |
| Drip loss, % **                   |                             |       |                    |       |                     |       |                     |       |

\* – 'pjeträän/Pietrain' n = 1; \*\* – 'valged tõud/white sires' n = 3; \*\*\* – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; \*\*\*\* – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Liha saagis tõuseb (Taylor *et al.*, 1981), kui väheneb lihavedeliku kadu aurumise ja kuivamise teel. Väiksema tilkumiskaoga lihal on ka parem veesidumisvõime ja selle värvus on ühtlasem. Kõige suurem lihavedeliku nõrgumiskadu esineb sigadel, kellelt saadakse PSE (hele, pehme ja eksudatiivne) liha ja kes on pärinud sarkoplasma võrgustikus rüanodüinretseptor geenil mutatsiooni (halotaangeen) (Fujii *et al.*, 1991). Kuna halotaangeenil on positiivne mõju rümba lihasusele ja ühtlikkusele, levis see geen soovimatult valiku tagajärjel mõne tõu hulgas, milleks oli ka pjeträäni tõug (Warriss, 2000). Eestisse imporditud pjeträäni sead on halotaangeenivabad. See avaldub ka katse tulemustes, kus veesidumisvõime ja tilkumiskadu tõugude vahel oluliselt ei erinenud ( $P > 0.05$ ). Siiski eritas pjeträäni kultide (NN) järglaste liha rohkem vett (7.17%) kui teist tõugu kultide järglastel. Need tulemused ühtivad Eggerti *et al.* (1998) ja Fischer (2000) andmetega, kus pjeträäni kultide järglaste liha tilkumiskadu oli veidi suurem, kuid mitteoluline djuroki kultide järglastega võrreldes. Ka Wernera *et al.* (2010) ei leidnud erinevust stressiresistentsete pjeträäni tõugu sigade ja djuroki sigade liha tilkumiskao vahel. Siiski, Affentrangeri *et al.* (1996) Edwardsi *et al.* (2003) andmetel oli pjeträäni ja djuroki kultitõugude liha tilkumiskao vahel oluline seos.

Liha kuumutamine põhjustab müofibrillaarse proteiini denaturatsiooni, mille tagajärjel hakkab lihast vett eralduma, muutes selle maitavamaks, kuid sellega vähe-

neb ka õrnus ja mahlasus. Mida kõrgem on küpsetustemperatuur, seda suurem on keedukadu, suurenedes 65°C juures 30%-lt kuni üle 40%-ni 80°C korral (Simmons *et al.* 1985, Wood *et al.* 1995). Liha keedukadu erinevate kultitõugude järglaste vahel ei erinenud oluliselt, mis ühtib ka Breweri *et al.* (2002) ja Edwarsi *et al.* (2003) tulemustega. Brewer *et al.* (2002) nendivad oma töös, et juba 2.5% keedukaol võib olla oluline majanduslik mõju. Antud töös ületas suurema ja väiksema keedukao vahe selle väärtuse (2.71%). Vastupidise tulemuse, kus pjeträäni kultide järglaste liha keedukadu oli oluliselt suurem kui pjeträäni järglastel, said Hviid *et al.* (2002).

#### Soo mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele

Emistel oli katseandmetel pikima seljaliha algne ( $P < 0.10$ ) ja lõplik ( $P > 0.10$ ) pH väärtus madalam kui orikatel (tabel 5). Sarnased tulemused said ka Latorre *et al.* (2004), kuid lõpliku pH puhul oli sugudevaheline erinevus oluline ( $P < 0.01$ ). Cisneros *et al.* (1996), Leach *et al.* (1996), Monin *et al.* (1999), Latorre *et al.* (2008) ja Bérard *et al.* (2010) aga leidsid, et sea sool pole olulist mõju liha pH väärtusele. Peamised faktorid, mis mõjutavad rümba pH-d, on transpordil ja tapamaja/punkti ootealal valitsevad tingimused, seal tekkinud stress võib mõjutada emiseid ja orikaid erinevalt (Pineiro *et al.*, 2001).

Pikima seljelihase kuivaine-, valgu-, lihasesisene rasva-, tuhasisaldus ja veesidumisvõime ei erinenud soogruppide vahel oluliselt ( $P > 0.10$ ). Cisneros *et al.* (1996), Hamilton *et al.* (2000) ja Latorre *et al.* (2004) leidsid samuti, et kuivaine ja lihasesisene rasvasisaldus ei erinenud emistel ja orikatel oluliselt ( $P > 0.10$ ). Sa-

mas Barton-Gade'i (1987) ja Leachi *et al.* (1996) andmetel oli orikate lihastes rohkem lihasesisest rasva kui emistel. Weatherup *et al.* (1998), Beattie *et al.* (1999) ja Latorre *et al.* (2004) mainisid, et pikima seljelihase valgusisaldus on orikatel väiksem ( $P < 0.05$ ) kui emistel.

**Tabel 5.** Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised sugude lõikes  
**Table 5.** Least squares means for physical and chemical characteristics of meat by sex

| Näitaja/Trait                      | emis/gilt |       | Sugu/Sex  |       | Vahe<br>Difference | Olulisus<br>Significance |
|------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|--------------------|--------------------------|
|                                    | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |                    |                          |
| n                                  | 12        |       | 18        |       |                    |                          |
| pH <sub>1</sub>                    | 5.92      | 0.11  | 6.20      | 0.10  | -0.28              | #                        |
| pH <sub>24</sub> *                 | 5.58      | 0.069 | 5.64      | 0.083 | -0.06              |                          |
| Kuivaine, %/Dry matter %           | 25.55     | 0.30  | 25.98     | 0.31  | -0.43              |                          |
| Valgusisaldus, %/Protein, %        | 22.38     | 0.24  | 22.82     | 0.25  | -0.44              |                          |
| Lihasesisese rasva sisaldus, %     |           |       |           |       |                    |                          |
| Intramuscular fat content, %       | 1.89      | 0.25  | 1.94      | 0.26  | -0.05              |                          |
| Tuhasisaldus, %/Ash Content, %     | 1.26      | 0.03  | 1.21      | 0.04  | 0.05               |                          |
| Veesidumisvõime 1, % ***           | 57.45     | 1.28  | 59.78     | 1.33  | -2.33              |                          |
| Water holding capacity 1, %***     |           |       |           |       |                    |                          |
| Veesidumisvõime 2, % ****          | 77.17     | 1.67  | 80.73     | 1.74  | -3.56              | #                        |
| Water holding capacity 2, %****    |           |       |           |       |                    |                          |
| Keedukadu, % **/Boiling loss, % ** | 43.71     | 0.93  | 43.78     | 0.75  | -0.07              |                          |
| Tilkumiskadu, % **/Drip loss, % ** | 7.21      | 1.49  | 4.78      | 1.20  | 2.43               | #                        |

\* – 'orikas/barrow'  $n = 15$ ; \*\* – 'emis/gilt'  $n = 9$ ; \*\*\* – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; \*\*\*\* – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Veesidumisvõime suhe pH väärtusesse on kõverjooneline, olles minimaalne pH väärtuse 5 ja 5.5 vahel. Ülal- ja allpool neid väärtusi paraneb veesidumisvõime progresseeruvast (Warriss, 2000). Kuna antud katses oli emiste ja orikate pikima seljelihase keskmised pH väärtused normaalsel tasemel, ei erinenud ka veesidumisvõime sugude vahel oluliselt. Siiski oli veesidumisvõime arvutatuna kogu vee alusel veidi parem ( $P < 0.10$ ) orikate lihal, mille põhjuseks võib olla nende liha veidi kõrgem pH väärtus. Ka Nold *et al.* (1999) ja Palomares-Cuellar *et al.* (2011) leidsid orikate lihal veesidumisvõime olevat suurema kui mitteolulise (vastavalt +0.22% ja +0.50%) emiste lihaga võrreldes.

Pikima seljelihase keedukadu emistel ja orikatel ei erinenud oluliselt (vastavalt 43.71 ja 43.78%), kuid keedukao varieeruvus oli suurem emistel. Ka Cisneros *et al.* (1996), Ellis *et al.* (1996), Hamilton *et al.* (2000) ja Bérard *et al.* (2010) tulemused kinnitasid, et liha termilise töötlemise kadu ei sõltu sigade soost. Latorre *et al.* (2004) ja Jaturasitha *et al.* (2006) leidsid aga, et emiste liha keedukadu oli oluliselt ( $P < 0.05$ ) suurem kui orikatel. Huff-Lonergan *et al.* (2002) väitis, et lihasesisese rasva sisaldus on keedukaoga negatiivselt seotud, mis vastab ka antud töö tulemustele ( $r = -0.225$ ;  $P > 0.10$ ) (tabel 6).

**Tabel 6.** Liha tehnoloogilise kvaliteedi näitajate vahelised Pearsoni korrelatsioonikoefitsientid  
**Table 6.** Pearson correlation coefficients of the physical and chemical characteristics of meat

| Näitajad                             | 10.                 | 9.                 | 8.                  | 7.                 | 6.    | 5.                  | 4.                 | 3.    | 2.   |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|---------------------|--------------------|-------|------|
| 1. pH <sub>1</sub>                   | -.268               | .107               | -.129               | -.075              | -.006 | -.078               | -.212              | -.279 | .008 |
| 2. pH <sub>24</sub> □                | .066                | -.035              | -.328 <sup>#</sup>  | -.369 <sup>#</sup> | .057  | .472 <sup>*</sup>   | -.121              | .287  |      |
| 3. Kuivaine, %/Dry matter %          | .008                | -.327 <sup>#</sup> | -.108               | -.276              | -.106 | .524 <sup>**</sup>  | .543 <sup>**</sup> |       |      |
| 4. Valgusisaldus, %/Protein, %       | -.044               | -.123              | -.067               | -.161              | -.260 | -.423 <sup>**</sup> |                    |       |      |
| 5. Lihasesisese rasva sisaldus, %    | .014                | -.225              | -.019               | -.105              | .036  |                     |                    |       |      |
| 5. Intramuscular fat content, %      |                     |                    |                     |                    |       |                     |                    |       |      |
| 6. Tuhasisaldus, %/Ash content, %    | .427 <sup>*</sup>   | .107               | -.165               | -.144              |       |                     |                    |       |      |
| 7. Veesidumisvõime 1, % □□           | -.515 <sup>**</sup> | -.171              | .985 <sup>***</sup> |                    |       |                     |                    |       |      |
| 7. Water holding capacity 1, % □□    |                     |                    |                     |                    |       |                     |                    |       |      |
| 8. Veesidumisvõime 2, % □□□          | -.531 <sup>**</sup> | -.231              |                     |                    |       |                     |                    |       |      |
| 8. Water holding capacity 2, % □□□   |                     |                    |                     |                    |       |                     |                    |       |      |
| 9. Keedukadu, % □/Boiling loss, % □  | .213                |                    |                     |                    |       |                     |                    |       |      |
| 10. Tilkumiskadu, % □/Drip loss, % □ |                     |                    |                     |                    |       |                     |                    |       |      |

\* –  $n = 27$ ; \*\* – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; \*\*\* – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Liha madal pH väärtus ja halb veesidumisvõime on suurema tilkumiskao põhjus (Warriss, 2000). Ehkki pikima seljalihase keskmine pH väärtus ei näidanud PSE liha esinemist kummagi sugupoole sigadel ning ka veesidumisvõime ei erinenud oluliselt, siiski leiti, et emiste lihast eraldus 2.43% rohkem ( $P < 0.10$ ) vett kui orikate lihast. Jaturasitha *et al.* (2006), Bérard *et al.* (2010) tulemused aga seda ei kinnitanud. Küll aga leidsid ka Bérard *et al.* (2010), et liha esialgne pH on tilkumiskao negatiivselt seotud. Antud katses oli tilkumiskao ja veesidumisvõime vahel nõrga tugevusega mitteoluline negatiivne seos ( $r = -0.268$ ;  $P > 0.10$ ).

#### pH<sub>i</sub> mõju sigade liha füüsikalise-keemilistele näitajatele

Üks peamisi tegureid tapajärgselt lihaskoe muutumisel lihaks on nende hapendumine. Selline hapendumine kiiruse ja ulatuse varieeruvus mõjutab peamiselt liha värvust ja veesidumisvõimet. Selle taseme mõõtmine

annab väärtuslikku infot võimaliku liha kvaliteedi muutuste kohta ja seda sageli olukordades, kus keerukamaid mõõtmisi pole võimalik läbi viia. PSE- ja DFD-liha on kaks peamist kvaliteediprobleemi lihatööstuses.

Uuritud sigadel leiti 45 minutit pärast tapmist PSE-kahtlusega liha neljal rümbal, kuid 24 tunni jooksul langes pikima seljalihase pH väärtus siiski niipalju, et lõpliku pH väärtuse mõõtmisel PSE-liha enam ei tuvastatud. Küll aga mõõdeti ühe sea pikima seljalihase lõplikuks pH väärtuseks 6.2, mistõttu on oht, et selline DFD-liha võib kiiremini rikneda. Sigade pikima seljalihase algse pH väärtuse (5.00–6.55) suur erinevus võis olla tingitud sigade elektrilise uimastamise kasutamisest. Elektrilise uimastamisest voolu pikaajalisem kasutamine uimastamisel võib stimuleerida lihaskonda, mis viib liha kiirema hapestumiseni (Warriss, 2000).

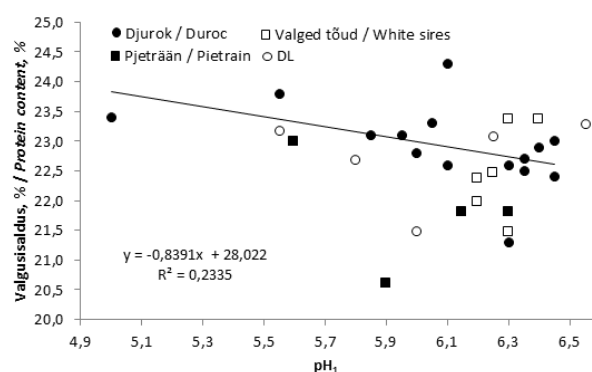
**Tabel 7.** Liha füüsikalise-keemiliste näitajate vähimruutude keskmised liha pH<sub>i</sub> lõikes

**Table 7.** Least squares means for physical and chemical characteristics of meat by pH<sub>i</sub>

| Näitaja/Trait                       | PSE (< 5.8)        |      | Pikima seljalihase pH <sub>i</sub> /m. longissimus dorsi pH <sub>i</sub> normaalne/normal |      | DFD (> 6.4)         |      |
|-------------------------------------|--------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------|------|
|                                     | $\bar{x}$          | s    | $\bar{x}$                                                                                 | s    | $\bar{x}$           | s    |
| n                                   | 3                  |      | 4                                                                                         |      | 23                  |      |
| Kuivaine, %/Dry matter %            | 26.22 <sup>a</sup> | 0.42 | 25.84 <sup>a</sup>                                                                        | 0.21 | 25.22 <sup>a</sup>  | 0.49 |
| Valgusisaldus, %/Protein content, % | 23.34 <sup>a</sup> | 0.35 | 22.13 <sup>b</sup>                                                                        | 0.17 | 22.33 <sup>ab</sup> | 0.40 |
| Lihasesisese rasva sisaldus, %      | 1.67 <sup>a</sup>  | 0.36 | 2.43 <sup>a</sup>                                                                         | 0.18 | 1.63 <sup>a</sup>   | 0.41 |
| Intramuscular fat content, %        |                    |      |                                                                                           |      |                     |      |
| Tuhasisaldus, %/Ash Content, %      | 1.19 <sup>a</sup>  | 0.05 | 1.27 <sup>a</sup>                                                                         | 0.02 | 1.24 <sup>a</sup>   | 0.06 |
| Veesidumisvõime 1, % **             | 59.11 <sup>a</sup> | 1.84 | 58.46 <sup>a</sup>                                                                        | 0.92 | 58.27 <sup>a</sup>  | 2.12 |
| Water holding capacity 1, %**       |                    |      |                                                                                           |      |                     |      |
| Veesidumisvõime 2, % ***            | 80.09 <sup>a</sup> | 2.40 | 78.83 <sup>a</sup>                                                                        | 1.19 | 77.93 <sup>a</sup>  | 2.76 |
| Water holding capacity 2, %***      |                    |      |                                                                                           |      |                     |      |
| Keedukadu, %*/Boiling loss, % *     | 43.88 <sup>a</sup> | 0.95 | 44.35 <sup>a</sup>                                                                        | 0.79 | 43.00 <sup>a</sup>  | 1.18 |
| Tilkumiskadu, %*/Drip loss, % *     | 6.72 <sup>a</sup>  | 1.51 | 5.75 <sup>a</sup>                                                                         | 1.25 | 5.51 <sup>a</sup>   | 1.88 |

\* – 'normaalne/normal' n = 20; \*\* – leitud kaalutise alusel/determined based on total weight; \*\*\* – leitud kogu vee alusel/determined based on total water content

Algsel pH-l ei olnud olulist mõju liha tehnoloogilisele kvaliteedile, väljaarvatud pikima seljalihase valgusisaldusele. Suurema valgusisaldusega lihastes tekkis oluliselt ( $P < 0.05$  vähemalt) rohkem piimhapet, mistõttu langes nende pH alla 5.8 (joonis 1). Siiski oli pikima seljalihase valgusisalduse seos pH<sub>i</sub> väärtusega nõrk ( $r = 0.212$ ,  $P > 0.10$ ). Lihaste happesuse tõusu tagajärjel toimub rakumembraanide lagunemine ja seetõttu suureneb lihaste vedeliku kadu. Belitz *et al.* (2009) väitel on PSE-liha tilkumiskadu kolme päeva pärast 15% ja normaalsel lihal 4%. Antud katses osutus PSE-liha tilkumiskadu küll veidi suuremaks kui normaalsel ja DFD-lihal, kuid leitud seos polnud oluline ( $P > 0.05$ ). Bendall ja Swatland (1988) aga väitsid, et pH seos tilkumiskao (kotiga mõõdetud) on kahefaasiline, kus vedeliku kadu suureneb pH väärtuste vahemikus 7.0 kuni 6.1, jäädes siis madalamate pH väärtuste juures samale tasemele. Samas ei vähendanud pikima seljalihase madalam pH väärtus selle veesidumisvõimet, olles isegi suurem ( $P > 0.05$ ) kui DFD- või normaalsel lihal. Defektsete pikimate seljalihaste veesidumisvõimete varieeruvused olid aga üle kahe korra suuremad kui normaalsel lihal (tabel 7).



**Joonis 1.** Selja pikima lihase valgusisalduse mõju liha pH<sub>i</sub> väärtusele

**Figure 1.** Effect of intramuscular fat content of m. longissimus dorsi on meat pH<sub>i</sub>-value

Ehkki normaalse liha rasvasisaldus oli kõrgem ( $P < 0.10$ ), oli seos lihasesisese rasva ja pH<sub>i</sub> vahel nõrk ( $r = -0.075$ ,  $P > 0.10$ ) (tabel 6). Ka Daszkiewicz *et al.* (2005) nentisid, et pikima seljalihase rasvasisalduse ja pH<sub>i</sub> väärtuse vahel puudub seos.

## Järeldused

Antud katse näitas, et kulditõu, sigade soo (emis ja orikas) ja pikima seljalihase pH<sub>1</sub> väärtuste tasemete mõju liha tehnoloogilistele kvaliteedinäitajatele oli väike või puudus sootuks. Djuroki kultide järglased paistsid silma oma pikima seljalihase kõrgema kuivaine ja lihasesisese rasva poolest. Pjeträni kultide järglaste lihal oli aga madalam valgusisaldus. Suuremat tähelepanu tuleb edaspidi pöörata valgete tõugude pikima seljalihase madalale lihasesisese rasva sisaldusele, mis oli üle poole võrra madalam kirjanduses soovitatud optimaalsest tasemest. Nende tõugude ristamine suure lihasesisese rasva osakaaluga djuroki tõuga vähendab omakorda ristandsigade lihasesisese rasva taset. Kuna liha maitseomadused sõltuvad eelkõige just lihasesisese rasva hulgast ja ka tõust, peab edaspidi selgitama, kui suur mõju on madalal lihasesisese rasva osakaalul meie valgete tõugude sigade liha söömiskvaliteedile. Valgete tõugude lihasesisese rasva osakaalu parandamiseks tuleks luua kuldiliinid, kellel see näitaja oleks optimaalsel tasemel.

Elektrilise uimastamise kasutamisel ei saa pH<sub>1</sub> väärtuse alusel teha järeldusi liha tehnoloogiliste kvaliteedinäitajate kohta. Ehkki esialgse pH mõõtmine näitas nii PSE- kui ka DFD-liha olemasolu, jäid lõplikud liha pH väärtused normaalse liha piiridesse.

## Kirjandus

- Affentranger, P., Gerwig, C., Seewer, G. J. F., Schworer, D., Kunzi, N. 1996. Growth and carcass characteristics as well as meat and fat quality of three types of pigs under different feeding regimens. – *Livest Prod Sci.* 45:187–196.
- AOAC 991.36. 1995. AOAC Official Method 991.36, Fat (Crude) in Meat, Solvent Extraction (Submersion) Method. [http://www.aoac.org/omarev1/991\\_36.pdf](http://www.aoac.org/omarev1/991_36.pdf). Viimati külastatud 28.02.2011.
- Asghar, A., Pearson, A. M. 1980. Influence of ante- and post-mortem treatments on muscle composition and meat quality. – *Adv Food Res.* 26:53–61.
- Barton-Gade, P. A. 1987. Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. – *Livest Prod Sci.* 16:187–196.
- Bejerholm, C., Barton-Gade, P.A. 1986. Effect of intramuscular fat level on eating quality in pig meat. – *Proc 32nd European Meeting of Meat Research Workers*. Bristol, UK, 196–197.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009. Defects (PSE and DFD Meat). – *Food Chemistry*. Springer. 588–589.
- Bérard, J., Kreuzer, M., Bee, G. 2010. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits – *Meat Science*. 86:845–851.
- Beattie, V.E., Weatherup, R.N., Moss, B.W., Walker, N. 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. – *Meat Science*. 52:205–211.
- Bendall, J. R., Swatland, H. J. 1988. A review of relationships of pH with physical aspects of pork quality. – *Meat Science*. 24: 85–126.
- Brewer, M.S., Jensen, J., Sosnicki, A.A., Fields, B., Wilson, E., McKeith, F.K. 2002. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. – *Meat Science*. 61:249–256.
- Canadian Centre for Swine Improvement. 2003. Duroc as a terminal sire line. – Report. 2 lk.
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., Fernando, R. L. 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. – *J Anim Sci.* 74:925–933.
- Daszkiewicz, T., Bąk, T., Denaburski, J. 2005. Quality of pork with a different intramuscular fat (IMF) content. – *Polish J Food Nutr Sci.* 14/55: 31–36.
- DeVol, D.L., McKeith, F.K., Bechtel, P.J., Novakofski, J., Shanks, R.D. and Carr, T.R. 1988. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. – *J Anim Sci.* 66, 385–395.
- Edwards, D. B., Bates, R. O., Osburn, W. N. 2003. Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. – *J Anim Sci.* 81:1895–1899.
- Eggert, J.M., Schinckel, A.P., Mills, S.E., Forrest, J.C., Gerrard D.E., Farrand, E.J., Bowker B.C., Wynveen, E.J. 1998. Growth and Characterization of Individual Backfat Layers and Their Relationship to Pork Carcass Quality. – *Purdue University Swine Day Report*. 14–20.
- Ellis, M., Brewer, M. S., Sutton, D. S., Lan, H.-Y., Johnson, R. C., McKeith, F. K. 1998. Aging and cooking effects on sensory traits of pork from pigs of different breed lines. – *J Muscle Foods*. 9:281–291.
- Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., Brown, I. 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. – *Anim Sci.* 62:521–530.
- EV põllumajandusministri määrus nr 35. Nõuded põllumajanduslooma uimastamise, tapmise ja hukkamise ning neid teostavate isikute koolituse kohta, lubatud uimastamis-, tapmis- ja hukkamisvahendid ning lubatud uimastamis-, tapmis- ja hukkamismeetodid loomaliikide kaupa. – Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/971242>. Viimati külastatud 17.02.2011.
- Eesti Vabariigi standard EVS-ISO 1442:1999 (1999) Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine (põhimeetod) [http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/158260/doclang/en/preview/1/EVS\\_ISO\\_1442:1999\\_en\\_preview.aspx](http://www.evs.ee/Checkout/tabid/36/screen/freedownload/productid/158260/doclang/en/preview/1/EVS_ISO_1442:1999_en_preview.aspx). Viimati külastatud 28.02.2011.
- Fernandez, X., Monin, G., Talmont, A., Mourot, J., Lebret, B. 1999<sup>a</sup>. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat-1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristic of m. longissimus lumborum. – *Meat Science*, 53:59–65.
- Fernandez, X., Monin, G., Talmont, A., Mourot, J., Lebret, B. 1999<sup>b</sup>. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat-2. Consumer acceptability of m. longissimus lumborum. – *Meat Science*, 53:67–72.
- Fischer K., 1994. Zur Topografie des intramuskulären Fettgehalts bei Rind und Schwein. – *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung*, Kulmbach. 33:112–120.
- Fischer, K. 2005. Consumer-relevant aspects of pork quality. – *Animal Science Papers and Reports*. 23:269–280.
- Fischer K., Reichel M., Lindner J.P., Wicke M., Branscheid W., 2000. Einfluss der Vattertierrasse auf die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. – *Archiv für Tierzucht*, 43:477–485.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., de Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., O'Brien, P.J., MacLenna, D.H. 1991.

- Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. – *Science*. 253:448–451.
- Garcia-Macias, J. A., Gispert, M., Oliver, M. A., Diestre, A., Alonso, P., Munoz-Luna, A., Siggens, K., Cuthbert-Heavens, D. 1996. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. – *Anim. Sci.* 63:487–496.
- Grau, R., Hamm, R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. – *Fleischwirtschaft*, 4, 295–297.
- Goransson, A., Von Seth, G., Tornberg, E. 1992. The influence of intramuscular fat content on the eating quality of pork. – *Proc 38th Int Congress of Meat Sci. and Technol.*, 2, 4.07, INRA, Theix, France. France: Clermont-Ferrand. 245–249.
- Grau, R., Hamm, R. 1957. Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskles. II Über die Bestimmung der Wasserbindung des Muskles. – *Z. Lebensmittel – Untersuchung und Forschung*, 15:446–460.
- Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K., Parret, D. F. 2000. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. – *J Anim Sci.* 78:2862–2867.
- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. – *Meat Science*. 49:447–457.
- Huff-Lonergan, E., Baas, T.J., Malek, M., Dekkers, J.C.M., Prusa, K., Rothschild, F. 2002. Correlations among selected pork quality traits. – *J Anim Sci.* 80:617–627.
- Hviid, M.; Barton-Gade, P.; Oksama, M.; Aaslyng, M. D. 2002. Effect of using Pietrain, Duroc or HD as sire line on eating quality in pork loin. – *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, August. 4 lk.
- ISO 936:1998. 1998. Meat and meat products – Determination of total ash. International Organization for Standardization. 6 lk.
- Jaturasitha, S., Kamopas, S., Suppadit, T., Khiaosa-arda, R., Kreuzer, M. 2006. The Effect of Gender of Finishing Pigs Slaughtered at 110 Kilograms on Performance, and Carcass and Meat Quality. – *Science Asia*. 32:297–305.
- Jeleniková, J., Pipek, P., Miyahara, M. 2008. The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. – *Eur Food Res Technol.* 227:989–994.
- Kanis, E., Nieuwhof G. J., de Greef K. H., van der Hel, W., Verstegen, M. W. A., Huisman, J., van der Wal, P. 1990. Effect of recombinant porcine somatotropin on growth and carcass quality in growing pigs: Interactions with genotype, gender and slaughter weight. – *J Anim Sci.* 68:1193–1200.
- Kütt, P. 2009. Djuroki kuldid seemendusjaamas. Tõuloomakasvatus 4, 7.
- van Laack, R. L., Stevens, S. G., Stalder, K. J. 2001. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. – *J Anim Sci.* 79:392–397.
- Lan, Y. H., McKeith, F. K., Novakofski, J., Carr, T. R. 1993. Carcass and muscle characteristics of Yorkshire, Meishan, Yorkshire x Meishan, Meishan x Yorkshire, Fengjing x Yorkshire, and Minzhy x Yorkshire pigs. – *J Anim Sci.* 71:3344–3347.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., Mateos G. G. 2004. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, *J. Anim Sci.* 82:526–533.
- Latorre, M. García-Belenguer, A., E., Ariño, L. 2008. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *J Anim Sci.* 86:1933–1942.
- Leach, L.M., Ellis, M., Sutton, D.S., McKeith, F.K., Wilson, E.R. 1996. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. *J Anim Sci.* 74:934–943.
- Lebret, B., Juin, H., Noblet, J., Bonneau, M. 2001. The effects of two methods of increasing age at slaughter weight on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. – *Anim Sci.* 72:87–94.
- von Lengerken, G., Wicke, M. 2006. Schweinezüchtung. – *Tierzucht. Toimetajad von Lengerken, G., Ellendorf, F., von Lengerken, J. Eugen. Ulmer GmbH ja Co.* 294–316.
- pH-meetri Testo 205 käsitusjuhend. 2008. – *Elke Sensor*.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S., Johnson, R. K. 1987. Growth performance for four breeds of swine: crossbred females and purebred and crossbred boars. – *J Anim Sci.* 64:99–108.
- MLC. 1992. Second Stotfold Pig Development Unit Trial Results. – *Meat and Livestock Commission*, Milton Keynes.
- Moeller, S. J., Christian, L. L., Goodwin, R. N. 1998. Development of adjustment factors for backfat and loin muscle area from serial real-time ultrasonic measurements on purebred lines of swine. – *J Anim Sci.* 76:2008–2016.
- Monin, G., Larzul, C., Le Roy, P., Culioli, J., Mourot, J., Rousset-Akrim, S., Talmant, A., Touraille, C., Sellier, P. 1999. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. – *J Anim Sci.* 77:408–415.
- Nold, R.A., Romans, J.R., Costello W.J., Libal, G.W. 1999. Characterization of muscles from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. – *J Anim Sci.* 77:1746–1754.
- Novakofski, J. 1987. Repartitioned pork. Sensory quality and consumer acceptance. *Proc University of Illinois Pork Ind. Conf.*, Urbana, IL. Lk 84.
- Pineiro, C., Lorenzo, E., Pineiro, A., Mateos, G.G. 2001. Effects of induced stresses on productive performance and serum concentration of acute phase proteins in growing-finishing pigs. – *J Anim Sci.* 79(Suppl. 1):211.
- Prestat, C., Schlikau, J., Brewer, M. S., McKeith, F. K. 2001. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin. – *Meat Science*. 60:395–400.
- Rincker, P. J., Killefer, J., Ellis, M., Brewer, M. S., McKeith, F.K. 2008. Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops. – *J Anim Sci.* 86:730–737.
- Ristandaretusprogramm Marmorliha  
<http://www.estpig.ee/?MARMORLIHA>. Viimati külastatud 17.01.2011.
- SAS. 1999. SAS OnlineDoc V8. – *SAS Institute Inc.*, Cary, NC, USA. <http://www.sfu.ca/sasdoc/sashtml/onldoc.html>. Viimati külastatud 21.01.2011.
- Simmons, S.L., Carr, T.R. McKeith, F.K. 1985. Effects of internal temperature and thickness on palatability of pork loin chops. – *J of Food Sci.* 50:313–315.
- Somelar, E., Tänavots, A., Saveli, O. 2001. Meat Quality Research of Pure- and Crossbred Pigs in Estonia. – 7<sup>th</sup> Baltic Animal Breeding Conference. Tartu. 138–143.
- Taylor, A.A., Shaw, B.G., MacDougall, D.B. 1981. Hot deboning beef with and without electrical stimulation. – *Meat Science*. 5:109–123.
- Tecator Application Note AN 23/80. Rapid determination of crude fat in feedstuffs by using the Soxtec System, 1 lk.

- Tecator Application Note AN 30/81. Rapid determination of raw protein in feedstuffs by using the Kjeltec System, 1 lk.
- Tänavots, A., Saveli, O. 2003. Optimum slaughter weight of Estonian pig breeds. – Proceedings of the 9th Baltic Animal Breeding Conference. Sigulda, Latvia. 87–91.
- Tänavots, A., Põldvere, A. 2006. Carcass traits of offsprings of top breeding boars in Estonia. – Proceedings of the 12th Baltic Animal Breeding Conference. Jurmala, Latvia. 103–109.
- Warriss, P.D., Kestin, S.C., Rolph, T.P., Brown, S.N. 1990. The effects of the  $\beta$ -adrenergic agonist salbutamol on meat quality in pigs. – *J Anim Sci.* 68:128–136.
- Warriss, P.D., Kestin, S.C., Brown, S.N., Nute, G.R. 1996. The quality of pork from traditional pig breeds. – *Meat Focus Intern* 5:179–182.
- Warriss, P.D. 2000. *Meat Science: An Introductory Text.* – CABI Publishing. 310 lk
- Weatherup, R.N., Veattie, V.E., Moss, B.W., Kilpatrick, D.J., Walker, N. 1998. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. – *Anim Sci.* 67:591–600.
- Wernera, C., Natterb, R., Schellander, K., Wicke, M. 2010. Mitochondrial respiratory activity in porcine longissimus muscle fibers of different pig genetics in relation to their meat quality. – *Meat Science.* 85:127–133.
- Volovinskaja, V., Kjelman, B. 1961. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности, оценке качества туш и мяса. – Москва.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Fursey, G.A.J., Cuthbertson, A. 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Science.* 40:127–135.
- Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I., Whittington F.M., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., da Costa N., Chang K.C. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. – *Meat Science,* 67:651–667.

# **Factors affecting carcass and meat quality characteristics of pigs. II Effect of breed of sire, sex and pH<sub>i</sub> on meat quality traits**

Alo Tänavots\*<sup>1</sup>, Aarne Põldvere<sup>1,2</sup>, Riina Soidla<sup>1</sup>, Lembit Lepasalu<sup>1</sup>, Stanislav Žurbenko<sup>1</sup>  
alo.tanavots@emu.ee

## **Summary**

A study was conducted to evaluate the influence of breed and sex of pigs as well as the effect of initial pH on meat quality traits. Lean meat samples from gilts and barrows of white, Pietrain, Duroc and Duroc x Estonian Landrace sires' progenies were collected. Samples of m. longissimus dorsi (200 g) were taken between the 13<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> rib 24 h post-mortem for laboratory investigations. pH<sub>i</sub> and pH<sub>24</sub> were recorded 45 min and 24 h after slaughtering, respectively, using a pH-meter Testo 205. The initial pH was categorized into three classes: pH value below 5.8 – PSE meat; pH 5.8 to 6.4 – normal meat, and pH over 6.4 – DFD meat. Physical and chemical characteristics of meat were determined, including the content of protein, intramuscular fat, ash and dry matter, boiling and drip losses, and two water holding capacities (WHC 1 – based on the bases of total weight and WHC 2 – based on total water content. Least squares means were calculated using the general linear model, which included fixed effect of boar breed (n = 4), testing season (n = 2), sex (n = 2) and initial pH (n = 3). To calculate least squares means of the initial and ultimate pH, the effect of pH<sub>i</sub> classes was excluded from the model. M. longissimus dorsi of the progenies of purebred Duroc sires had a significantly higher dry matter (26.47%) content, compared to that of white and Pietrain sires. At the same time lower protein content (21.90%) in m. longissimus dorsi was found in the progenies of Pietrain sires compared to those of white sires. Intramuscular fat content, the major factor responsible for lean meat flavour, was significantly lower (0.98%), in the progenies of white sires compared to those of pure- and crossbred Duroc sires (2.31 and 2.47%, respectively). Sex had no significant effect on the physical and chemical properties of meat, while pH<sub>i</sub>, WHC 2 and drip loss had a certain impact (P < 0.10). Drip loss was found to be higher (+2.43%) for gilts. Initial pH classes had no influence on meat quality either, except for protein content. PSE meat showed significantly higher protein content (23.34%), than normal meat (22.13%). Higher protein content led to a lower pH<sub>i</sub> level. Further research is required to study the relationship between intramuscular fat content and eating quality of pork produced in Estonia.

### OSKUSSÕNADEST

#### TERMINOLOOGIATÖÖST OMAAEGSES EESTI LOOMAKASVATUSE JA VETERINAARIA TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUDIS

Siiri Kasepalu, filoloogiakandidaat,  
pikka aega ELVI omaaegse terminoloogiakomisjoni aseesimees ja sekretär ühes isikus

#### Kus?

Eesti Loomakasvatuse Instituut oli süsteemselt loomakasvatusteadustega tegelev ja uurimistulemusi mitmel viisil ja mitmes keeles tutvustav uurimisasutus, mille tegevus hõlmas loomakasvatusteaduste tervikuna. Lisaks uurimistegevusele oli instituudi koosseisus ka kirjastusgrupp, mille ülesanne oli teadussaavutuste esitamiseks koostada ja välja anda nii teaduslikku kui ka populaarsemas vormis kirjandust, sh infolehti majanditöötajatele. Vajaliku tööloigu moodustasid ka õppematerjalid, ka tehnikumiõpikud.

Väljaannetes sisalduv pidi olema selgelt arusaadav nii tootmise (majandis) töötavale lihtsamale, isegi erihariduseta lugejale, tehnikumiõpilasele, üliõpilasele kui ka teadustöötajale, kusjuures sisu on võimalik arusaadavalt edasi anda ja mõistetavaks teha ainult korrektselt ja täpselt väljendudes, sh kasutades kokkuleppeliselt kõigile ühtviisi mõistetavat terminoloogiat.

Kuna teadustööde kogumikud ei ilmunud ainult eestikeelsena, vaid sisaldasid ka venekeelseid artikleid ning kohustuslikuna vene- ja ingliskeelseid resümeeid, oli vaja tagada nende sisuline ja keeleline arusaadavus ning adekvaatne originaalile vastav mõistetavus, seda mitte ainult Eestis, vaid ka kogu tollases NL-is ning isegi piiri taga. Peale selle oli Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudi (ELVI) teadlastel tänu tihedatele sidemetele Moskva uurimisasutustega ja Põllumajandusteaduse Akadeemiaga olemas teadusartiklite avaldamise võimalus ka sealsetes väljaannetes, mis omakorda nõudis head venekeelse oskussõnavara tundmist. Tähtis oli see ka paljude Tartus korraldatud üleliiduliste loomakasvatusalaste konverentside ettekannete ja teeside koondamisel ning väljaandmisel. Sedasama nõudis ka väitekirjade kaitsmine nii Eestis kui Moskvas ning venekeelsete autoreferaatide koostamine. Üleliiduline Põllumajandusministeerium arendas ühel oma tegevusperioodil ka aktiivset terminoloogiaalast tööd, korraldades sellealaseid konverentse, mis omakorda innustas tegevust ka perifeerias.

Kõige selle tagamiseks tegid tööd toimetajad ja tõlgid, kes omakorda vajasisid korrektset alust, millest töös lähtuda.

#### Miks?

Töö käigus tekkis sageli probleeme, kui mõistete väljendamiseks kasutati erinevaid sõnakujusid ja sõna-

ühendeid. Põllumajandusteadlased kui kirjutiste autorid olid erineva keeletunnetuse ja terminoloogiabaasiga, sageli ka aktiivse vene keele mõju all.

Ebaühtlane stiil ja terminoloogia, st mitme erineva termini (märgistuse) kasutamine ühe mõiste kohta, mis eelnimetatust tulenevalt paratamatu, on eriti häiriv õpikutes. Eesmärk oli saavutada võimalikult ühtne erialasõnavara. Selle täitmiseks hakati tegelema oskussõnavara, mille aines lähtus loomakasvatusteaduste uurimisvaldkonna temaatikast.

Aluse selle tööga sügavamaks tegelemiseks andiski pikaajaline toimetamistegevus ELVI kirjastusgrupis, samuti kirjastuses Valgus. Sellest tööst tulenes põllumajandusterminoloogia alase kandidaaditöö koostamine ajaloolise ülevaate alates esimestest sellealastest väljaannetest ja sõnaraamatutest kuni viimase aja suurtootmise alaste uute moodsate terminite tekkimise/loomise ja kasutuselevõtu käsitluseni ning soovituseni. Kõnealuse (venekeelse) väitekirja kaitsmine toimus 1977. a.

Niisiis oli materjal ja terminiloo teooria olemas.

Alustades tööd erialasõnavara ei seadnud me eesmärgiks koostada kohe ühte suurt mahukat sõnastikku. Andsime endale aru, et see kestaks koos keeruka ja kogemuslikult pikaajalise kirjastamisprotseduuriga liiga kaua, kuid õigeid, ühtlustatud termineid on tarvis kohe, iga päev. Kiirülevaateid sellealastest probleemidest avaldasime teadustööde kogumikes ja sel ajal ilmunud Soovituste-sarjas.

#### Kuidas?

Tööd alustades pidasime õigeks lähtuda mõistetest, st mitte võtta ette ainult sõnastikke, millest hakata otsima vasteid eri keeltes, vaid kaardistada teatud eriala mõisted mõisteringides – seotud mõisted koos allmõistetega (nt *tõug* > *tõud* tootmissuuna järgi > *tõunimetused*). Seda tööd tegime erialakirjanduse alusel. Selleks kasutasime nii õppematerjale, teatmeteoseid kui ka artikleid. Koostasime ja pidevalt täiendasime sedelkartoteeki, kus terminid olid seotud nende selgitustega (määratlustega, definitsioonidega, kaudsete ümberütlevate selgitustega). Samuti märkisime juurde tähenduslikult seotud terminid, mis hiljem kas paigutusid omaette üksuseks või konkreetse mahukamat mõistet tähistava termini allterminiteks.

Olles eestikeelse erialase teaduskirjanduse alusel läbi töötanud ühe teemavaldkonna mõisted, hakkasime samast põhimõttest lähtudes läbi töötama võõrkeelset

(vene, inglise ja saksa) erialast teaduskirjandust. Mõistete sisust lähtudes viisime omavahel kokku erikeelsed vasted, st mõiste kohta kasutatud terminid. Nii ei olnud vaja muret tunda selle pärast, kas erikeelsete terminite omavaheliste vastete sisuline maht kattub.

Välja sedeldasime (sel ajal toimus töö n-ö paberil ja sulepeaga) ja kartoteekisime kõik võimalikud vasted. Lisasime ka kõik erialastest ja üldsõnaraamatutest leitud muukeelsed variandid ning kontrollisime, kas need omavahel sisuliselt kattuvad. Terminite süstematiseerimisel terminiridades (sünonüümterminiridades) valisime eelisttermini – nii omakeelse kui rahvusvahelise (osise)ga sõnakuju (*välimik = eksterjöö*). Valiku kriteeriumid olid: võimalikult täpne tähenduse vastavus, sh mitmetähenduslikkuse puudumine, kasutussagedus, selgus, terviklikkus, suhteline lühidus.

Terminibaasi koostamisel lähtusime sellest, et erialasõnaraamatutesse paigutatakse enamasti ainult nimisõnad. Valdavalt järgisime seda põhimõtet, kuigi vajadusel ei jätnud lisamata ka erialaspetsiifilist tegu- või omadussõna (*aretama, aher*). Me ei üritanud ilmingimata muuta juba olemasolevaid sobivaid eestipäraseid sõnakujusid ja -ühendeid, püüdes viimastest ebaloomulikke sunnitud liitsõnu moodustada, kuigi ökonoomiaprintsibi rakendamise võimalusel püüdsime neid tihendada täiendsõna põhisõnaga sidumise reeglistiku järgi, samuti võimaluse korral kasutada tuletusliiteid. Ka keeles kinnistunud, keeleomaseks muutunud ja kasutamisel mitte keerulisi rahvusvahelisi sõnu ei püüdnud me ilmingimata asendada omakeelse tüve alusel moodustatuga. Terminivariandid (sünonüümterminid) jätsime põhitermi kõrval alles, et vajadusel oleks võimalik neid omavahel tähenduslikult seostada.

Negatiivse või vulgaarse stiilivarjundiga sõnu põllumajandusterminoloogia pikaajalise arengu käigus kirjalikus kasutuses peaaegu ei olnud. Tänu sellele ei kujunenud probleemi – teatavasti peab terminoloogia olema neutraalne, hinnangulise rõhuta ja mitte vulgaarne.

Standardiseerimist me terminikorrastuse käigus eesmärgiks ei seadnud, kuigi sel ajal juba kinnitatud standardeid oli olemas.

Pesasüsteemis paigutasime avarama mõiste allterminid (liigimõisted ja vastavad terminid) üldises tähestikuloendis avaramat mõistet tähistava termini alla ning viitasime järjekorranumbriga sellele asukohale ka üldises tähestikulises järjestuses.

Mõnikord tekkis küll väiksemaid probleeme erinevates keeltes kasutatud mõistete tähenduse täieliku kattumisega, kuid seda esines harva.

Eestikeelsete märksõnade alusel järjestatud seletava sõnaraamatu põhiosa järel esitasime terminiregistrid teistes kasutatud sõnaraamatukeeltes – vene, inglise, saksa keeles koos numbriviitega selle asukohale sõnaraamatu põhiosas. See meetod võimaldas sõnaraamatut ökonoomselt kasutada ka kolme keele pöördõnastikuna, nt tõlkides nendes keeltes olevat kirjandust.

## Väljund

Sellisel koondatud materjali teadustegevuse kitsamate valdkondade viisi avaldasime väikesõnastikena. Kahtlemata tuli erinevate loomakasvatustervikvaldkondade alastes sõnastikes esile teatud dubleerimist, kuid see ebakoht oli kavas kõrvaldada kõigi väikesõnastike kokkupanekul üheks suureks mahukaks üldsõnaraamatuks.

Sõnaraamatuvihikuteks ilmusid.

1. Loomakasvatustermiinid eesti, saksa, inglise ja vene keeles 1. Seakasvatus. 1983. 84 lk.
2. Loomakasvatustermiinid eesti, saksa, inglise ja vene keeles 2. Põllumajandusloomade füsioloogia. 1984. 200 lk.
3. Loomakasvatustermiinid eesti, saksa, inglise ja vene keeles 3. Lambakasvatus. 1987. 202 lk.
4. Loomakasvatustermiinid eesti, saksa, inglise ja vene keeles 4. Karusloomakasvatus. 1987. 95 lk.
5. Loomakasvatustermiinid eesti, saksa, inglise ja vene keeles 5. Põllumajandusloomade geneetika. 1988. 85 lk.
6. Mõisteid ja määratlusi sigimisbioloogiast. 1989. 148 lk.
7. Mõisteid ja määratlusi põllumajandusökonomikast. 1990. 270 lk.
8. Mõisteid ja määratlusi hobusekasvatusest. 1993. 108 lk.
9. Mõisteid ja määratlusi põllumajandusloomade söötmisest. 1993. 102 lk.
10. Mõisteid ja määratlusi veisekasvatusest. 1993. 172 lk.
11. Mõisteid ja määratlusi linnukasvatusest. 1994. 57 lk.
12. Mõisteid ja määratlusi kalakasvatusest. Projekt. 1995. 64 lk.

Sõnastikesse oli koondatud üle kümne tuhande termini koos määratlusega (definitsiooniga) ning vene-, inglise- ja saksa keelsete vastetega, moodustades seega kokku keskmise mahuga mitmekeelse seletava sõnaraamatu.

Kahjuks jäi lõpetamata mehhaniseerimisalane väikesõnastik, mille terminikartoteek koos vajalike jooniste ja skeemidega oli enam-vähem olemas.

## Kavandatud lõppsiht

Eesmärk oli kogu vihikuteks ilmunud materjal kokku panna ühiseks loomakasvatussõnaraamatuks, üksiti materjali tihendades ja kohati sõnaraamatutes tekkinud dubleerimist vältides.

Kümmekond aastat tagasi oli lootus see töö avaldada Eesti Keele Instituudi abil, kuid teatud muutused seeläbi struktuurides tõmbasid kavatsusele kriipsu peale. Siiski töötati selle võimalusega, arvestades olemasolevaid sõnaraamatuvihikuid, uuesti läbi, kontrolliti, parandati, täiendati ja tihendati materjale ning koostati sõnaraamatu põhiosa käsikiri, kuhu mahtus 8650 eestikeelset terminit, enamasti koos seletustega (määratlustega) ning vene-, inglise- ja saksa keelsete vastetega.

Kuna sõnaraamatu avaldamise võimalus kadus, ei jätkatud täiendamist ega ka terminiregistrite koostamist.

Olemasolev materjal oleks vajanud täiustamist mehhaniseerimisalaste terminitega, senises käsikirjas on neid suhteliselt vähe, piirdudes ainult tähtsamatega.

Kõnealuses terminikogumis on olemas küll söötmisalane sõnavara, kuid kitsamalt taimekasvatust käsitlev terminoloogia süvitsi puudub.

Veterinaarterminoloogia oli suurema tähelepanu all, koostöös vastava ala teadlastega, konkreetsete väljaannete koostamise ja toimetamise käigus (nt prof V. Tilga autorlusega kirjastuses Valgus ilmunud väljaannetena, mille toimetajaks artikli autor oli), eraldi veterinaarterminite kogumit ELVI-s koostatud ei ole.

Kõnealusel perioodil koostatud ja toimetatud väljaannetele lisati vajadusel ka terminitest aineregister.

Täienenud teadmised, avaramad kontaktid ning rikalik mitmekeelne teaduskirjandus avardab kahtlemata töövõimalusi.

\* \* \*

## KAS ME VAJAME MESINDUSLESIKONI?

Antu Rohtla

Muutused nii maailmas kui meie igapäevaelus tingivad mitmesuguste oskussõnade kasutamise. Internet on kaasa toonud ennenägematu informatsioonitulva, milles oma osa annavad nii vastava eriala asjatundjad kui ka asjaarmastajad, kes tahavad oma arvamusega kaasa aidata ühe või teise valdkonna arengule.

Üleilmastumine toob iseenesest kaasa hulga informatsiooni, mida on vaja tõlkida teistesse keeltesse, kaasa arvatud meie emakeelde. Paraku peab nentima, et eestimeelsuse tõusu kõrval on hakanud kahanema eestikeelsus. Peale selle on mitmed erialamõisted aja jooksul muutunud või ähmastunud, nende asemele on tulnud uued, lühemad ja selgemad (mõnikord, paraku, ka ebaselgemad) mõisted ja oskussõnad.

Siinkohal tasuks meenutada kas või seda, kuidas on mesinduses jõutud oskussõnani *kärjekann*. Ligi 120 aastat tagasi kasutati selle asemel mõistet *toop*; *kõige väiksem toop* jne. Samuti võime vanemast mesindusalasest kirjandusest lugeda, et *mee viskab kärjest välja ringijooksmise wäggi*. Tänapäeval on sellised keerulised ja pisut lohisevad mõisted asendunud tunduvalt lühemate ja täpsematega.

On ka vastupidiseid näiteid, kus lihtsad eestikeelsed terminid teatud mõistete väljendamiseks on asendunud ebatäpsemate võõrlaenude või tõlgetega. Üks selliseid on *kunstkärg*.

Kui vanemas eestikeelses mesindusalasest kirjanduses kasutati sagedamini mõistet *kärjepõhi*, siis ilmselt vene keele mõjul hakati kasutama terminit *kunstkärg*. Siinkohal tuleb selgitada, et kärg koosneb kärjekannudest, kärjekann omakorda kannu põhjast ja kannu seinest. Kuna praegu kasutatav termin sellele sisuliselt ei vasta (puuduvad kannu seinad), siis on seda õigem nimetada *kärjepõhjaks*.

Samuti on üsna levinud kärjepõhja nimetamine *tehiskärjeks*. Kuigi ka tehiskärg on olemas, ei saa seda samastada kärjepõhjaga.

Viimase poole sajandi jooksul on mesindusalasest kirjanduses sageli mõistete ja terminitega üsna vabalt ümber käidud, mistõttu tänapäeval (eriti blogides) kasutatakse ebatäpseid ja sageli kummalisi oskussõnu. Terminite ebatäpse kasutamise faktid võib reeglina jaotada kaheks suuremaks rühmaks: häirivateks ja eksitavateks.

Häirivateks võib lugeda selliseid kirjanpandud mõtteid nagu '...mee rikub ära leskede kogutud mesi...'

Veel hullem on, kui sisulisi ebatäpsusi esineb teatmeteostes, nõuandekirjanduses või regulatiivides.

Näiteks ENE (5. kd 1973, lk 145) artiklis *mesilane* eiratakse isegi rahvusvahelist süstemaatikakoodeksit. Samas väidetakse, et mesilane kodustati V–III aastatuhandel e.m.a. Selline väide on häiriv, sest mesilasperede metsast (mägedest) inimeste eluasemete lähedale toomine ei tähendanud veel kodustamist. Seesama nn kodustatud mesilane võib iga hetk pöörduda tagasi oma ürgse eluviisi juurde ja jätkata elu inimese abita. Pigem on mesilane inimesele õpetanud, kuidas temaga ümber tuleb käia.

Samas teatmeteoses lk 146 kirjutatakse '...kodustamisel tekkinud rassid'.

'*Loomade elu*' III köites (1984) võime lugeda '...metsikute kodumesilaste' pesadest. Ebatäpselt väljendab ennast mõnikord isegi loodusemees H. Relve, kes väidab, et mesilase eluiga on viis *aastat*. Täpsustanuks ta, et mesilasema (!) eluiga on kuni viis aastat, olnuks kõik korrektne.

Meedia võimendab tihti mesilastega seonduvat. Palju on juttu olnud Brasiilia nn tapjamesilastest. Euroopa meemesilane viidi Brasiiliasse 1530. aastal. Eelmise sajandi viiekümnendatel asustati sinna ka Aafrika meemesilane, kes on tige, kuid väga hea meekoguja. Ristumisel Euroopa meemesilasega saadi tige ristand, mille meedia ongi nimetanud *tapjamesilaseks*. Kohtumistel Brasiilia mesinikega on ka sellel teemal mõttevahetusi olnud, kuid mesinikud ei pea asja nii hulluks. Nad väidavad, et ristand on küll tige, kuid kogub hästi mett, ja kui kasutada korralikke kaitsevahendeid, saab nendega töötada.

Ka meil nimetas saatejuht Mihkel Kärmas mõni aasta tagasi saates 'Pealtnägija' mesilasi verejanulisteks putukateks. Ilmselt ajas ta mesilased segamini sääskede või puukidega.

Väidetakse, et J. Mehring võttis kasutusele *tehis-kärje*. Ei võtnud! Tegelikult võttis ta kasutusele (inimese valmistatud) vahast pressitud *kärjepõhja*.

Mis puudutab mesilaste süstemaatikat, siis selle kohta on andnud ammendava selgituse entomoloog Vambola Maavara ajakirjas Eesti Loodus 1987. a augustikuu numbris (lk 514–517).

Nimetatud autori arvates lõpeb mesilaste bioloogilise süstemaatika rassidega. Sellist lähenemist on toetanud ka mesindusteadlane professor F. Ruttner (1987), kes väidab muuhulgas, et rasse tõugudeks nimetada ei ole õige. Küll võib neid pigem alamliikidena käsitleda.

Paraku ei ole see teave veel kõikide mesindustest kirjutavate ja kõnelevate autoriteni jõudnud. Nii kirjutab

põllumajandusministeerium 2001. a välja antud kogumikus 'Alternatiivtegevusalade lühitutvustus' mesilaste kohta järgmist: 'Eestis peetakse valdavalt kolme mesilastõugu: Põhja-Euroopa tumemesilane: kohalik tõug, iseloomult tige ja rahutu. [...] Alustaja mesindushuvilise jaoks väga vastupidav rass.' See on küll üllatus, et tõugude sees esineb veel ka rasse!! Edasi: 'Kraini tõugu mesilane: enamasti iseloomult rahulik tõug, kuid esineb ka kergesti ärrituvaid liike.' Veel hullem, kui ühes tõus esinevad ka liigid!

Puudustest ei ole vabad ka Euroopa Liidust tulevate regulatiivide või soovitude tõlked. Nii märgitakse Euroopa Parlamendi 20. novembri 2008 resolutsioonis: '84% Euroopas kasvatatavatest juurviljasortidest sõltuvad tolmlemisest.' Samas dokumendis: 'Teatavad mesilashaigused [...] mille tulemusel väheneb mesilaste vastupanuvõime ja nende tarud hävinevad' (A.R.).

Samas soovitatakse kasvatada sellistel põlluosadel, mida on raske harida, keerispead, kurgirohtu ja põldsinepit. Põldsinep on umbrohi, mida ei olegi vaja kasvatada, sest ta kasvab ise, kuid keerispead ja kurgirohtu ilma maaharimiseta kasvatada pole võimalik, kui tahame sealt ka mesilastele korjet saada.

Loetelu võiks jätkata, kuid allakirjutanu arvates on aeg anda välja seletav sõnaraamat, mis vähemalt mõneks ajaks aitaks taolisi vigu ja ebatäpsusi vältida.

\* \* \*

## PÕLLUMAJANDUSLIKE OSKUSSÕNADE KUJUNEMISEST

Aimur Joandi

**Abstract.** On Agricultural Specialized Terms. This article gives a brief overview of the formation and development of Estonian agricultural specialized terms within the past 100–150 years.

According to Jaan Spuhl-Rotalia (1859–1916), the earlier terminology was supposed to have emerged mainly on the basis of loanwords from Swedish, also Danish and, least of all, German languages. Original agricultural specialized terms were essentially influenced by the national journalism which developed during the awakening period in the middle of the 19th century. At that time, different authors made use of different terms to express one and the same idea. At the turn of the 19th–20th centuries, German and Finnish loanwords were used alternately, depending on the authors, agricultural instructors, researchers, public figures etc. as well as on the country where they had received their agricultural education. Nonetheless, a century back Estonians had no original uniform scientific terminology in any area, let alone agricultural specialized word stock.

In the native-language University of Tartu, in 1920–1940, the Terminology Committee of the Academic Agricultural Society created agricultural specialized terms following the example of the German language.

Later, after 1940 under Soviet rule, the influence of Russian increased considerably. After the 1990s, in the newly independent Republic of Estonia, publishing of new up-dated dictionaries has also stimulated the development of agricultural specialized terms. At the same time, the influence of English agricultural specialized terms may deteriorate the development of original Estonian terms, often owing to fast simultaneous translations that will not leave much space for native terms.

**Keywords:** specialized terms, research terminology, dictionaries, history of science, personalia.

## Sissejuhatus

Võrreldes sajand kuni poolteist tagasi rahvasuus tarvitusel olnud töö- ja erialaseid sõnu ning mõisteid tänapäevastega, leiame kergesti, et kuigi tollased sõnad ja väljendid on nüüd täiesti vastuvõetamatud, püüti nendega väljendada enam-vähem samu mõtteid kui praegugi, samas tundub, justkui oleks keel arenenud rohkem, mõtlemine mitte samavõrd.

**Johann Voldemar Jannsen** (1819–1890) soovitas 1876. aastal, seega 135 aastat tagasi, lisalehes Eesti Põlumees, mis hakkas ilmuma 1869, kalli kunstsõnniku ehk nüüdses pruugis mineraalväetise ostmise asemel suurendada hoolega olemasoleva laudasõnniku kogust, segades sellele hulka sammalt, saepuru, kuuseoksi, mätamulda, turvast, lupja, kõiksugu prügi, virtsa jmt ning sellega täita spetsiaalsed 'segasõnnikuhaugud' (sõnnikuhaugud), teha neile ümber müüritud seinad ja peale katused, st ehitada talude juurde korralikud vettpidavad sõnnikuhoidlad (Jannsen, 1876).

1866. aastal õpetab Jannsen kasutama kondi- ja sarvejahu taimede väetisena (Jannsen 1866) ning 1871 tutvustab Belgia põllupidaja kogemusi orgaaniliste väetiste kogumisel ja säilitamisel (Jannsen 1871).



J. W. Jannseni 'Lüpsimasin', Eesti Postimees 1873 nr 7, lk 103–104 (vt ka Joandi, 1990)

Jannsen kirjutas 1874. aastal Eesti Põlumees pika ja põhjaliku artikli 'Justus von Liebig, põlumeeste häätegiija' (Jannsen 1874). See on nekroloog 1873. aasta

aprillis lahkunud väarikale, ülemaailmselt tunnustatud teadusmehele. Liebigi õpetusele viitab Jannsen ka 1880. aastal artiklis 'Põllutöö produktid loomade ja taimeriigis' (Jannsen, 1880).

Samas lisalehes, Eesti Põllumees 1880, ilmunud pikemas artiklis on juttu mineraalväetistest, mille juures Jannsen selgitab, et erinevad viljad nõuavad erinevaid muldi, kasvu- ja toitumistingimusi, sest 'mitmet sugu vili tarvitab nii mitmet sugu toitu mulla seest ning ei kasva ega sigine iga sugu vili mitte iga seltsi mulla ega põllu pääl, [...] ka siis mitte, kui küll kliima soe, põld rammus ja harimise töö tubliste tehtud on' (Jannsen, 1880).

Jannsen kirjutab 7. juulil 1882 ilmuma hakanud Kündja esimeses numbris, artiklis 'Kunstlik põllurammutamine' lämmastik- ja fosforväetistest, nimetades neid vastavalt *müdanik (Stickstoff)* ja *vosvorihapu, superfosfat*.

Samas on tal jõutada = väetada, haridustaimed = kultuurtaimed ning kunstlik põllurammutamine, põllurammutamise katsed ning põld peab heas hariduses seisuse olema põld (muld) olgu hästi haritud.

**Jannsen:** 'Kunstlik põllu rammutamine teeb põllumehele võimalikuks, laudasõnnikut rohkendada, põldusi selle ehk teise haridusetaimega oma tahtmise järele täita, nõrke seemnid jõutuda ja veel muud. Ühe sõnaga, kunstlik põllurammutamine on see, et põllumullale seda taimetoitu antakse, mistast (millest) tal puudu on, et ta parajat leikust (lõikust) võiks anda.

See taimetoit, mis mulla seest iga leikuse ajal hulga kaupa väljakistakse ja sellepärast ikka jälle peab tagasi-antud saama, on: vosvorihapu, müdanik ja kaali.

Esiotsa, kui kunstsõnnik pruugiks võeti, lootsivad mõned põllumehed, nüüd saame üsna ilma laudasõnnikuta läbi; aga niisugune lootus pettis neid peagi, nad pidivad ärapõlatud laudasõnnikut jälle hakkama au sees pidama. Kunstsõnnik peab, nagu öeldud, laudasõnnikut üksnes taimede toitmise juures aitama.'



Jannseni artikkel sellest, kuidas Belgia põllumehed sõnnikut kasutasid

'Aga missugust toitu põllumullal kõige enam puudu on, saab osav põllumees enese tähelepanemise läbi teada' ja selle kohta annavad talle 'põllurammutamise katsed kõige paremat ja julgemat juhatust' (Jannsen, 1882).

Sõna *kliima* on jäänud püsima tänaseni, samuti *piima-and, lüpsimasin* jmt. Jannseni teatel olid lüpsimasinad 1873 müügil Riias – kolm rubla tükk (Jannsen, 1873; Jannsen, 1880; vt Joandi, 1990).

Uusi sobivaid oskussõnu, väljendusi pidi rohkesti välja mõtlema **Carl Robert Jakobson** (1841–1882) oma 1869 ilmunud kuulsate teoste '**Teadus ja Seadus põllul**' koostamisel ja kirjutamisel. Arvatavasti kasutas Jakobson mainitud raamatu koostamiseks esimese eestlasest põllumajandusteadlase, Jena 1840 doktorikraadi kaitsnud Jakob Johnsoni (1806–1865) saksakeelseid töid, sest miks muidu ta 16. juulil 1876 Tartu Põllumeeste Seltsi koosolekul ütles: '...selle eest kõigepealt üht eesti õpetatud meest peame tänama, dr. Johnsoni, kelle kirjad küll saksa keeli on kirjutatud, aga siiski eesti rahva auks langevad.' Jakobson võis isiklikult kohtuda Johnsoniga enne viimase surma 1865. aasta kevadel, alates aastast 1864, mil oli Peterburi I Eragümnaasiumi nooremate klasside saksa keele õpetaja (Põldmäe, 1985; Joandi, 2006).

### Sada aastat tagasi puudus teaduskeel

Veidi üle saja aasta tagasi eestlased elasidki peamiselt maaelu ehk tegelesid põllumajandusega, näiteks 1881. aastal elas Eestis kokku 893,558 inimest, neist 86,7% maal ja 13,3% linnades (Talve, 2004).

Sajand tagasi ei olnud eestlastel veel ühtlast teaduslikku keelt, rääkimata põllumajanduslikust oskussõnavarast. Eri autorid kasutasid sama mõtte väljendamiseks erinevaid sõnu. Üldiselt kujunes eesti varasem sõnavara suurelt osalt rootsi ja ka taani keele mõjul (Spuhl-Rotalia, 1892), hiljem segunesid saksa ja soome keele laenud, olenevalt sellest, kes oli autor ja millise maa koolis ta oli õppinud, 1920. aastatel kujundati oskussõnu tugevasti saksa keele järgi, hiljem, Nõukogude ajal, oli vene keele mõju suurem jne.

Niisamuti otsis ja mõtles 19.–20. sajandi vahetusel rohkesti uusi, sobivaid sõnu välja rootsi, taani, saksa ja vene keelt valdav külakoolmeister ja rahva õpetaja, pikka aega Vormsi saarel rootslaste keskel elanud teenekas aianduse ja rahva üldise hariduse arendaja **Jaan Spuhl-Rotalia** (1859 Ridala–1916 Vormsi), kes 1905–1912 toimetas ja andis välja ajakirja Majapidaja ning muid tõlketöid, raamatuid ja trükiseid, nagu 'Kodumaa marjad' 1897.

Palju arendas oskuskeelt Hendrik Laasi (1862 Võtkivere–1919 Tartu) väljaantav nädalakiri Põllumees 1895–1912, kus kirjutasiid ka tegelikud põllupidajad ise.

Märkimata ei saa jätta 20. sajandi esimesel veerandil aktiivselt tegutsenud esimest põllutööinstruktorit, Soomes Harju Põllutöökoolis 1898–1900 hariduse saanud **Ado Johanson** (1874 Vastemõisa–1932 Tallinn), kes avaldas üle 20 õpperaamatu, brošüüri, nende seas ka ilukirjanduslikke tõlkeid, ligi 400 artiklit ajakirjanduses,

toimetas 1911–1918 ajakirja Talu, esines põllutöökursustel.

Oskuskeelt arendasid enne Esimest ja Teist maailmasõda rohkete kirjutiste ja esinemistega veel paljud põllumajandustegelased. Ühe esimese teadlasena tegutses agaralt kuni 1914. aasta õnnetu suveni agronoomiadoktor **Aleksander Eisenschmidt** (1876 Uderna v–1914 Tartu), kes õppis 1903–1905 Königsbergi Ülikoolis, kus ta 1911. aastal kaitses doktoriväitekirja 'Väikepõllupidamisest Tartu maakonnas', asutas 1906. aastal Tartus Põllutöölehe, mida neli aastat ise ka toimetas.

**Jaan Hünerson** (1882 Karksi–1942 Sosva, Sverdlovski oblast) alustas 1906–1907 Königsbergi Ülikoolis ja jätkas õpinguid 1907–1912 Bonnis Poppelsdorfi Põllumajandusakadeemias, lõpetades selle juures agronoomia, maaparanduse ja ühistegevuse erialad *cand. agr.* kraadiga, valiti Põllutöölehe toimetajaks 1914.

Palju kirjutas **Jaan Mägi** (1883 Tarvastu–1939 Elva), kes õppis aastatel 1904–1907 põllumajandust ja keemiat Riia Polütehnilises Instituudis, 1907–1910 Ljublini kubermangus (praegu Poola) Novoaleksandria Põllundus- ja Metsandusinstituudis ning omandas samas 1912 agronoomi diplomi, kutsuti Põllutöölehe toimetajaks 1910–1915, aastast 1919 TÜ erakorraline professor, kaitses samas 1924 doktoritöö 'Angeli kari Eestis, eriti tema eksterjööriomadused', mida loetakse esimeseks TÜ-s kaitsstud loomakasvatuse väitekirjaks, täiendas end korduvalt Soomes, Taanis, Saksamaal ja Rootsis, uuris peamiselt söötade toiteväärtust.

Teatavat mõju avaldas eesti põllumajandusliku sõnavara kujunemisele Sangaste krahv Friedrich Magnus von Berg, kes valiti 1929 Tartu Ülikooli esimeseks audoktoriks põllumajanduse alal, Berg õppis inglise-šoti sordiaretaja Patrick Shirreff'i juures, saades suuresti just temalt innustuse sordiaretuseks. Shirreff tegeles nisu ja kaera aretusega ristamise teel, leides oma pikaajalise aretustöö tagajärjel kogu maailmas suure tunnustuse, olles sel alal pioneeriks. P. Shirreff sündis John Shirreff'i ja Jessi Mylne'i kolmanda pojana 1791. aastal Haddingtonis ja suri elupõlise poissmehena 16. detsembril 1876. aastal.

Krahv Friedrich Berg valdas saksa, prantsuse, inglise ja muude keelte kõrval vabalt Lõuna-Eesti murrakut, pealegi kirjutas ta eesti keeles, näiteks kasutab ta 1930. aastal ühes oma artiklis sõna *taliniisu*, kuid suvini su murdeliselt *suiniisu* (Berg, 1930; Pill, 1930).

Enne Esimest maailmasõda ehk nn tsaariajal arendasid põllumajanduslikku oskuskeelt avaldatud kirjatööde ja ka suuliste ettekannetega kursustel, koolides jm veel paljud tegelased, instruktorid ja kooliõpetajad.

#### Oskussõnade loomine muudeti kavakindlaks alates 1920

Pärast Esimest maailmasõda oli põllumajandusliku kõrgharidusega inimesi Eestis vaid paarikümne ringis, seega tundis meie kodumaa, äsja loodud noor riik, algusaastatel väga suurt puudust haritud põllumeestest. Nii loodi 1920. aastal Tartus rahvusülikooli juures Aka-

deemiline Põllumajanduslik Selts – lüh APS –, mis tegutses üliõpilaste arendamisega ning mille tegevuses võisid osaleda ka õppejõud ja vilistlased.

Üks esimesi tähtsaid ülesandeid oli põllumajanduslike oskussõnade loomine ja korrastamine, mida otsustati teha jõuliselt, sellesse tegevusse lülitusid otsekohe noored üliõpilased, mitmed tulevased teadlased, nagu 1934 agronoomiadoktor, 1960 professor Enn Terasmäe (aastani 1936 Nikolai Roosa, 1899 Kabala v Viljandimaa–1990 Frankfurt, Ontario prov), 1933 Tartus agronoomiamagistri- ja 1959 Uppsalas doktorikraadi kaitsnud Arnold Kivimäe (aastani 1934 Steinberg, 1908 Ann – 1988 Uppsala).

APS-i oskuskeeletoimkondi juhendasid ülikooli keeleteadlased, eeskätt Johannes Voldemar Veski (27.06.1873 Kudina–28.03.1968 Tartu), APS-i president oli aastatel 1921–1944 dotsent Peeter Kõpp (1888 Kärsna–1960 Chicago).

APS-i juurde moodustatud oskussõnade toimikond alustas tööd 1921. aasta sügissemestril. Lähtuti põhimõttest: 'ei tule mitte tarvitusele võtta liiga palju võõrakeelseid sõnu, eriti aga seal, kus võimalik oleks oma kohast eestipärasemat sõna leida.'

Esimese kahe aastaga jõuti kahekordsel lugemisel läbi arutada umbes 350 mõistet. Selleks peeti 31 töökoosolekut.

Kümme aastat hiljem, 1933. aastal märgiti, et APS-ilt on ilmunud mitu uut oskussõnastikku põllumajapidamise, aianduse, sordiaretuse ja taimekaitse alalt ning ilmus on loomakasvatuse eksterjööriõpetuse ja põllumehe käsiraamatud. Niisiis oli võrdlemisi lühikese aja kestel ilmunud käsiraamatuid mahuga 2000 lehekülge. Samas täheldati, et **üle viie aasta tagasi ilmunud raamatute keel tundub nüüd üsna kohmakas**.

Arnold Kivimäe astus APS-i liikmeks 1926. aastal, ta oli tegev oskussõnade toimikonna sekretärina. Toimikonna istungid toimusid kord nädalas ja neist võttis osa keeleteadlane Johannes Voldemar Veski, samuti ülikooli vastava ala õppejõud ning vahetevahel ka üliõpilased. Ilmus kolm valimikku oskussõnu: loomade söötmise alalt ca 1300, aretuse ca 1700 ning koduloomade eksterjööri alalt ca 2000 sõna, seega kokku ca 5000 uut terminit. Valminud tööd avaldati kohe trükkis, et uusi sõnu avalikult hinnata ja ruttu kasutusele võtta.

Arnold Kivimäe oma meenutuses 1983. aastal rõhutas, et APS tervikuna, järelikult ka selle keeleteoimkonnad, oli põllumajanduse üliõpilastele nn teine kodu, 'aidates mitmeti kaasa nende arenemisele ja isetegevusele'.

APS-ist kujunes lühikese ajaga tulevase põllumajanduskaadri ettevalmistamise viljakas kasvulava omariikluse tarvis järgneval paarikümnel aastal.

Peaaegu kõik hilisemas tegevuses tuntud ja väga tunnustatud teadlased ja põllumajandustegelased olid üliõpilastena APS-i liikmed: agronoomiadoktori kaitsnud 1939 Berliini Ülikooli juures, tuntud professor Elmar Järvesoo (aastani 1935 Gerbersson, 1909 Saarde v. Pärnumaa–1994 Florida USA), aastatel 1970–1990 Eesti vabariigi president eksilis Tõnis Kint (20. märtsini 1939 Kind, 1896–1991), Aleksander Adojaan (1911–1883), Richard Toomre (aastani 1934 Tomson, 1907–

1993), aga ka Riia Polütehnikumis 1910–1915 põllumajandust-põllutulundust õppinud agronoom Jaan Mets (1890 Vana-Kariste–1969 Uppsala). APS-i tegevus katkes sõja järel 1945. aastal, taas alustati 1989. aastal.

### Nüüd on eestimeelsus, kuid puudub eestikeelsus!

Agronoomiline, põllumajanduslik mõte on viimase poole sajandi kestel väga palju edasi arenenud, sealjuures mõistagi ka terminoloogia poolest.

Ehk oleks loomulik ja võimalik järgida John D. Bernali\* väidet: 'Teaduse arenedes teaduslik keel suhtub ühte tavalise keelega, kui teaduse ideed muutuvad igapäevases elus niisama headeks abilisteks kui teaduse poolt loodud masinad' (Bernal, 1962).

Olgu märgitud, et John Desmond Bernal (10. mai 1901 Nenagh, Tipperary krahvkond, Iirimaa–15. september 1971 London) oli Briti füüsik, filosoof ja teadusloolane ning poliitiline aktivist, Londoni Ülikoolis 1938–1963 füüsika ja 1963–1968 kristallograafia professor. Tal oli radikaalne arusaam teadusliku uurimistöö rollist.

Sel ajal, 1950. aastate paiku, oli probleemiks asjaolu, et teaduslik keel muutus järjest enam arusaamatuks teadusega mittetegelejaile, lahknedes üldkeelest niivõrd, et üks teadlanegi ei saanud aru teisest ilma vastava ala oskussõnu tundmata. Samas küsitakse aga, kas see teistiti üldse mõeldav ongi. Ilmselt on, kuid see nõuab lisajõupingutusi.

Praegu kollitab meie emakeelt inglise keel, mõjutades just halvemuse suunas, kuna moonduv keele eestipärasus, kõige lihtsamaks näiteks olgu kas või tõsiasi, et igapäevakeeles väga levinud eesti sõnade *hästi* või *korras* asemel öeldakse meelsamini *ok* või *okei*, ja kui asjad pole korras, siis nähvatakse *fakk*, mis tuleneb juba hoopiski vulgaarsest ehk rumalast, lamedast, ropust sõnast. Paar-kolmkümmend aastat tagasi öeldi analoogselt vene keele mõjul *täitsa hea*, *hea küll* või *korras* asemel samas tähenduses näiteks *dobroo*, *laadna* või *horošoo*.

Meie emakeel võimaldab eestipäraselt väljendada kõike, vaja on ainult natuke vaeva näha, mõelda. Ladinaja ka kreekatüvelisi võõrsõnu asendavad üsna oivalt samatähenduslikud eht eestipärased sõnad.

Kuidas võiksid põllumehed, rääkimata muude erialade inimestest, hinnata järgmisi väljendusi: voolutsütomeetria efektiivsus; vasikate juurdekasvu modelleerimise tulemused; kartuli merikloonide resistentsus KVS-ile; regeneratsiooniprotsess. Viimase sõna asemel ei tohiks valesti mõistetak olla ilus eestipärane uuemisprotsess või taastekkeprotsess või ka lihtsalt uuemine või taasteke.

Kas ei võiks muldade *masindegradatsioon* ja -*taluvus* asemel suupärasem ja samatähenduslik olla *muldade masinsallivus* ja -*taluvus*? Ka *metaboliseeruva energia* asemele peaks olema võimalik leida suupärasemaid sõnu – sünonüümideks on *käibiv energia*, *füsioloogiliselt kasulik energia*, vanemas erialakirjanduses sünonüümina ka *vahetuv energia* jne, jne.

Eeltoodute ja paljude teiste üle tuleks koos filoloogidega vaielda, arutleda, kuidas on kohasem eesti keeles väljenduda. Kõige lihtsam on muidugi karmuhti! inglise keelest eesti keelde sõnad üle kanda, mis aga paraku kohe mitte nii kergesti ja kuigi hästi ei õnnestu...

### Mõned kasulikud õppematerjalid terminoloogia alal

Neli aastat tagasi, 2007. aastal ilmus Tartu Ülikooli Kirjastuse väljaandena Tiiu Erelti 'Terminiõpetus', 470 lk, toimetanud Maire Raadik. Raamat võib olla hea abimees ja anda kasulikke üldteadmisi kõigile, kellel on huvi erialase keeletöö vastu. Mõtlemisainet jagub nii kogenud teadlasele kui ka eriala alles omandavale õppurile.

Autor arutleb, mis on terminoloogia, oskuskeel ja üldkeel, mis on mõiste, kuidas seda määratleda, mis on termin, millised on terminite allikad ja saamisviisid, mida peaks silmas pidama, et termin vastaks keelenormile, kuidas hoida oma- ja võõrterminite tasakaalu, milline on keelte vastastikune mõju terminiloomes, missugused on terminoloogiatöö vormid, missugused oskussõnastike liigid on olemas.

Lisades on toodud oskussõnastike vormistusnäited ja keeleteaduse terminite lühiseletused. Raamatu lõpetab mahukas sisujuht, näidates, millisel leheküljel esinevad käsitletud mõisted ja valikuliselt üksikterminid.

Oskussõnaküsimusi on varem lakanud Uno Mereste mahukas artiklite kogumikus 'Oskuskeel ja seaduste keeleline rüü: artikleid ja lühiaurumusi', 2000, 535 lk ning Tiiu Erelt ja Arvi Tavast teoses 'Eesti oskuskeelekorralduse seisund'.

### Oskussõnade arendamisest viimasel ajal

Oskussõnade loomise, terminoloogia arendamise, uute sõnaraamatute, leksikonide jms koostamise alal on selle sajandi esimesel kümnendil käinud üsna vilgas tegevus. Järgnevalt on võimalik anda kaugeltki mitte põhjalik, vaid üksnes põgus ülevaade sellest, lisades sealjuures viited internetis esinevatele materjalidele.

Tugevalt on oskussõnade loometööd suunanud, koordineerinud ja kokku võtnud 2001. aastal asutatud Eesti Terminoloogia Ühing, lüh ETER, asukohaga Tallinnas, Roosikrantsi 6. Ühingu juhataja Siiri Lauk korraldab Rahvusraamatukogus oskuskeelseminare (<http://www.nlib.ee/oskuskeelepaev-3/>).

ETER-i andmeil on loodud mitmesuguseid terminoloogiakomisjone, töörühmi, nagu farmaatsiterminoloogia ekspertkomisjon, geoterminite töörühm, nüüdismuusika oskuskeele komisjon, eestikeelse ökoloogiaterminoloogia, eesti rahvatantsu oskussõnavara töörühm, Tartu Ülikooli orientalistikakeskuse terminitöörühm, sõjanduse-, lennunduse- ja kosmoseterminoloogia komisjonid, merekeele nõukoda, laborimeditsiini terminoloogia, botaanilise terminoloogia komisjon, eesti linnunimetuste komisjon, laborimeditsiini terminoloogia töörühm, eestikeelsete taimenimetuste komisjon.

Koostatud on nii väikseid kui suuri, väga mahukaid sõnaraamatuid, leksikone, kokku saab neid ligemale 400, (interneti järgi 2007. a 385, vt <http://www.eter.ee/andmebaas/t07k.php>).

Koostatud on muuseas näiteks 'Foobialeksikon', kus väidetavalt on ära toodud kõigi foobiade eestikeelsed nimetused koos mõnesõnaliste seletustega (<http://www.hot.ee/didibau/101.htm>).

'Öllesõnastik' (<http://www.beerguide.ee/sonastik.html>)

'100 mõistet naiste ja meeste võrdõiguslikkuse kohta'.

'Judaismi sõnastik'. Stanislav Sirel. Rakvere. 2007.

'Loodusõpetuse sõnastik' (CD): eesti keel – eesti viipekeel. Tallinn: Tallinna Kurtide Kool, 2003.

'187 mõistet toidu, toitumise, toitainete ja enesehoolduse vallast: abivahend kõigile'. Koostajad M. Zilmer, U. Kokassar, T. Vihalemm. Tartu: Elmatar, 2000. 63 lk. Ja veel mitmed teised.

### Valik põllumajanduslike sõnaraamatuid

Enne 1940. aastat avaldasid uusi oskussõnu veel Akadeemiline Loomaarstiteaduslik Selts ja Akadeemiline Ühistegevuse Selts. Tähelepanu väärib, et tööd avaldati võimalikult kiiresti trükkis, et neid saaks hinnata avalikult ja sobivuse korral ruttu kasutusele võtta (Joandi, 2010).

Oskussõnu loodi ka pärast sõda, Nõukogude korra ajal, sellest annab ülevaate Virve Ennosaare, ja E. Pata koostatud ja 1972 ilmunud 19-leheküljeline bibliograafianimestik 'Oskussõnastikud 1945–1972', näiteks 1988. aastal ilmus ENSV Riikliku Agrotööstuskomitee väljaandena R. Underi koostatud 'Oskustöölisena põllumajandusse' (88 lk), milles on ära toodud kutsekirjeldused põllumajandusele ja põllumajandussaadusi töötlevale tööstusele vajalike erialade kohta (abiks kutsekoolidesse astujaile) ja näiteks 1957 ilmus 'Oskussõnu põllumajandusökoonoomika alalt'. Eesti Põllumajanduse Akadeemia väljaandena 1965, 26 lk, ilmus Julius Tehveri 'Oskussõnu piimanäärme morfoloogia ja funktsioonide alalt: [eesti, ladina, vene, inglise ja saksa keeles]' = 'Термины из области морфологии и функции молочной железы: (на русском, латинском, эстонском, английском и немецком языках)', Linda Treimani Põllumajanduslike oskussõnu eesti, saksa ja vene keeles, ilmunud 1970, 211 lk.

Alljärgnevalt toome mittetäieliku valiku enne 1940. ja pärast 1990. aastaid ilmunud mitut liiki väljaannetest, milles esineb põllumajanduslike oskussõnu ja termineid ning nende selgitusi.

### Enne 1940

Põllumajanduslikud oskussõnad. I, Maaviljelustulundusteaduse oskussõnad. Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi Oskussõnade Toimkond, eessõna: Aug. Oja] Tartu 1923, lk 193–200. Äratrükk ajakirjast: Agronoomia, 1923 nr 4.

Põllumajanduslikud oskussõnad. II, Sordiarenduse oskussõnad. [Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi Oskussõnade Toimkond.] Tartu 1924. 8 lk.

Metsanduslised oskussõnad. Tallinn 1925. 24 lk.

Põllumajanduslikud oskussõnad. III, Aianduse oskussõnad. Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi Oskussõnade Toimkond. Tartu 1926, lk 265–275. Separaat ajakirjast: Agronoomia, 1926, nr 7.

Valik oskussõnu loomade söötmise alalt. [Loomakasvatuse oskussõnade toimkond; toimetajad: J. V. Veski jt., eessõna: J. Mägi.] Tartu 1930. 19 lk. Ajakirja 'Agronoomia' kaasanne. Saksa-eesti oskussõnastik.

Loomade eksterjöõri kirjeldus erimärkide ('stenograafia') abil. J. Mägi [S.I. 1930]. 3, [1] lk. Äratrükk ajakirjast: Agronoomia, 1930, nr. 10.

Loomaarstiteaduslised oskussõnad. Koostanud APS-i oskussõnade toimkond, trükki toimetanud J. Karlson (1936 Johannes Kaarde) Tartu: Akadeemiline Loomaarstiteaduslik Selts 1931. 95, [1] lk. Sisaldab registrit. Saksa-eesti oskussõnastik.

Valimik ühistulise oskussõnu. Tartu: Akadeemiline Ühistegevuse Selts 1936. 14, [4] lk. Oskussõnastik eesti ja saksa keeles.

Valik oskussõnu loomade aretuse alalt / Loomakasvatuse oskussõnade toimkond; toimetajad: J. V. Veski jt; eessõna: J. Mägi) Tartu, 1932. 22 lk. Tartu Ülikooli Loomakasvatuse Kabineti väljaanne.

Taimekaitse oskussõnu = Fachausdrucke aus dem Gebiete des Pflanzenschutzes. [Koostanud A. Käsebier, E. Lepik, J. V. Veski ... [jt.] 1932. 85 lk. Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi toimetised.

### Pärast 1990

Ene Kaaber, Valdeko Hussar. Väike soome-eesti-soome sõnastik põllumehele. Suomi-viro-suomi maanviljelijän sanasto. Keelefirma TEA. Tallinn, 1993. 126 lk.

Mõisteid ja määratlusi veisekasvatusest. Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 1993. 172 lk.

Mõisteid ja määratlusi hobusekasvatusest. Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 1993. 108 lk.

Mõisteid ja määratlusi põllumajandusloomade söötmisest. Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 1993. 102 lk.

Mõisteid ja määratlusi linnukasvatusest. Projekt. Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 1994.

Mõisteid ja määratlusi embrüosiirdamisest. Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, 1994. 28 lk.

Mõisteid ja määratlusi ökonoomikast. (Lisa.) Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimi-

- se Instituut ning Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, **1994**. 20 lk.
- Mõisteid ja määratlusi linnukasvatusest. Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, **1995**. 57 lk.
- Mõisteid ja määratlusi kalakasvatusest. Eesti Põllumajandusülikool. Tartu, **1995**. 64 lk.
- Julius Tehver, Ülo Hussar. Meditsiinihistoloogia seletussõnaraamat eesti, vene, inglise ja saksa keeles. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus, **1996**. 116 lk [M: et V: ru, en, de, kohati la, it S: et, ru, en, de R: ru, en, de T: standard].
- Eesti põllumajandusentsüklopeedia. I köide. Peatoimetajad Rein Teinberg ja Hardi-Erik Roosve. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Tallinn, **1998**. 350 lk.
- Eesti põllumajandusentsüklopeedia. I köide. Peatoimetajad Rein Teinberg ja Hardi-Erik Roosve. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, **1998**. 350 lk [A:- M: et V: kohati la S: et R: - T: ents].
- Helle Leemets, Adrast äkkeni. От аршинника до ямщика. Eesti-vene – vene-eesti väike rahvalooline seletussõnaraamat. Эстонско-русский – русско-эстонский маленький этнологический словарь. Tallinn: Koolibri, **1999**. 96 lk [A: umbes 3000 märksõna M: et, ru V: ru, et S: et, ru R: - T: täppis].
- Meili Rei, Urmas Sannik, Inglise-eesti lihandusalane seletav sõnaraamat. Eesti-inglise sõnaloend. Tallinn: Eesti Lihaliit, **1999**. 207 lk [A: 2093 inglise terminit M: en V: et S: et R: et T: täppis].
- Metsa- ja puiduerialade inglise-eesti – eesti-inglise sõnastik. Koostaja Valdi Reinas. Luua: Metsatark, **2002**. 284 lk [M: et, en V: en, et S: - R: - T: liht].
- Metsa- ja puiduerialade inglise-eesti eesti-inglise sõnastik. Koostaja Valdi Reinas. Luua: Metsatark, **2002**. 284 lk [M: et, en V: en, et S: - R: - T: liht].
- Euroopa farmakopöa terminoloogia: [veterinaaria eriala terminid] / Toivo Hinrikus, Malle Jaagola, Peet-Henn Kingisepp. [jt.]; Tartu Ülikool, Ravimiamet, Eesti Põllumajandusülikool. Tartu: Ravimiamet, **2003**. 14 lk.
- Põllumajandusmasinate klassifikatsioon ja sõnastik: eesti, inglise, saksa ja vene keeles. Koostas Aimu Reintam. Saku: Eesti Maaviljeluse Instituut, **2003**. <http://www.eria.ee/index.php?page=168> [29.10.2007] [M: et, en, de, ru V: et, en, de, ru S: - R: - T: liht].
- Aleksander Maastik, Toomas Timmusk, Maaparandus- ja turvasõnastik = Maanparannus- ja turvesanakirja = Land improvement and peat dictionary. Tartu: Eesti Põllumajandusülikool, **2003**. 201 lk [A: 2558 mõistet M: et V: fi, en, kohati la S: - R: fi, en, la T: liht].
- Maakorralduse ja maakatastri seletav terminoloogiasõnastik eesti ja vene keeles = Толковый терминологический словарь по землеустройству и земельному кадастру на эстонском и русском языках. Koostanud Aleksandr Astaškin, Feliks Virma. Tartu: Halo, **2004**. 185 lk [A: ligi 1000 terminit M: et, ru V: et, ru S: et, ru R: -].
- ‘Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine’ I osa, **2006**, koostaja Ants Bender, lk 209–316 – Liikide

- (150 liiki) eesti-, ladina-, inglise-, saksa- ja venekeelne sõnastik, koostas professor Karl Annuk.
- ‘Eritüübiliste rohumaade rajamine ja kasutamine’ II osas, **2006**, koostaja Ants Bender, lk 694–735 – Valimik oskussõnu eesti, inglise, saksa ja vene keeles, koostajad professorid Karl Annuk ja Rein Viiralt.
- Põllumajandusmasinate klassifikatsioon ja sõnastik. eesti, inglise, saksa ja vene keeles. Koostas Aimu Reintam. Saku: Eesti Maaviljeluse Instituut, 2003. <http://www.eria.ee/index.php?page=168> [29.10.2007] [M: et, en, de, ru V: et, en, de, ru S: - R: - T: liht].
- Harald Tikk, Viive Tikk, Salme Kangur, Liisa Hansson. Karusloomakasvatuse terminid. Tartumaa Põllumeeste Liit, Eesti Maaülikool. Tartu, **2007**, 113 lk
- Eesti Maaelu Entsüklopeedia A–K. Eesti Entsüklopeediakirjastus 2008.
- Eesti Maaelu Entsüklopeedia L–Ü, Eesti Entsüklopeediakirjastus 2009.
- Harald Tikk, Matti Piirsalu, Viive Tikk, Liisa Hansson. Linnukasvatuse terminid. Tartu **2011**, 166 lk.

### Mesinduse alal on ilmunud

- Paul ja Galina Alles. Mesiniku sõnastik-käsiraamat. Eesti Aianduse ja Mesinduse Seltsi Tartu Osakond. Tartu, **1962**, 496 lk.
- Raimo Leskinen, Varje Vahenõmm, Evi-Silvia Narusk, Tarmo Jaanisk. Eesti-soome-vene mesindussõnastik. Tallinn, **1995**. 88 lk.
- Jaak Riis. Mesinduse oskussõnastik. Eesti Mesinike Liit. **2007**. 48 lk.

### Kokkuvõte

Artiklis antakse põgus ülevaade põllumajanduslike oskussõnade kujunemisest ja loomisest Eestis möödunud 100–150 aasta kestel.

Jaan Spuhl-Rotalia (1859–1916) järgi arvatakse eesti keele varasem sõnavara kujunenud olevat suuremalt jaolt rootsi ja ka taani, mitte niivõrd saksa keelest üle võetud sõnalaenude abil.

Keelt mõjutas oluliselt ärkamisajal, 19. sajandi keskkel tekkinud rahvuslik ajakirjandus. Eri autorid kasutasid sama mõtte väljendamiseks erinevaid sõnu.

19.–20. sajandi vahetusel segunesid tugevamalt saksa ja soome keele mõju ja laenud, olenevalt sellest, kes olid autorid – esimesed põllutööinstruktorid, teadlased jt – ning millise maa koolis nad olid põllumajandust õppinud. Sellegipoolest ei olnud eestlastel sajand tagasi veel ühtlast teaduskeelt, rääkimata põllumajanduslikust oskussõnavarast.

Emakeelses Tartu Ülikoolis kujundasid Akadeemilise Põllumajandusliku Seltsi oskussõnatoimkonnad oskussõnu 1920–1940 tugevasti saksa keele järgi. Hiljem, pärast 1940. aastat, Nõukogude ajal, oli vene keele mõju teataval määral suurem.

Taasiseseisvas Eestis pärast 1990. aastaid on põllumajanduslike oskussõnade loomine uute kaasajastatud sõna-

raamatute väljaandmise näol edasi arenenud. Samal ajal ollakse mures inglise keele väärmõjude pärast, kuna sageli on nn kiirkorras otsetõlgete tõttu jäänud unarusse sõnade sobivus, see rikub ja moonutab eesti keele omapära.

Jänesmäel, 20.–30. märts 2011

### Kirjandus

- Berg, Friedrich, krahv 1930. Sangaste nisu. – Põllumees nr 5, lk 115–116.
- Bernal, J. D. 1962. Teadus ühiskonna ajaloos. Tallinn 720 lk.
- Johann Voldemar Jannsen 1871. Kuida Belgia põllumees ommale põllo rammo valmistab. Perno Postimees 28. aprill nr.17 lk. 137–139.
- Jannsen, Johann Voldemar 1873. Lüpsimasin (selle edukast kasutamisest Inglismaal) – Eesti Postimees nr 7, lk 103–104.
- Jannsen, Johann, Voldemar 1874. Justus von Liebig, põllumeeste häategija. – Eesti Põllumees nr 11, lk 161–169.
- Jannsen, Johann Voldemar 1876. Kunstsõnnikut. – Eesti Põllumees nr 2, lk 16.
- Jannsen, Johann, Voldemar 1880. Põllutöö produktid loomade ja taimeriigis. – Eesti Põllumees nr 2, lk 911.
- Jannsen, Johann, Voldemar 1880. Mis põllumehel tähele panna. Eesti Põllumees nr 1, lk 1–7.
- Jannsen, Johann Voldemar 1880. Lehma piima and. – Eesti Põllumees nr 9 lk 69–71.
- Joandi, Aimur 1990. Lüpsimeisterlikkuse tõus ja varasemad lüpsivõistlused. Tallinn Valgus, 41 lk.
- Joandi, Aimur 2006. Pärisorjast teadusdoktoriks. Eesti mees Jakob Johnson 8. mai 1806 Tusti 1. aprill 1865 Peterburi. Maalehe Raamat Tallinn 2006, 175 lk.
- Joandi, Aimur 2010. Varsti saab sada täis! – Agraarteadus XXI \*1 – 2, lk 67–82.
- Pill, Mihkel 1930. Audoktor krahv Fr. Bergi 85. sünnipäevaks. – Põllumees. nr 3, lk 71–72
- Põldmäe, Rudolf. C. R. Jakobsoni teedest ja töödest. Tallinn 1985, 223 lk
- Spuhl-Rotalia, Jaan 1892. Võerad sõnad eesti keeles. – Olevik 3. veebruar. Nr 5, lk 102, 104; 23. november. Nr 47, lk 955–956; 28. detsember. Nr 52, lk 1076–1078. Rets: Rootsi ja taani keelte Eesti keele pääle mõjumise kohta seletust tehes arvab hr. Rotalia. – Olevik. 1892. 17. märts. Nr 7, lk 150–151 (vt rmt Spuhl-Rotalia, Tartu 2010, alap. Spuhl saksa, rootsi ja taani keele mõjust eesti keelele, lk 130–133).
- Talve, Ilmar. Eesti Kultuurilugu. Kirjastus Ilmamaa, Tartu 2004, rmt 686.

\* \* \*

## APS NOORENEB!

Aimur Joandi

### Taasasutati APS-i oskussõnatoimkonnad

Käesoleva sajandi algul on põllumajandusliku oskussõnavara küsimus taas eriti aktuaalne, sest inglise keele mõjul kiputakse eesti keelt risustama väärade laenudega, eriti otsetõlgetega, nn ärilisel eesmärgil. Uutes n-ö eurooludes tuleb teha palju tõlketööd, milleks nii õppijatele kui ka tõlkidele on tarvis uusi asjakohaseid oskussõnu ja vastavalt ka oskussõnastikke.

Kolmapäeval, 2. märtsil s.a peetud APS-i eestseisuse koosolekul esines huvitava ettekandega Tartu Ülikooli doktorant Riin Rebane, kes kõneles oma uurimistulemustest aminohapete sisalduse määramise kohta erinevatest asukohtadest pärit metes.

Tuntud mesindusteadlane ja -veteran Antu Rohtla rääkis uue mesindussõnaraamatu ning Siiri Kasepalu loomakasvatuse koondsõnaraamatu koostamisest ja selle väljaandmise vajalikkusest.

Loomakasvatusalaste oskussõnastike koostamisega tegeleti üpris hoogsalt Nõukogude ajal Tartus Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituudis, 1990. aastatel selline töö aga soikus.

Nüüd on plaanis Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi juurde loodud oskussõnatoimkonna läbi hoogustada pooleli jäänud tööd ja anda välja terviklik loomakasvatuse sõnaraamat. Varasematel aastatel välja antud ettevalmistavad brošüürsõnastikud on andnud võimaluse kogutud materjali kasutamise käigus hinnata, täiendada ja parandada.

2. märtsil peetud APS-i koosolekul moodustati selleks mesinduse ja loomakasvatuse toimkonnad.

Loodi üldine APS-i oskussõnatoimkond, korraldaja Aimur Joandi, selle juurde vastavalt mesinduse ja loomakasvatuse oskussõnade toimkonnad.

Mesinduse toimkonna juhataja on Antu Rohtla, liikmed Jaak Riis, Olustvere Maamajanduskooli mesinduse õpetaja; Uku Pihlak, Eesti Mesinike Liidu infolehe Mesinik toimetaja; Madli Rohtla, Kenyoni ülikooli (USA) üliõpilane, ning Siiri Tomingas-Joandi TÜ germaani-romaani filoloogia doktorant.

Loomakasvatuse toimkonna esimees on Siiri Kasepalu, liikmed Olev Saveli, professor, loomageneetika ja tõuaretuse osakond, peaspetsialist; Heldur Peterson, loomageneetika ja tõuaretuse osakond, lektor; Olav Kärt, EMÜ söötmissosakonna professor, ja Siiri Tomingas-Joandi, TÜ germaani-romaani filoloogia doktorant.

Nüüd on plaanis Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi juurde loodud oskussõnatoimkonnaga tööd taas alustada ja anda esmalt välja üks terviklik loomakasvatuse ja mesinduse oskussõnaraamat.

Uusi toimkondi võib luua vajadusel APS-i juurde veel, kui on tegutseda soovijaid. Oskussõnade toimkondade töösse soovitakse kaasa tõmmata ka üliõpilasi, mille läbi APS nooreneb.

Jänesmäel, 4.–6. märts 2011

\* \* \*

## ILMUS UUS SÕNARAAMAT

Aimur Joandi

Võõrapäraste sobimatute laenude väljamõtlemine ja levik risustab eesti keelt. Selle vastu leiab rohtu, kui anda aeg-ajalt välja ajakohastatud erialaseid sõnaraamatuid.

Ühe uue, olulise teosena ilmus äsja trükist 'Linnukasvatuse terminid', mis näitab, et põllumajanduserialade sõnaraamatute koostamine pole soikunud.

Sõnastikus on ära toodud 1,070 linnukasvatustes enam kasutatud oskussõna (terminit) eesti ja inglise keeles.

Märksõnad valisid ja seletused kirjutasid raamatu koostaja, meie linnukasvatuse vanameister, Eesti Maaülikooli professor Harald Tikk, Viive Tikk ja Matti Piirsalu, ingliskeelsed terminid kirjutas Liisa Hansson.

Raamatu eessõnas märgib Harald Tikk, et linnukasvatusteadus ja -praktika on viimasel veerandsajandil väga kiiresti arenenud. Lindude aretuses ja pidamises kasutatakse linnugeneetika edusamme, kuid eestikeelses kirjanduses puudusid seni selgitused lindude geneetiliste, anatoomilis-morfoloogiliste ja teiste parameetrite kohta. See sõnastik püüab neid kitsaskohti avardada. Lähtematerjal on olnud linnugeneetika osas peamiselt 1990. aastal ilmunud R. D. Crawford'i 'Poultry Breeding and Genetics', kasutatud on ka venekeelseid allikmaterjale

Raamatu väljaandmist toetas kümme ettevõtet: PRIA ja Eesti Maaülikool, Eesti Linnukasvatajate Selts, AS Tallegg, Äntu Mõis OÜ, Peri PM OÜ, Ülo Pullisaare Matjamaa Tõuvutifarm, Sanalind OÜ, Linnu Talu OÜ, Viru Muna ja Selts Kodulind ning kirjastajana Tartumaa Põlumeeste Liit.

Väärt raamat linnukasvatuse õppijatele ja kogunud linnukasvatajatele.



Raamatu autorid Matti Piirsalu, Liisa Hansson, Viive ja Harald Tikk olid 11. märtsil uue raamatu esitlusel Eesti Maaülikooli Raamatukogus. Autori pildistused

Jänesmäel, 15. märts 2011

## MULLATEADLANE IGNA ROOMA 80



Ignä Rooma on sündinud 30. novembril 1930. aastal Tartumaal Kambja vallas kooliõpetaja pojana. Keskkooliõpetajaks sai ta tolleaegses Tartu mainekamas I keskkoolis (praegune Treffneri gümnaasium). Juba teismelisena sai

Ignast loodusesõber, keda köitis eriti botaanika. Ta ostis endale taskuraha eest taimemääraja ja hakkas usinalt taimede tundmist õppima. Ignal oli plaan pärast keskkooli lõpetamist minna Tartu Ülikooli botaanikat õppima. Vahetult enne sisseastumiseksameidi otsustas ta hoopis õpingute kasuks Eesti Põllumajanduse Akadeemia agronoomiateaduskonnas.

EPA viimastel kursustel hakkas Ignä koos kursusekaaslaste Loit Reintamiga huvi tundma mullateaduse ja muldade kaardistamise vastu, millele järgnes aktiivne tegevus samas vallas. 1954. a kevadel, kui Ignä oli õpinguid lõpetamas, tuli Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumile Moskvast korraldus hakata tegelema suuremõõtkavalise mullastiku kaardistamisega. Põhjuseks arvatavalt asjaolu, et sel perioodil tehti NSVL-is kõik võimalik, et USA-le järele jõuda, viimane oli aga üks maailma juhtriike mullastiku kaardistamise vallas. Maakorralduse Valitsuse juhtkond oli juba valinud loodava grupi juhiks juubilar, ent vahele astus EPA tööle suunamise komisjon ja Ignä määrati Kose MTJ-i peagronoomiks. Tänu Maakorralduse Valitsuse juhataja Amburi ja EPA mullateaduse kateedri juhataja Halliku pingutustele määrati Ignä siiski 30. aprillil 1954. a ümber mullastiku uurijate operatiivkoosseisu rühmajuhatajaks. Muldade uurijaid polnud töörühmas veel ühtegi, neid tuli alles otsima ja välja õpetama hakata. Algselt oli

tagasihoidlik, kuid aasta-aastalt kasvas kaader ja sedamööda suurenesid ka oskused ning kaardistatud pindala. Kaardistajate värbamise ja väljaõppega samal ajal toimus ka Eesti tingimustele vastavate meetodikate ja juhendite koostamine. Tol ajal moodustasid eri asutuste juhtivad mullateadlased (Hallik, Lillema) ühtse sõbraliiku kollektiivi, koos lahendati palju probleeme, tehti täpsustusi muldade nimestikus ja muldade diagnostikas. Tuleb märkida, et Maakorralduse Valitsusel puudusid alguses muldade väliuurijate tarbeks isegi tööruumid ning transpordi- ja töövahendid. Mõnevõrra paranes olukord 1. maist 1961. a, kui Maakorralduse Valitsuse operatiivkoosseis liideti RPI 'Eesti põllumajandusprojektiga'.

Kirjeldatud perioodil oli Igna Roomal kindlasti kõige suurem roll mullastiku uurijate koolitamisel, struktuuri kujundamisel, meetodika ja juhendite täiustamisel. 1964. a, kui Igna läks EPA-sse teadust tegema, oli 'Eesti põllumajandusprojektis' juba olemas korralik struktuuriüksus – mullastiku uurimise osakond suurearvulise kaardistajate kaadriga, oli välja kujunenud uurimistööde meetodika ja juhendid, mida hiljem ainult täiendati.

Kuidas iseloomustada Ignat kui ülemust, juhatajat ja õpetajat? Võib-olla ei vasta Igna üldse ettekujutusele tüüpilisest ülemusest. Ta oli tagasihoidlik, väheste jutuga ja sõbralik, kuid samas nõudlik. Pigem jäi ta nagu targemaks kolleegiks, kes nõu annab.

EPA-s ei õnnestunudki Ignal ellu viia oma plaane – kirjutada valmis kandidaadidissertatsioon Põhja- ja Lääne-Eesti paepealsetest muldadest, millede kohta ta oli varem rohkesti andmeid kogunud. Põhjuseks sai asjaolu, et mullateaduse kateedris oli sel ajal kogu jõud suunatud hoopis Lõuna-Eestis ulatuslikult esinevatele kahekihilisel lähtekivimil väljakujunenud happelistele muldadele ning oma teadustöö jäi seetõttu soiku.

Kui Igna 'Eesti põllumajandusprojekti' tagasi pöördus, ootas ees lai tööpõld, järjest tulid suured, kogu Eestit hõlmavad tööd: riigi metsamaade mullastiku kaardistamine, looduslike maade ja haritava maa kvaliteedi inventeerimine, haritava maa mullamuutuste püsivaatlused, keskmise- ja väikesemõõtkavaliste kaartide koostamine – need kõik olid uued tööd, millele tuli ka täiesti uued meetodikad ja juhendid koostada. EPA-st naasmise järgselt oli Igna töö puhtloominguline kuni pensionile jäämiseni 1990. a. Mullastiku uurimise osakonnas olid selleks ajaks peaspetsialistid, kellest igaüks vastutas oma töö meetodiliste aluste eest. Igna sulas sellesse seltskonda suurepäraselt ja kõiki asju tehti ühiselt. Ignale sobis selline ampluaa kõige enam, sest ta oli hea, ladusa tekstiga kirjutaja ning igati koostööaldis. Kui

1978. a alustati looduslike maade kvaliteedi inventeerimist, olid juhendajad Eesti NSV Teaduste Akadeemia zooloogia ja botaanika instituudi teadurid Krall ja Pork, kes spetsiaalselt selle töö tarbeks koostasid uue rohumaade tüpoloogia 'Eesti NSV looduslike rohumaade tüübid ja tähtsamad taimekooslused', mille koostamisel olid osalised ka mullastiku uurimise osakonna spetsialistid. Kuna tööga pidid tegelema mullastiku-uurijad, siis püüti töö kergendamiseks kogu tüübiltik ja taimekooslused võimalikult hästi seostada muldadega. Siin oli kindlasti kasu Igna kooliaegsest botaanikaharrastusest. Ka riigimetsa mullastiku kaardistamise meetodika koostamisel oli Igna panus suur. Koostöös hea sõbra Ragnar Sepaga valminud meetodikas olid hästi välja toodud erisused võrreldes põllumajandusmaade uurimisega. Eeltoodut kokku võttes peab tõdema, et ei oskaks ette kujutada mullastiku uurimise tööde kogu kompleksi Eestis ilma Ignata.

Pärast pensionile jäämist ei ole Igna mullateadust päriselt maha jätnud, ta on olnud õppejõud nii Tartu Ülikoolis kui ka Eesti Põllumajandusülikoolis, teinud koostööd akadeemik Reintamiga mitmetes Euroopa projektides ning Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire bürooga põllumuldade seire edasiviimisel. Lisaks botaanikahuvile on Igna suure lugemishuviga ja kuulab meeleldi klassikalist (iseäranis sümfoonilist) muusikat. Küll ei meeldi talle absoluutselt õngitsemine ja õngitsejad. See selgus 1960-ndatel, kui kalapüügihullud mullamehed käisid neljal järjestikulisel aastal paadimatkal Eesti jõgedel. Matkadele läks Igna meeleldi kaasa, kuid keeldus õngitsemast ja tegeles selle asemel hoopis vee- ja luhataimede määramise ning kogumisega. Taimemääraja on tal alati ettenägelikult kaasas.

EPA on vahepeal kahel korral, mullateaduse kateeder isegi kolmel korral nime muutnud ja kollektiiv noorenenu. Viimastel aastatel on tavaks saanud mullateaduse ja agrookeemia osakonna noorenenu kollektiivile organiseerida õppeekskursioone-mullapäevi, kus Igna on asendamatu kogemustepagasi jagaja.

2010. a valiti Igna Rooma tema teeneid arvestades taasasutatud Eesti Mullateaduse Seltsi auliikmeks. 26. novembril korraldas EMS koos Eesti Maaülikooli mullateaduse ja agrookeemia osakonnaga üleriigilise Mullapäeva, mis päädis Igna Rooma 80. sünnipäeva tähistamisega. Soovime Ignale tugevat tervist, reibast sammu ja muhedat huumorit veel paljudeks aastateks!

Endiste kolleegide nimel  
Toomas Teras ja Enn Leedu

## LEMBIT INT – 75

Lembit Int on sündinud jaanipäeval, 24.06.1936. a tolle-aegsel Tartumaal Ahjal (praegu Põlvamaa) väiketalunik-ehitusettevõtja perekonnas. Pärast Fr. Tuglase nimelise Ahja keskkooli kuldmedaliga lõpetamist 1955. a asus ta õppima Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonda, mille lõpetas 1960. a meteoroloogia ja

klimatoloogia erialal. Ülikoolis õppides õnnestus tal osa võtta kahest üleliidulisest ekspeditsioonist Leningradis asuva A. J. Vojeikovi nim Geofüüsika Peaobservatooriumi mikrokliima sektori koosseisus – 1958. a Valdai kõrgustikul ja 1959. a Taga-Baikalimaal Tšitaa oblastis. See osavõtt sai teemavalikul määravaks tema edasises

teaduslikus uurimistöös. Kuigi ülikooli lõpetamise järel tehti ettepanek tulla kohe Leningradi aspirantuuri, võttis Int vastu suunamise Raplamaale Kuusikule agrometeoroloogiajuhatamiseks.



1962. a novembris jätkus õppimine siiski aspirantuuris juba eelnimetatud observatooriumi juures Leningradis. Töö teemaks sai 'Eesti NSV põhiliste mullatüüpide kliima'. Katseandmete kogumiseks töötas ta 1963. aasta suvel Kuusikul ja 1964. aasta suvel Toomal ning uuris erinevate lõimiste ja mullatüüpidega odrapõldudel õhu- ja mullatemperatuuri, õhu ja mulla niiskust ning palju kulub päikesekiirgusest aurumisele, õhu ja mulla soojendamisele. Talveperioodil tehti aspirandile ülesandeks töötada läbi ja üldistada Leningradi Geofüüsika Peaobservatooriumi mikrokliima sektori 1958. aastal Oidermaa sovhoosi maile korraldatud ekspeditsiooni uurimismaterjalid, milliseid sai ta hiljem kasutada ka oma väitekirjas. Mulla kliimat oli Eestis mõningal määral varemgi uuritud (E. Tamm Oidremaal, I. Eisen Toomal), kuid mitte selle teadusharu nime all. Lembit Indi valminud dissertatsioon oli esimene suunda rajav sellisuunaline üldistus, mis baseerus enda kogutud materjalidel ja ilmasteenistuse vastavatel vaatlusandmetel. 1966. aastal omistati Indile geograafiakandidaadi teaduslik kraad.

Aspirantuuri lõpu eel (01.12.1965) kutsus Eesti Maaviljeluse Instituudi tookordne direktor Ilmar Jürisson Lembit Indi tööle Sakku. Jürisson oli Rootsis konverentsil osaledes näinud põllul otse katseväljakute

keskel agrometeoroloogia laboratooriumi, taipas asja iva ja tahtis teha samasugust ka Sakku. Asjatundja leidmisel oskas soovitus anda Kuusiku-aegne kolleeg Leonhard Kevvai. Jürissoni plaan ei leidnud aga põllumajandusministeeriumis toetust ja põllukultuuride osakonna söödakultuuride sektoris (juhataja A. Ravis) ligi aasta teadurina töötanud L. Int lahkus instituudist. Tema õnneks loodi Sakku Eesti NSV Hüdro meteoroloogia teenistuse juhataja A. G. Smirnovi initsiatiivil Eesti Agrometeoroloogia laboratoorium, mis hakkas tööle Leningradi A. I. Vojeikovi nim Geofüüsika Peaobservatooriumi filiaalina. Int töötas selle laboratooriumi juhatajana aastatel 1966–1979. Alustas viieliikmelise töögrupiga (juhataja, vanemteadur, nooremteadur, lisaks kaks tehnik-laboranti), tema lahkudes oli koosseisus 18 töötajat. Tema oluline panus laboratooriumi edukale tööle seines kaasaegsete tööruumide väljaehitamises (alustati tegevust Sakus asunud Tallinna Kunstliku Seemenduse Jaama saalis), sisustamises, välitöödeks vajaliku aparatuuri ja mõteseadmete muretsemises ning, mis ilmselt kõige tähtsam, kõrge kvalifikatsiooniga töötajate leidmises või kohapealses väljaõpetamises. Laboratooriumi loomisest alates töötas seal bioloogiakandidaat Hillar Mäetalu, 1967. aastast hilisem põllumajandusdoktor Peeter Karing, 1974. aastast bioloogiadoktor professor Heino Tooming. Ettevaatava juhina tellis Int spetsialiste Tartu Ülikoolist, kus ettevalmistuse said individuaalprogrammide alusel klimatoloog Jaan Jõgi, matemaatik Enno Pedoson, füüsikud Tiina Tammets, Peeter Kõiva, Jüri Sepp (Kadaja) ning Rein Lehtveer. Laboratooriumi juhi organisatoorse töö kõrvalt suutis Lembit Int ka ise süvateadusega tegelda. Ta arendas välja mulla melioratiivse klimatoloogia haru, mille põhimõtted leidsid käsitlemist hilisemas doktoritöös.

Aastatel 1985–1987 töötas Int Teaduste Akadeemia Presiidiumis teadusala organiseerimise osakonna teadusliku sekretärina. Kandideeris sellele ametikohale akadeemik Anto Raukase ettepanekul. Neil aastail oli akadeemial veel lai instituutide võrk olemas ja need allusid presiidiumile. Lembit Indi tollaegses töös oli kolm põhivaldkonda: esiteks, organiseerida instituutide ja erikonstrueerimisbüroode osavõtt eksponaatide ja muu materjaliga vabariiklikest, üleliidulistest ja rahvusvahelistest näitustest ning messidest. Selleks töötas Presiidiumis eraldi komisjon (esimees akadeemik A. Kõõrna, tegevjuht L. Int). Teiseks tuli koordineerida Teaduste Akadeemias leiundus- ja patendialast tegevust, kolmandaks koostada instituutidelt tulnud ettepanekutele tuginedes vabariiklikest, üleliidulistest ja rahvusvahelistest teaduskonverentsidest ning kongressidest osavõtu plaanid.

Kuna vahepeal olid toimunud muutused perekonnaelus – uus abikaasa elas Tartus – otsis Lembit Int võimalusi ka ise sinna elama ja töötama asumiseks. Abikäe ulatas tookordne agrotööstuskomitee esimehe asetäitja professor Olev Saveli, kes pakkus vanemteaduri töökohata Eesti Loomakasvatuse Instituudis põllumajandusdoktor Valjo Masso juhitud orgaaniliste väetiste laboratooriumis. Teadusliku uurimistöo sisuks sai veise- ja sealautade mikrokliima ning EKSEKO seakombinaadi läga mõju uurimine mullale, eriti mulla mikrokliimale.

Lõpuks oli Tartus võimalik kokku võtta oma ligi 20 aasta jooksul läbi viidud katsete tulemused ja vormistada need doktoritööks teemal 'Baltikumi mullastikulis-kliimaatiliste ressursside optimeerimine melioratsiooni mõjul (Eesti NSV näitel)'. Töös näidati kuivenduse, kunstliku niisutamise, agromelioratiivsete võtete (sügavküünd, põhja kobestamine) mõju erinevate muldade kliimale, soojus- ja veebilansile ning saakide kujunemisele. Samas hoiatati maaparanduse võimalike negatiivsete ilmingute eest, nagu ülekuivendus, tuule erosiooni oht, liigne tallamine raskete maaparandusmasinatega jm sarnane. Doktoritöö kaitsmine toimus oktoobris 1989 Moskvast NSVL Teaduste Akadeemia Geograafia Instituudis. VAK kinnitas geograafiadoktori teaduskraadi kevadel 1990.

Saatuse tahtel on enamik Indi kirjatöödest ilmunud vene keeles ja on seetõttu mitte sama eriala eestlastest teadlastele vähetuntud. Ta on kirjutanud peatükid koguteostesse: 'Микроклимат СССР' (Ленинград, 1967), 'Климат почвы' (Ленинград, 1971), 'Природно-мелиоративный мониторинг в СССР' (Мовква, 1984), 'Климат Таллинна' (Таллинн, 1978), 'Eesti kliimaatlase' (Tallinn, 1969) jne. On avaldanud hulgaliselt artikleid Leningradi Geofüüsika Peaobservatooriumi teadustööde kogumikes ja mujal (kokku 120).

Geograafiadoktor Lembit Int on visa, andeka, tööka teaduri musternäide: lõpetanud keskkooli kuldmedaliga, teinud nominaalajaga valmis kandidaadiväitekirja, võtnud pikaajalised katseandmed kokku ja kaitsnud eluaja doktorikraadi. Kõik ei ole aga läinud nii ladusalt, nagu kõrvalseisjale paista võib. Ta elus on olnud mitmeid tagasilööke. Hästi sisseseatud, edukalt töötava laboratooriumi juhataja kohalt Sakus tuli taanduda, sest tuli ilmsiks, et asjaajamisel kasutati mõnikord asutuse huvi-

des n-ö musta kassa raha. Väga spetsiifilise eriala tõttu on tal elus olnud raskusi töökoha leidmisel. Aastatel 1979–83 töötas ta teadurina Eesti Maaviljeluse Instituudis põllunduse osakonnas (juhataja H. Raig), mõne aasta (1983–85) isegi Tartu Naha- ja Jalatsikombinaadis ökonomistina. Ka doktorikraadi kaitsmine kulges eestlastele iseloomuliku stsenaariumi järgi – Moskvasse läkitati teele mitmeid kaebekirju ja negatiivseid arvamusi. Kuid VAK-i jaoks ei olnud selles midagi uut. Seal arvestati kaitsmiskohaks olnud autoriteetse instituudi seisukohta ja NSV Liidu teiste instituutide positiivseid arvamusi (kokku 30).

Lembit Indi töömeheteed jätkus ELVTUI-s juhtiva teadurina 1992. aastani, lahkus siis koos ingerisoomlasest abikaasaga Soome ja elab nüüd Helsingis. L. Int on alates ülikooli lõpetamisest võtnud aktiivselt osa mitme teadusliku seltsi tööst. Nõukogude ajal kuulus ta Eesti Geograafia, Eesti Loodusuurijate ja Eesti Looduskaitse Seltsi. Iseseisva vabariigi ajal on lisandunud Akadeemiline Põllumajanduse Selts ja Eesti Rukki Selts. Peab osavõttu nimetatud seltside tööst sedavõrd oluliseks, et ei põlga paljuks igaks ürituseks Tartusse kohale sõita. Kas ei peaks meie, kohapealsed, temast eeskuju võtma?

Lembit Int on olnud kaks korda abielus. Esimesest kooselust sündisid tütreid Evelin (1968) ja Elike (1970). Mõlemad on järginud oma ema eriala ja lõpetanud Tartu Ülikooli arstiteaduskonna. Lapselapsi on esialgu kolm: Kadri-Keiu, Tõnis ja Mehis.

Õnnitleme juubeli puhul!

Ants Bender

## JUHEND AUTORITELE

Ajakirjas avaldatakse rahvusvaheliselt eelretsenseeritavaid põllumajandusega seotud teaduslikke ja ülevaate artikleid. Välisautorite artiklid on inglisekeelsed koos inglisekeelse kokkuvõttega, eesti autorid võivad artikli avaldada omal valikul inglisekeelsena või eestikeelsena. Eesti autorite inglisekeelse artikli lõpus peab olema eestikeelne kokkuvõte ja eestikeelse artikli puhul inglisekeelne kokkuvõte.

### Nõuded artiklile

#### Struktuur

Pealkiri peab olema võimalikult lühike ja informatiivne. Autorite nimed, kaasaarvatud üks eesnimi, aadress(id) ja e-posti aadress(id) peavad olema esitatud täies ulatuses ja järgnema artikli pealkirjale. Kirjavahetust pidav autor peaks olema märgitud tärniga ja tema e-posti aadress peaks olema antud. Abstrakti pikkus on kuni 250 sõna, võtmesõnad (maksimaalselt 7), Sissejuhatus, Metoodika, Tulemused, Arutelu, Järeldused, Tänuavaldus, Kasutatud kirjandus, inglisekeelne kokkuvõte (eesti autorite inglisekeelne artikkel peab sisaldama eestikeelset kokkuvõtet, välisautorite inglisekeelset artiklit eesti keelde ei tõlgita ja eestikeelset kokkuvõtet ei tehta). Käsikirja maht (kaasaarvatud kasutatud kirjandus, kokkuvõtted, joonised ja tabelid) ei peaks ületama 10 A4 lehekülge.

#### NÄIDIS

### PEALKIRI

Autorid

Aadress

**ABSTRACT.** Use of.....

**Keywords:**

### Sissejuhatus

Talitritikale laialdasem levik maailmas on pidurdunud tema terade väga sagedase koristuseelse peas kasvamamise tõttu., seda eriti niiskema ja jahedama kliimaga piirkondades (Smith, Jones, 1998; Brown, 1999; Adams, 2000).

#### Lehekülje suurus ja häälestus

Lehekülje suurus A4. Kasutada **Microsoft Word'i, justify, Times New Roman**, suurus **10**. Abstrakti ja Võtmesõnade puhul kasutada *kursiivi*. Lehekülje numbraid mitte kasutada. Ladinakeelsete nimetuste ja statistiliste terminite puhul kasutada *kursiivi* (*t*-test,  $n = 193$ ,  $P > 0.05$ ). Kasutada ülamärkidena '....', mitte jutumärke ".....".

#### Tabelid

Kõik tabelid peavad olema tekstis viidatud (tabel 1; tabel 1, 2). Tabeli pealkirjas kasutada **Ariali** suurusega **9**, inglisekeelne pealkiri *kursiivis Ariel* suurusega **9**. Tekst ja numbrid tabeli sees **Times New Roman** suurus **10**. Kasutada **TAB** ja ainult horisontaaljooni.

#### Joonised

Kasutada ainult must-valgeid jooniseid. Joonise allkirjad **Ariel** suurusega **9** ja inglisekeelne allkiri *kursiivis Ariel* suurusega **9**. Kõik joonised peavad olema tekstis viidatud (joonis 1; joonis 1, 2; joonised 1-3).

### Kasutatud kirjandus

**Teksti sees** kasutada kahe autori puhul **koma**. Kui autoreid on rohkem kui kaks, siis kasutada esimese autori järel 'et al':

Smith and Jones (1998); (Smith, Jones, 1998)

Brown *et al.* (1997); (Brown *et al.*, 1997)

Adams (1998); (Adams, 1998)

Kui viidatakse rohkem kui ühele publikatsioonile, siis: 1. viitamine toimub vastavalt ilmunisaastale (suurenev),

2. kui ilmunisaasta on sama, siis vastavalt autorite alfabeetilisele järjestusele:

(Smith, Jones, 1998; Brown *et al.*, 1999; Adams, 2000; Smith, 2000)

**Raamatud**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, avaldamise aasta, raamatu pealkiri, avaldaja, avaldamise koht, lehekülgede arv.

Adojaan, A. 1950. Heintaimede seemnekasvatus kolhoosides ja sovhoosides. Valgus, Tallinn, 127 lk.

Šijatov, S.G. 1986. Dendrochronology of the Upper Timberline in the Urals. Nauka, Moskva, 350 lk, (vene keeles)

**Artiklid ajakirjas**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, ajakirja nimetus (täisnimetus), väljaande number ja leheküljed. Artiklite pealkirjad, mis on avaldatud teistes keeltes kui inglise, saksa, prantsuse, hispaania või portugali keeles, peaks olema tõlgitud inglise keelde koos täiendusega lõpus (vene keeles, ing. k. abstrakt).

Fairey, N. A., Lefkovitch, L. P. 1996a. Crop density and seed production of creeping red fescue (*Festuca rubra* L. var. *rubra*). 1. Yield and plant development. – Canadian Journal of Plant Science, 76 (2), p. 291–298.

Danieljan, S.G., Nabaldijan, K.M. 1971. The causal agents of meloids in bees. – Veterinaria, 8, 64–65 (vene keeles).

**Artikkel kogumikus**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, kogumiku nimetus, koostaja nimi sulgudes, avaldaja, ilmumise koht, leheküljed.

Rand, H. 1992. Heintaimede seemnekasvatus. – Rohumaaviljelus talupidajale (koostaja H. Older). AS Rebellis, Saku, 44–74.

**Toimetised**

Autori(te) nimi ja initsiaalid, ilmumisaasta, artikli pealkiri, sidekriips, *toimetise nimetus kursiivis*, ilmumise koht ja leheküljed.

Tomic, Z., Mladenovic, R. 1995. Perennial grass seed production in some mountain region in Serbia. – *Proceedings of Third International Herbage Seed Conference June 18–23 1995. Halle*, p. 346–350.

**Märkused**

Kasutada ´.´ (mitte ´, ´):  $0.6 \pm 0.2$

Kasutada koma tuhandete märkimiseks – 1,230.4 (üks tuhat kakssada kolmkümmend koma neli)

Ilma vaheta: 5<sup>0</sup>C, 5% (mitte 5 °C, 5 %)

Kasuta ´-´ (mitte ´-´) ja ilma vaheta: pp. 27–36, 1998–2000, 4–6 min, 3–5 kg

Kasuta vahesid: 5 h, 5 kg, 5 m, C : D =  $0.6 \pm 0.2$

Kasuta ´kg ha<sup>-1</sup>´ (mitte ´kg/ha´)

Kasuta ´<sup>0</sup>´: 5<sup>0</sup>C (mitte ´5°C´)

# INSTRUCTION FOR AUTHORS

Papers must be in English (British spelling). English is revised by a language reviewer, but authors are strongly urged to have the papers reviewed linguistically prior to submitting. Contributions should be sent electronically. Papers are considered by referees before acceptance.

## Papers should be strictly followed instructions

### Structure

Title, Authors (names), Authors' place of work with full address, Abstract (up to 250 words), Keywords (up to 7 words), Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References.

### FOR EXAMPLE

#### TITLE

Authors

*Adresses*

*ABSTRACT. In laboratory pupal...*

**Keywords:** *triticales...*

#### Introduction

In many countries rural....

### Page size and font

- The file should be prepared using **Microsoft Word 97** or a later version
- Set page size to A4 (**21 x 29,7cm**), all margins at **2,5 cm**
- Use **single line** spacing and **justify** the text
- Use font **Times New Roman**, size 10;
- Do not use page numbering
- Use *italics* for Latin biological names and for statistical terms (*t*-test,  $n = 193$ ,  $P > 0.05$ )
- Use single ('.....') instead of double quotation marks (".....")

### Tables

- All tables and figures must be referred to in the text (Table 1; Tables 1, 2)
- For tables use font Times New Roman, regular, 10 points
- Use **TAB** and not space bar between columns
- Do not use vertical lines as dividers, only **horizontal** lines are allowed
- Primary column and row headings should start with an initial capital, secondary headings without initial capital

### Figures

- Use only black and white for figures
- Use font **Arial** within the figures
- Legend below the figure must not be in a frame of the figure
- All figures must be referred to in the text (Figure 1; Figure 1, a, b; Figures 1, 3; Figures 1–3)

## References

### Within the text

In case of **two** authors use comma. In case of more than two authors, reduce to first author “*et al.*”

Smith and Jones (1996); (Smith, Jones, 1996)

Brown *et al.* (1997); (Brown *et al.*, 1997)

Adams (1998); (Adams, 1998)

When referring to more than one publication, arrange them using the following keys: 1. year of publication (ascending), 2. alphabetical order for the same year of publication:

(Smith, Jones, 1996; Brown *et al.*, 1997; Adams, 1998; Smith, 1998)

### For whole books

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, title of the book publisher, town of publishing, number of pages.

Tritton, D. Y. 1988. Physical Fluid Dynamics. Clarendon Press, Oxford, 350 pp.

Shiyatov, S. G. 1986. Dendrochronology of the Upper Timberline in the Urals. Nauka, Moskva, 350 pp. (in Russian).

### For journals articles

Titles of papers published in languages other than English, German, French, Italian, Spanish, and Portuguese should be replaced by an English translation, with an explanatory note at the end, e.g., (in Russian, English abstr.).

Habel, R. E., Budras, K.-D. 1992. Anatomy of the Prepubic Tendon in the Horse, Cow, Sheep, Goat and Dog. – American Journal of Veterinary Research, 53 (11), p. 2183–2195.

Danielyan, S.G., Nabaldiyan, K.M. 1971. The causal agents of meloids in bees. – Veterinariya, 8, p. 64–65 (in Russian).

### For articles in collections:

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, title of the article, name(s) and initials of the editor(s) (preceded by **In**), title of the collection (*in italic*), publisher, town of publishing, page numbers:

Yurtsev, B.A., Tolmachev, A.I., Rebristaya, O.V. 1978. The floristic delimitation and subdivisions of the Arctic. – In Yurtsev, B. A. (ed.): The Arctic Floristic Region. Nauka, Leningrad, p. 9–104 (in Russian).

### For conference proceedings:

Name(s) and initials of the author(s), year of publishing, proceedings title, name(s) and initials of the editor(s) (preceded by **In**), proceedings name (*in italic*), publisher, town of publishing, page numbers:

Ritchie, M.E., Olff, H. 1999. Herbivore diversity and plant dynamics: compensatory and additive effects. – In Olff, H., Brown, V.K., Drent, R.H. (eds): *Herbivores between plants and predators. The 38<sup>th</sup> Symposium of the British Ecological Society*. Blackwell Science, Oxford, UK, p. 175–204.

## Please note

Use ‘.’ (not ‘,’): 0.6 ± 0.2

Use a ‘comma’ for thousands – 1,230.4 (one thousand two hundred and thirty and four tenths)

Without space: 5°C, 5% (not 5 °C, 5 %)

Use ‘–’ (not ‘-’) and without space: pp. 27–36, 1998–2000, 4–6 min, 3–5 kg

Spaces: 5 h, 5 kg, 5 m, C : D = 0.6 ± 0.2

Use ‘kg ha<sup>-1</sup>’ (not ‘kg/ha’)

Use ‘°’ : 5°C (not 5°C)