



J Agric Sci
Vol. 25 No. 2
pp 57–100
Estonian Academic
Agricultural Society
Tartu, Estonia
December 2014

XXV (2) : 57–100 (2014) : ISSN 1024-0845 ESSN 2228-4893

Kaastööde esitamiseks ja vabaks juurdepääsuks külastage: <http://agrt.emu.ee>
For online submission and open access visit: <http://agrt.emu.ee/en>

AGRAARTEADUS

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE



**Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne
Tartu 2014**



Toimetuskolleegium / Editorial Board:

Peatoimetaja / Editor-in-chief

Maarika Alaru Estonian University of Life Sciences

Toimetajad / Editors

David Arney Estonian University of Life Sciences

Brian Lassen Estonian University of Life Sciences

Evelin Loit Estonian University of Life Sciences

Toomas Orro Estonian University of Life Sciences

Oliver Sada Estonian University of Life Sciences

Alo Tänavots Estonian University of Life Sciences

Ants-Hannes Viira Estonian University of Life Sciences

Toimetuse sekretär / Editorial secretary

Marko Kass Estonian University of Life Sciences

Rahvusvaheline toimetuskolleegium / International Editorial Board

Sveinn Adalsteinsson Agricultural University of Iceland

Ants Bender Jõgeva Plant Breeding Institute, Estonia

Gunita Dekšne Institute of Food Safety, Animal Health and Environment - "BIOR", Latvia

Margareta Emanuelson Swedish University of Agricultural Sciences

Matti Esala MTT Agrifood Research Finland

Csaba Jansik MTT Agrifood Research Finland

Aleksandrs Jemeljanovs Latvia University of Agriculture

Olav Kärt Estonian University of Life Sciences

Sven Peets Harper Adams University

Pirjo Peltonen-Sainio MTT Agrifood Research Finland

Jan Philipsson Swedish University of Life Sciences

Vidmantas Pileckas Lithuanian Veterinary Academy

Jaan Praks Estonian University of Life Sciences

Baiba Rivza Latvia University of Agriculture

Andrzej Sadowski Warsaw Agricultural University

Mart Sörg Tartu University, Estonia

Rein Viiralt Estonian University of Life Sciences

Abstracted / indexed: AGRICOLA, AGRIS, CABI, DOAJ, EBSCO

ISSN: 1024-0845 **ESSN:** 2228-4893

Agraarteaduse väljaandmist toetab Eesti Maaülikool

Journal of Agricultural Science is supported by Estonian University of Life Sciences

AGRAARTEADUS

2014 ♦ XXV ♦ 2

Väljaandja:	Akadeemiline Põllumajanduse Selts
Peatoimetaja:	Maarika Alaru
Keeletoimetaja:	Vaike Leola
Tehniline toimetaja:	Irje Nutt
Address:	Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu
e-post:	jas@emu.ee
www:	http://aps.emu.ee, http://agrt.emu.ee

Agraarteaduses avaldatud teaduspublikatsioonid on retsenseeritud

SISUKORD

TEADUSARTIKLID

S. P. Doletsky

The method of correction of amino acid metabolism of cows in the area of micronutrient deficiency in Ukraine 59

V. Eremeev, B. Tein, P. Lääniste, E. Mäeorg, R. Laes, K. Margus, J. Jõudu

Soojalöögi ja eelidandamise mõju kartuli saagikusele ning selle kvaliteedile 64

A. Kaasik, M. Maasikmets

Ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioonist vedelsõnnikuhoidlatest 70

B. Lassen, T. Lepik

Isolation of *Eimeria* oocysts from soil samples: a simple method described in detail 77

K. Margus, V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, B. Tein, R. Laes, J. Jõudu

Humiinainete mõju kartuli saagikusele ja mugula mõningatele kvaliteedi näitajatele ... 82

KROONIKA

E. Vesik

Endel Kaarep – 100 89

J. Praks

Ants Nummert – 80 90

B. Reppo

Arvo Leola – 70 91

J. Miljan

August Miljan 125 ja Artur Miljan 105 92

L. Keppart, H.-M. Raudsepp

100 aastat agrometeoroloog ja -klimatoloog Karl Põikliku sünnist 94

H. Peterson

Dotsent Harry Muring – 100 95

Prof. dr hab. Andrzej Witold Sadowski – *in memoriam*

Member of International Editorial Board of Agraarteadus/Journal of Agricultural Science 96

H. Peterson

Põllumajandusteaduste kandidaat Ilmar Laurits – *in memoriam* 98

U. Tamm, H. Meripõld

Paul Lättemäe – *in memoriam* 99

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE

2014 ♦ XXV ♦ 2

Published by: Academic Agricultural Society
Editor in Chief: Maarika Alaru
Technical Editor: Vaike Leola, Irje Nutt
Address: Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu,
e-mail: jas@emu.ee
www: <http://aps.emu.ee>, <http://agrt.emu.ee>

Scientific publications published in *Agraarteadus* are peer-reviewed

CONTENTS

RESEARCH ARTICLES

S. P. Doletsky

The method of correction of amino acid metabolism of cows in the area of micronutrient deficiency in Ukraine 59

V. Eremeev, B. Tein, P. Lääniste, E. Mäeorg, R. Laes, K. Margus, J. Jõudu

Effect of thermal shock and pre-sprouting on formation of structural elements of yield 64

A. Kaasik, M. Maasikmets

Ammonia and hydrogen sulphide emission from liquid manure storages 70

B. Lassen, T. Lepik

Isolation of *Eimeria* oocysts from soil samples: a simple method described in detail 77

K. Margus, V. Eremeev, P. Lääniste, E. Mäeorg, B. Tein, R. Laes, J. Jõudu

The impact of using humic substance for growing potato on quality indicators of tubers 82

CHRONICLE

Prof. dr hab. Andrzej Witold Sadowski – *in memoriam*

Member of International Editorial Board of *Agraarteadus*/Journal of Agricultural Science 96



THE METHOD OF CORRECTION OF AMINO ACID METABOLISM OF COWS IN THE AREA OF MICRONUTRIENT DEFICIENCY IN UKRAINE

Stanislav Doletsky

*The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
37 Vasilkovskaja Str, Kyiv, Ukraine; e-mail: vet_uaan@meta.ua*

Saabunud: 29.09.2014
Received:
Aktsepteeritud: 19.12.2014
Accepted:
Avaldatud veebis: 20.12.2014
Published online:

Vastutav autor: S.P. Doletsky
Corresponding author:
e-mail: e-mail: vet_uaan@meta.ua

Keywords: cow, feed supplement, amino acid, blood nutrients

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_doletsky.pdf

ABSTRACT. Using the original method the new effective "Pankorm" feed supplement was developed, made from a pig's pancreas after extraction of insulin from it. The aim of the study was establishment of preventive action effectiveness of the new "Pankorm" feed supplement for cows in case of amino acid metabolism disorder in their bodies in the area of micronutrient deficiency. For the purpose of conduct of the research a group of 30 cows was formed on the basis of similarity. The control group consisted of animals that received the basic ration. The cows received the feed supplement daily during two months of winter housing season in the amount of 20 percent of the total amount of concentrated feed. The animals that received the "Pankorm" feed supplement during 1.5 months demonstrated a significant reduction of signs of iodine, cobalt and copper deficiency, and normalisation of pulse and breathing rate.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved

Introduction

Protein is an extremely important component of nutrients necessary for a body. Its exceptional role in nutrition of animals is explained not only by the fact that it is a source of nutrients and energy, but also by the fact that the basis of biological process of any cell is protein synthesis that is possible only using amino acids, which in turn are the product of protein breakdown. It should be pointed out that a certain part of amino acids is not synthesised in the body of an animal, and their supply with feed is vitally important.

Solving the problem of amino acid nutrition of animals using only feed of animal origin and high-protein feed of plant origin is not possible. For example, analysis of the balance of concentrated feed shows that 64% of lysine is obtained from grain protein, 9.5% is obtained from plant protein concentrate (cakes, peas), 7.5% from protein of animal origin, and 5.5% of lysine is obtained by animal breeding industry from feed yeast, which in total amounts to 86.5% of the required amount. That's why the most promising method is balancing of rations by adding to them synthetic amino acids, first and foremost lysine and methionine, in order to reach the required standard (Oksamitny, 2004; Chernyshov, 2002; Dostoevsky, 2007; Korobko, 2003).

In the future the deficit of protein will constantly grow. The EU has already adopted fishing quota limits which many lead to reduction of production of fish flour and increase of its prices. The veterinary and sanitary requirements make the use of meat and bone meal problematic. That's why it is necessary to switch to the use of alternative sources of protein more actively. During the past decade the interest towards this issue has considerably increased.

The main conditions that determine effectiveness of the use of amino acids are the type and content of the ration, its caloric value, content and quality of protein, balance and amount of amino acids in the feed, provision of vitamins, especially group B vitamins, minerals, regularity and speed of intake of amino acids in combination with other agents of the feed (Livshin, 1961; Kurilov *et al.*, 1983; Georgiev, 1986; Khokhlov, Dotsenko, 2003; Medvedev, Kalantar, 1972; Kalnitsky, 1999).

The aim of the study was establishment of preventive action effectiveness of the new "Pankorm" feed supplement for cows in case of amino acid metabolism disorder in their bodies in the area of micronutrient deficiency.

Materials and method

Scientific and production trials was conducted during the years 2009 – 2011 in the farm units of the Volyn and Rivne oblasts of Ukraine on black-motley breed cattle. The soil, water sources and rations of cows are characterised by deficiency of macro- and micronutrients and lack of balance of amino acid content.

For the purpose of conduct of the research a group of 30 cows was formed on the basis of similarity. The control group consisted of animals that received the basic ration. The cows received the feed supplement daily during two months of winter housing season in the amount of 20 percent of the total amount of concentrated feed 3.5-4.2 kg per day per cow. During the final stage of the experiment clinical examination of the animals according to the scheme proposed by M.O. Sudakov, and biochemical research according to standard methods were performed.

Table 1. Content of amino acids (%) in the feed supplement

Amino acid	%
Asparaginic	6.52
Threonine	2.90
Serine	3.48
Glutaminic	7.66
Proline	3.44
Glycine	3.94
Alanine	3.94
Cystine	0.90
Valine	3.69
Methionine	0.61
Isoleucine	2.88
Leucine	4.85
Tyrosine	2.69
Phenylalanine	2.93
Histidine	1.50
Tryptophane	1.60
Lysine	4.37
Arginine	4.77
Total	62.67

The results of the clinical study of cows and the laboratory analysis of blood and milk were processed using the variation statistics method using a personal computer ("Statistika" program). The following values were designated: the arithmetic mean value (M), statistical error of the mean value (m), the validation of the difference between the arithmetical mean values of two sets of variational values according to the validation criteria ($p \leq$) and Student's tables, the mean square deviation (m). The difference between two values was considered as valid where $p \leq 0.05$; 0.01 and 0.001. The correlation relationship between indications was designated according to the Pearson coefficient (r).

The study of condition of the phosphorus and calcium metabolism was performed with respect to the content in blood of the cows of total calcium (complexometric method with a reaction with murexide), inorganic phosphorus according to G. Briggs, modified by S.A. Ivanovsky, magnesium – using calmagite

indicator (a set of chemical agents of NPF "Simko Ltd.").

The content of microelements of soil and feeds was studied using the chromatography-mass spectrometry method.

Results and discussion

Complete protein nutrition of animals is achieved by using feed enriched with protein supplements that contain the required amount of amino acids. The most widespread supplements are soybean cake, meat and bone meal, and fish flour (Kurilov, 1972; Shmanenkov, 1987; ShvakeI, 2008; Kucherenko *et al.*, 1986; Cooper, 1998; White *et al.*, 1981; Schmidt-Nielsen, 1982).

We have developed the new highly effective feed supplement obtained from a pig's pancreas after extraction of insulin from it. The feed supplement is certified with the developed and approved normative and technical documentation (TY 15.7.16308289.001.-2003). With regard to amino acid content has a higher and more balanced level of amino acids compared to conventional supplements. The total amount of essential amino acids in is 62.67% (Table 1), while their content in cake is 42.4%, meat and bone meal – 61.4%, and fish flour – 43.3%. One significant advantage of practical application of the new supplement is its price, which is much lower than the price of soybean cake, meat and bone meal or fish flour.

Clinical examination of the cows of experimental and control groups showed that the animals that received the feed supplement during 1.5 months demonstrated a significant reduction of signs of iodine, cobalt and copper deficiency, and normalisation of pulse and breathing rate. The numbers of erythrocytes and leukocytes were normal, in average amounting to 6.4 g/l and 7.6 g/l.

As a result of biochemical research of blood serum of the cows of the control group it was established that the content of total protein in average amounted to 82.4 g/l, total calcium – 2.8 mmol/l, inorganic phosphorus – 1.47 mmol/l, and the figures of alkaline reserve and activity of alkaline phosphatase amounted to, respectively, 48 vol. % CO₂ and 0.89 mmol/h*1. Calcium- phosphorus balance amounted to 1.5. These figures correspond to the standard ones. There was also an evident increase in milk productivity of the cows amounting to 14-15.3 percent. The given morphological and biochemical figures of the animals of the control group were lower than the physiological parameters, and sings of biogeochemical endemia were clinically evident in case of 32.9 percent of the cows.

In order to study action of feed supplement on the main biochemical figures of blood of dairy cows, directly characterising not only amino acid metabolism, but also mineral metabolism, studies were conducted during the 60-day housing season in all biogeochemical zones of Ukraine.

At the beginning of the test (Tables 2 and 3), in all biogeochemical zones of Ukraine dairy cows had hypocalcaemia which was especially apparent with the

animals in the north-eastern and southern biogeochemical zones. Concentration of inorganic phosphorus and magnesium in blood of the cows was also reduced or remained at the level of the lower limit of physiological values. It should be noted that the content of the bone tissue matrix includes a high amount of organic acids, among which citric acid has an important place. The mechanism of calcification of bone tissue depends on the level of citric acid in it, which can be an indicator of sufficient amount of mineral elements in bodies of the animals (Fedorovich et al., 2013). In particular, the concentration of citric acid in blood of the cows kept in the western and north-eastern biogeochemical zones of Ukraine was 152 ± 4.30 and 175 ± 2.65 $\mu\text{mol/l}$ respectively, which is evidently 40.6% and 43.7% lower ($p < 0.001$) than the corresponding figure of blood of the cows kept in the central and southern biogeochemical zones of Ukraine. This indicates that by the end of the test the content of citric acid in blood serum of the cows of the control groups in the western and south-eastern biogeochemical zones of Ukraine was typical for subclinical and clinical course of osteodystrophy. Increase in concentration of chondroitin sulfate and sialoglycoproteins was also established in blood of the cows of the control group. However, in blood serum of the cows of the southern biogeochemical zone of Ukraine these figures were within physiological fluctuations. Glycoproteins include sialoglycoprotein – a protein related to sialic acid which in turn is a part of composition of the connective tissue. Chondroitin sulfates together with hyaluronic acid serve as the basis of intercellular substance of organic matrix of bone and cartilaginous tissue.

It is for this reason that the concentration of chondroitin sulfate and sialoglycoproteins in blood serum is an objective and informative indicator of changes in bone tissue.

On the basis of content of general glycosaminoglycans it is possible to claim that there are disorganisation processes present in the organic matrix of bone tissue, as these biopolymers together with collagen are indispensable components of bone tissue that facilitate its ossification and structural organisation (Levtchenko et al., 2010).

Therefore, changes in content of general glycosaminoglycans and their fractions indicate clinical or subclinical course of osteodystrophy in dairy cows, and it can serve as an objective diagnostic test of mineral metabolism disorder in their bodies.

In case of dairy cows of the experimental group that consumed designated doses of feed supplement, positive changes in biogeochemical figures of blood serum that characterise processes of mineralisation and ossification of bone tissue were established.

Therefore, resulting from action of feed supplement in blood of the dairy cows of the experimental group, by the end of the test the figures of content of total calcium normalised from 1.81 ± 0.02 to 2.92 ± 0.01 mmol/l in the southern biogeochemical zone;

from 1.91 ± 0.18 to 2.07 ± 0.03 mmol/l in the northern-eastern biogeochemical zone of Ukraine. Concentration of inorganic phosphorus in blood serum of the cows of the experimental group normalised in all biogeochemical zones of Ukraine, and the most optimal level was registered in case of animals of the southern biogeochemical zone of Ukraine – 1.65 ± 0.02 mmol/l , which is 35% higher compared to the beginning of the test. Concentration of magnesium in blood serum of the cows of the western and south-eastern biogeochemical zones of Ukraine did not show evident changes and remained within the limits of physiological values. The most optimal level and evident increase in concentration of magnesium was established in blood serum of the cows in the central and southern biogeochemical zones of Ukraine – 0.98 ± 0.02 and 1.04 ± 0.02 respectively. The figures of content of citric acid by the end of the test were 4–4.5% lower in case of blood of the cows of the central and southern biogeochemical zones and evidently lower ($p < 0.05$) in case of the cows of the western and northern-eastern biogeochemical zones of Ukraine.

In case of dairy cows of the experimental group that were using feed supplement in the amount of 20% of the total amount of concentrated feed, positive changes in biochemical figures of blood serum that characterise processes of mineralisation and ossification of bone tissue were established.

In particular, resulting from action of feed supplement in blood of the dairy cows of the experimental group, by the end of the test the figures of total content of calcium normalised from 1.81 ± 0.02 to 2.92 ± 0.01 mmol/l in the southern biogeochemical zone; from 1.91 ± 0.18 to 2.07 ± 0.03 mmol/l in the northern-eastern biogeochemical zone of Ukraine. Concentration of inorganic phosphorus in blood serum of the cows of the experimental group normalised in all biogeochemical zones of Ukraine, and the most optimal level was registered in case of animals of the southern biogeochemical zone of Ukraine – 1.65 ± 0.02 mmol/l , which is 35% higher compared to the beginning of the test. Concentration of magnesium in blood serum of the cows of the western and south-eastern biogeochemical zones of Ukraine did not show evident changes and remained within the limits of physiological values. The most optimal level and evident increase in concentration of magnesium was established in blood serum of the cows in the central and southern biogeochemical zones of Ukraine – 0.98 ± 0.02 and 1.04 ± 0.02 respectively. The figures of content of citric acid by the end of the test were 4–4.5% lower in case of blood of the cows of the central and southern biogeochemical zones and evidently lower ($p < 0.05$) in case of the dairy cows of the western and northern-eastern biogeochemical zones of Ukraine.

Concentration of chondroitin sulfate and sialoglycoproteins in blood serum in case of the dairy cows that were kept in the western and north-eastern biogeochemical zones was evidently lower ($p < 0.05$) by the end of the test, and in case of dairy cows that were

kept in the central and southern zones of Ukraine these figures tended to become lower, which indicates positive changes in the processes of ossification of bone tissue.

Table 2. Biochemical figures of blood of the dairy cows of the control group in different biogeochemical zones of Ukraine, M±m, n=10

Biogeochemical zone	Biochemical values					
	Total calcium, mmol/l	Inorganic phosphorus, mmol/l	Magnesium, mmol/l	Citric acid, mkmol/l	Chondroitin sulfate, g/l	Sialoglycoproteins, mmol/l
Western (Rivne Oblast)	2.48±0.42	1.25±0.16	0.99±0.04	152±4.30	0.38±0.02	2.54±0.07
North-eastern (Zhytomyr Oblast)	1.91±0.18	1.32±0.04	0.72±0.16	175±2.65	0.39±0.01	2.60±0.04
Central (Poltava Oblast)	2.27±0.21	1.67±0.03	0.84±0.17	256±3.47*	0.23±0.01*	2.01±0.02
Southern (Zaporizhia Oblast)	1.81±0.02*	1.22±0.05	0.84±0.08	251±2.94*	0.17±0.01*	1.93±0.02

* p<0.001 – compared to figures of the cows in the western and south-eastern biogeochemical zones.

Table 3. Action of feed supplement on the main biochemical figures of blood of the dairy cows of the experimental group M±m, n=10

Biogeochemical zone	Biochemical values					
	Total calcium, mmol/l	Inorganic phosphorus, mmol/l	Magnesium, mmol/l	Citric acid, mkmol/l	Chondroitin sulfate, g/l	Sialoglycoproteins, mmol/l
Western (Rivne Oblast)	2.56±0.02	1.47±0.01	0.87±0.01	257±2.02*	0.24±0.01*	1.94±0.02*
North-eastern (Zhytomyr Oblast)	2.70±0.03*	1.55±0.02	0.91±0.01	251±2.15*	0.23±0.01*	1.92±0.02*
Central (Poltava Oblast)	2.64±0.03	1.50±0.01	0.98±0.02*	261±2.48	0.17±0.01	2.02±0.03
Southern (Zaporizhia Oblast)	2.92±0.01*	1.65±0.02*	1.04±0.02*	260±2.25	0.18±0.01	2.14±0.03

* p<0.05 – compared to figures of blood serum of the cows of the control group

Conclusions

It follows from the considerations presented above that the conducted research has shown highly effective preventive action of feed supplement for metabolic disorders and applying it to cows. The supplement includes 18 critical and essential amino acids. The feed supplement has a higher and more balanced level of amino acids as compared to conventional supplements. The feed supplement has optimum composition of the essential amino acids; the presence of lysine allows correcting metabolic disorders as well as to improve the amino acid metabolism, significantly improve the efficiency of nutrient use and energy intake, the economical use of feed proteins.

Resulting from action of feed supplement, by the end of the test the figures of content of total calcium, inorganic phosphorus and magnesium, as well as concentration of chondroitin sulfate and sialoglycoproteins in blood of the dairy cows of the experimental group were normalised in all biogeochemical zones of Ukraine, which indicates positive changes in mineral metabolism of the cows, including processes of ossification of bone tissue.

Application of feed supplement as a feed additive can increase body weight gain of animals by 1.5–2%. It significantly enhances the immune status of the body, identifies genetically determined productiveness of animals.

References

- Doletsky S.P., Oksamitny V.M. 2004. New Highly Effective Feed Supplement. *Bulletin of Agrarna Nauka, Virobnitstvu*, 2, pp. 22.
- Chernyshov N.I. 2002. Preservation of Biologically Active Agents and Their Accessibility. *Kombikorma*. 6, 51–53.
- Dostoevsky P.P. 2007. Particularities of Nutrition of High-Yielding Cows. *Zdorovya Tvarin i Liki*. 9, 14 – 15.
- Korobko V.N. 2003. Modern Aspects of the Use of Amino Acids in Animal Breeding. *Yefektivne Ptahvinitstvo ta Tvarinnitstvo*, 1, 41–44.
- Livshin A.M. 1961. Content of Free Amino Acids in Plasma and Whole Blood of Lactating Cows. *Compilation of Papers of the Leningrad Veterinary Institute*. 13, 315–322.
- Kurilov, N.V., Korshunov, V.N., Sevostyanova N.A. et al. 1983. Digestion Processes of Cows in Case of Addition to the Ration of Protein with Different Degrees of Breakdown in First Stomach. *Proceedings of VNIIFBiP*, 26, 3–10.
- Georgiev V.P. 1986. *Transmitter Amino Acids: Neuropharmacological and Neurochemical Aspects*. Moscow, pp. 240.
- Khokhlov A.P., Dotsenko, A.N. 2003. Perspective of the Use of Amino Acids in Neurology and Oncology. *European Applied Sciences Journal OM & Ernährung, Zurich-Schuttgart-Salzburg*, 105, 30–35.
- Kalnitsky B.D., Kharitonov Y.L. 2001. New Developments in Enhancement of Nutrition of Dairy Cattle. *Zootehniya*, 1, 20–25.
- Medvedev I.K., Kalantar I.L. 1972. Free Amino Acids in Cow Milk. *Proceedings of VNIIFBiP, Borovsk*, 3(26), 13–15.

- Shaybak L.N., Nefedov D.I., Shaybak M.N. 1995. Significance of Taurine for Growing Organism. *Russian Vestnik Perinatologii and Pediatrii*. 40(5), 48–52.
- Kalnitsky B.D. 1999. Problems of Protein and Amino Acid Nutrition of Animals. *Reports of the Academy of Agricultural Sciences: Scientific and Theoretical Journal*, 2, 11–14.
- Kurilov N.V. 1972. First Stomach Fermentation and Formation of Milk Precursors of Ruminant Animals. Digestion and Biosynthesis of Milk of Agricultural Animals. *Compilation of Scientific papers of VNIIFBiP*. Borovsk, 3-15.
- Shmanenkov N.A. 1987. Achievements of Science and Practice in the Area of Protein and Amino Acid Nutrition of Agricultural Animals. *Protein and Amino Acid Nutrition of Agricultural Animals: Materials of the All-Union Conference*. Borovsk, 1987, 3–10.
- Shvaker Y.V. 2008. Role of Beta Amino Acids in Nitrogenous Nutrition of Lactating Cows. *Problems of Biology of Productive Animals*. 2, 59-64.
- Kucherenko N.Y., Germanuyk, N.Y., A.N. Vasilyev A.N. 1986. *Molecular Mechanisms of Hormonal Regulation of Metabolism*. Kyiv, Vysshaya Shkola, pp. 246.
- Cooper A.J. 1998. *Biochemistry of Sulfurcontaining Amino Acids*. *Ann. rev. biochem.*, 52, 187-222.
- White A., Lendler, F., Smidt, E. 1981. *Principles of Biochemistry*. Moskow, Mir, 1, 102-106.
- Schmidt-Nielsen K. 1982. *Animal Physiology: Adaptation and Environment*. Moskow, Mir, 1, pp. 420.
- Fedorovich, V.L., Slivinskaja, L.G., Demidjuk S.K. 2013. *Osteodystrophy of Cows in Case of Deficiency of Bioelements: Diagnostic and Prevention: Guidelines*. Lviv, 20 p.
- Levtchenko V.I., Sahnjuk, V.V., Tchub, A.V. 2010. Spread, Aetiology, Particularities of Course and Diagnostic of Multiple Internal Pathology of High-Producing cows. *Compilation of Scientific papers of Belotserkov University*, 56, 97-102.



SOOJALÖÖGI JA EELIDANDAMISE MÕJU KARTULI SAAGIKUSELE NING SELLE KVALITEEDILE

EFFECT OF THERMAL SHOCK AND PRE-SPROUTING ON FORMATION OF STRUCTURAL ELEMENTS OF YIELD

Viacheslav Eremeev, Berit Tein, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Raido Laes, Kalle Margus, Juhan Jõudu

*Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Eesti*

Saabunud: 25.11.2014
Received:
Aktsepteeritud: 18.12.2014
Accepted:
Avaldatud veebis: 19.12.2014
Published online:
Vastutav autor: Viacheslav
Corresponding author: Eremeev
e-mail: viacheslav.eremeev@emu.ee

Keywords: *Solanum tuberosum* L.,
tubers per plant, tuber weight, tuber
yield, starch yield, starch content

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/
2014_2_eremeev.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_eremeev.pdf)

ABSTRACT. The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Estonian University of Life Sciences. Total yield, marketable yield, number of tubers per plant, average weight of tubers, tuber starch content was studied in cultivar 'Ants' (medium late) and 'Laura' (medium early). Following treatments were used: untreated control (T_0) Seed tubers were planted directly from storage house (storage temperature 4°C); Thermal shock (T_S). Seed tubers were kept before planting 5 days in a room with a temperature of 30°C and 2 days in a room with a temperature of 12°C; Pre-sprouting (P_S). Seed tubers were kept before planting 26 days in a room with a temperature of 15°C and 10 days in a room with a temperature of 12°C.

From the results in 2012 it was observed that pre-planting thermal treatments increased the number of tubers per plant compared to pre-sprouting. Pre-sprouted tubers gave higher average weight of tubers than in thermal shock variants. Hence, there were lower number tubers with higher weight of tubers in pre-sprouted variants in 2012. The results of experiments (2012–2013) indicated that pre-planting treatments did not have any significant effect on the yield of cultivar 'Ants'. In 2013 the yield of cultivar 'Laura' was significantly increased by pre-sprouting, showing higher number of tubers and higher weight of tubers. Therefore also the share of marketable tubers in the yield of both varieties was higher in pre-sprouted variants in 2012. Therefore, in case of cultivar 'Ants' it could be concluded that the thermal shock increases the number of tubers and decreases the weight of the tubers. The starch yield of cultivar 'Laura' was significantly higher in pre-sprouted variant in 2012. That was due to the significantly higher tuber yield in the same variant.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Kartul (*Solanum tuberosum* L.) on maailmas üks enam kasvatatavaid põllukultuure, mis on tähtis just eelkõige oma väga mitmekesiste kasutusvõimaluste ja pinnaühikult saadava suure saagi tõttu (Jõudu, 2002a). Õige agrotehnika kõrval on väga oluline roll kvaliteetsel seemnematerjalil (Tartlan, 2005), sobival mullastikul ja küllaldaselt taimekaitsel (Koppel, 2007). Lisaks saadavale toodangule on kartul mullaviljakust suurendav ning umbrohtumust vähendav kultuur (Talgre jt, 2014).

Stabiilse, majanduslikult tasuva kartulisaagi kasvata-
misel on üheks põhikomponendiks terve, bioloogiliselt
aktiivne ja suure saagipotentsiaaliga seememugul, mis
vastavalt kasutusotstarbele ka mahapanekuks ette
valmistatakse (Struik, 2006). Seemnemugulate kvali-
teedist ja mahapanekueelsest ettevalmistusest sõltub
kartuli põldtärkamise, pealsete moodustumise ning
põllupinna kattumise kiirus (Kuill, 2002). Eestis on
kartuli kasvupind ja kogusaak pidevalt vähenenud, kuid
saagikus seejuures kasvanud (ESA, 2013). Kartulit
kasvatatakse Eestis peamiselt taludes ja elanike maha-
pidamistes ning vähesel määral suuremates põllu-
majandusettevõtetes (Kalm, Laansalu, 2002). Üha

enam on esile kerkinud tarbijate rahulolematuse saagi kvaliteediga, mis on viinud ka kartuli tarbimise vähenemiseni (Tartlan, 2005). Üheks tähtsaimaks kartuli kvaliteedi näitajaks on mugulate tärklisesisaldus (Roinila jt, 2003). Kartuli mugulates esinev tärklis on heade dieetiliste, energeetiliste ja tehnoloogiliste omadustega (Lääniste, 2000; Singh jt, 2008).

Seemnemugulaid töödeldakse enne mahapanekut väga mitmel viisil. Kasutatakse meetodeid, kus soojendatakse mugulaid lühiajaliselt kõrgematel temperatuuridel ning teine töötlemisviis põhineb madalamate temperatuuride kasutamisel, kus aga soojendamise aega on pikendatud. Tinglikult võiks esimest meetodit nimetada soojalöögiks ja teist iduäratamiseks (viimast nimetust on Eestis juba varem kasutatud) (Jõudu, 2002b).

Üheks soojalöögile suhteliselt sarnaseks võtteks on mugulate lühiajaline töötlemine kõrgemate temperatuuridega. Kirjanduse põhjal tõstetakse soojalöõgi ehk termošoki puhul temperatuur 30°C ja hoitakse sedasi kaks päeva ning hiljem säilitatakse seemnemugulaid viis päeva 12–15°C juures (Eremeev, 2007; Eremeev jt, 2008a).

Uurimuse eesmärk oli selgitada, kuidas mahapaneku eelne termiline töötlemine pikemaajalise soojalöõgi ja eelidandamise näol mõjutavad kartulisortide 'Ants' ja 'Laura' saagikust, kaubanduslike mugulate osakaalu saagis ning mugulate tärklisesisaldust. Pikemaajaline soojalöõgi meetodi (viis päeva 30°C juures) kasutamine on uudne võtte.

Materjal ja meetoodika

Katsed korraldati Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudel 2012. ja 2013. aastal. Uurimistöös kasutati kartulisorte 'Ants' ja 'Laura', mis on vastavalt hiline ja keskvalmiv sort. Katselapid rajati blokkasetuses ning variandid paigutati nendele juhuslikult neljas korduses (Hills, Little, 1972). Katselapi suurus oli 16,8 m², vagude vahe 70 cm ja mugulate kaugus vaos 27 cm ning kokku oli neid 72. Kartuli kogusaak määrati vahetult enne koristust mil koristati katselapilt 15 järjestikuse taime mugulad. Katseala mullastik oli näivleeturunud muld (Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (Deckers jt, 2002)), lõimis kerge liivsavi ja huumuskihi tusedusega 20–30 cm (Reintam, Köster, 2006).

Katsevariandid olid järgmised: 1. 0 – töötlemata kartulimugulad (kontrollgrupp). Kaks päeva enne mahapanekut toodi mugulad hoidlast (säilitustemperatuur 4°C), et tõsta nende temperatuur ligilähedaseks mullatemperatuurile. 2. SL – soojalöök. Mugulaid hoiti 5 päeva 30°C juures, misjärel jäeti need kaheks päevaks jahtuma saavutamaks põllumullaga ligilähedane temperatuur. 3. E – eelidandamine. Mugulaid hoiti 26 päeva 15°C juures ja 10 päeva 12°C juures, misjärel jäeti need kaheks päevaks jahtuma saavutamaks põllumullaga ligilähedane temperatuur. Töötlemisruumide valgus- ja niiskustingimused on vastavuses seemnemugulate füsioloogilistele vajadustele.

Katselappidel kasvatati kartuli eelviljana nisu. Sügiskünnil väetati põllumaad komposteeritud veise-sõnnikuga vastava normiga 50 t ha⁻¹, mis oli umbes viis korda suurem, kui põllumajanduse kemiseerimise kõrgperioodil (1980–1989) (Kuldkepp jt, 1999). Mäetõrjet kasutati kevadel paiklikult koos kartuli mahapanekuga, normiga 275 kg ha⁻¹ (Yara 11-11-21). Kartuli mahapanek mõlemal katseastal toimus 13. mail.

Taimekaitsevahenditest kasutati 2012. a umbrohtõrjeks Titus (50 g ha⁻¹) 21. juunil, kartulimardikate vastu Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹) 21. juulil ja Decis 2,5 EC (0,2 l ha⁻¹) 24. juulil. Lehemädaniku tõrjet teostati kolmel korral: Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹) 25. juunil, 1. ja 22. juulil ning Ranman (0,2 kg ha⁻¹) koos Ranman aktivatoriga (0,15 l ha⁻¹) 14. augustil. 2013. a kasutati taimekaitsevahenditest umbrohtõrjeks Titus (50 g ha⁻¹) 13. juunil, kartulimardikate vastu Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹) 15. juunil ning Decis (2,5 EC 0,2 l ha⁻¹) 25. juunil. Lehemädaniku tõrjet teostati samuti kolmel korral: Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹) 25. juunil, 1. ja 24. juulil ning Ranman (0,2 kg ha⁻¹) koos Ranman aktivatoriga (0,15 l ha⁻¹) 15. augustil.

Võrdluseks uuritavatele aastatele oli paljude aastate (1969–2013) vegetatsiooniperioodi keskmine temperatuur 15,1°C ja sademete summa 293,2 mm. 2012. kasvuaasta oli temperatuuride poolest kõige lähedasem paljude aastate keskmisele (optimaalseim), kuid oluliselt sademeterohkem, vastavalt 14,7°C ja sademete summa 343,4 mm. 2013. aasta oli sademetevaesem ning vegetatsiooniperioodi keskmine temperatuur oli märgatavalt kõrgem, vastavalt 251,0 mm ja 16,9°C.

Artiklis käsitletakse lõppsaaigi tulemusi, mille proovid 2012. a koristati 30. augustil (109. kasvupäev) ja 2013. a 29. augustil (106. kasvupäev). Igalt katselapilt koguti kartulimugulate struktuuranalüüsiks 15 järjestikust taime. Kaubanduslikeks mugulateks loeti sordil 'Ants' (ümarad mugulad) kõik mugulad, mille läbimõõt oli üle 35 mm ja sordil 'Laura' (ovaalsed mugulad) üle 30 mm läbimõõduga. Tärklisesisaldus tehti kindlaks Parovi kaaludega (Viileberg, 1976). Tärklisesisalduse leiti arvutuslikult tärklisesisalduse ja saagikuse kaudu. Katseandmed töödeldi programmiga Statistica 11, kasutades ANOVA, Fisher LSD testi (Statsoft, 2005). Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) katsevariantide vahel on märgitud erinevate tähtedega.

Tulemused ja arutelu

Eelnevates katsetes on soojalöõgi kasutamine suurendanud kartulimugulate arvu taimel, seevastu eelidandamisel väheneb mugulate arv, kuid suureneb nende mass taime kohta (Eremeev jt, 2008b; 2009; 2012). Mugulate arvu mõjutavad peamiselt kliimaatilised tingimused – päeva pikkus, sademete jaotumine kasvuperioodil ning ka öised temperatuurid avaldavad suurt mõju mugulate moodustumise kiirusele (Lääniste, 2000; Eremeev jt, 2003). Meie katsetulemustest selgus, et sordil 'Ants' oli mugulate arv 2012. aastal suurem kui

2013. a. Samuti võib välja tuua, et soojalöögi kasutamine suurendas usutavalt ($p < 0,05$) mugulate arvu 2012. aastal võrreldes 0- ja E-variandiga (tabel 1). Soojalöögil oli keskmine mugulate arv 14,2 mugulat taime kohta, mis oli 1,7 mugulat rohkem kui 0-variandil ja 2,7 mugulat rohkem kui E-variandil. Aastal 2013 saadi SL-variandi sordil 'Ants' 10,7 mugulat taime kohta, mida oli 0,7 mugulat rohkem kui 0-variandil, kuid nende vahelised statistiliselt usutavad ($p > 0,05$) erinevused puudusid. Variandil SL oli 2013. aastal 1,1 mugulat usutavalt ($p < 0,05$) rohkem kui E-variandil, kuid E- ja 0-variandi vaheline usutav ($p > 0,05$) erinevus puudus. 2012. ja 2013. katseaastate põhjal võib järeldada, et sordil 'Ants' suurendab soojalöök mugulate arvu taime kohta.

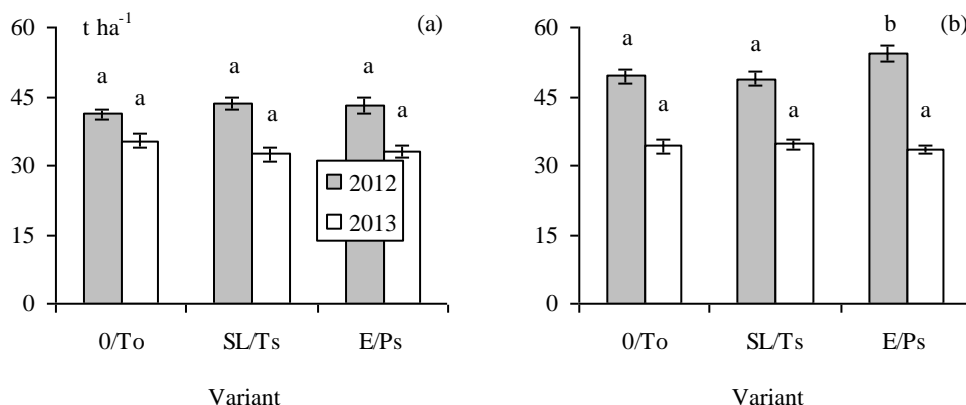
Tabel 1. Ühe taime mugulate arv (tk) ja mugula keskmine mass (g) sõltuvalt mahapanekueelsest termilisest töötlemisest 2012. ja 2013. aastal (\pm standardviga)

Table 1. The effect of pre-planting treatment on mean number of tubers per plant and weight of tubers (g) in 2012 and 2013 (\pm standard error)

Sort Cultivar	Variant Variant	Mugulate arv taime kohta (tk) Number of tubers per plant		Mugula keskmine mass (g) Average tuber fresh mass (g)	
		2012	2013	2012	2013
		'Ants'	0/ T_0	12,5a \pm 0,5	10,0ab \pm 0,3
	SL/ T_S	14,2b \pm 0,3	10,7b \pm 0,3	58,0a \pm 1,8	57,9a \pm 3,1
	E/ P_S	11,5a \pm 0,4	9,6a \pm 0,4	70,8b \pm 1,9	65,9ab \pm 3,1
'Laura'	0/ T_0	14,3b \pm 0,5	9,0a \pm 0,4	65,5a \pm 2,0	71,9b \pm 2,2
	SL/ T_S	13,2b \pm 0,5	10,0a \pm 0,3	70,4a \pm 1,9	65,6ab \pm 3,0
	E/ P_S	11,4a \pm 0,4	10,0a \pm 0,5	91,1b \pm 3,6	64,0a \pm 2,3

0 – töötlemata seemnekartul (kontrollgrupp); SL – soojalöök; E – eelidandamine; ¹ – statistiliselt usaldusväärset erinevused ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test) / T_0 – untreated, T_S – thermal shock, P_S – pre sprouting; ¹ – means followed by a different lower case letters within each column indicate significant influence ($P < 0,05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test)

Sordi 'Laura' mugulate arv 2012. aastal oli suurim 0-variandil ja aastal 2013 SL- ja E-variantidel (tabel 1).



Joonis 1. Mahapanekueelse termilise töötlemise mõju kartulisordi 'Ants', t ha⁻¹ (a) ja kartulisordi 'Laura', t ha⁻¹ (b) saagile. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test). 0 – töötlemata seemnekartul (kontrollgrupp); SL – soojalöök; E – eelidandamine.

Figure 1. The effect of pre-planting treatment on the tuber yield (t ha⁻¹) on potato cultivar 'Ants' (a); potato cultivar 'Laura' (b). Different lower case letters indicate significant differences ($P < 0,05$) in columns (ANOVA, Fisher LSD test). T_0 – untreated, T_S – thermal shock, P_S – pre sprouting

Aastal 2012 oli mugulate arv 0-variandil 14,3, mida oli 1,1 mugula võrra rohkem kui SL-variandil. 0-variandis oli 2,9 mugulat usutavalt ($p < 0,05$) enam kui E-variandil. Samuti suurendas SL-meetodi kasutamine statistiliselt usutavalt mugulate arvu võrreldes variandiga E (1,8 mugula võrra, $p < 0,05$). Aastal 2013 ei esinenud kartulisort 'Laura' statistiliselt usutavaid ($p > 0,05$) erinevusi mugulate eeltöötlemismeetodite ja mugulate arvu vahel taimel. Võrreldes aastaga 2012, kus suurima mugulate arvu andis 0-variant, siis 2013. aastal oli väikseim mugulate arv just 0-variandil. Kartulimugulate mahapanekueelne töötlemine ei mõjutanud sordil 'Laura' mugulate saaki aastatel 2012 ja 2013.

Ühe taime mugulate massi ja saagikuse vahel on tugev seos, kus mugulate keskmine mass ühel taimel sõltub eelkõige sordist (Eremeev, 2008c). Mida suurem on mugulate arv taime kohta, seda madalam on ühe mugula keskmine mass (Eremeev jt, 2008b; Tein, Eremeev, 2011). Katsetulemustest selgus, et sordi 'Ants' mugulate keskmine mass oli väikseim ($p > 0,05$) variandil SL ja seda mõlemal katseaastal (tabel 1). 2013. aasta katses olid statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) raskemad mugulad sordi 'Ants' 0-variandil, keskmiselt 67,1 g. Sordil 'Laura' oli aga 2012. aastal analoogiliselt sordiga 'Ants' suurimad ($p < 0,05$) mugulad E-variandis ja ka usutavalt ($p < 0,05$) vähem mugulaid taime kohta (tabel 1).

Kartulisortide hindamisel ja iseloomustamisel on üheks peamiseks näitajaks mugulasaak. Suurim saak saadi 2012. aastal sordiga 'Ants' SL-variandilt, väikseim oli see aga 0-variandil. 2013. aastal oli aga suurim saak 0- ja väikseim SL-variandil (joonis 1). Kuna nendevahelised saagierinevused jäid statistilise usutavuse piiridest välja ($p > 0,05$), võib väita, et kartulisordi 'Ants' mugulate mahapanekueelne terminiline töötlemine ei mõjutanud oluliselt kartuli saagikust.

Kartulisordil 'Laura' saadi 2012. aastal suurim saak eelidandatud seemnemugulate variandilt E, mida oli oluliselt ($p < 0,05$) rohkem kui SL- ja 0-variandil. 2013. a töötluste vahel statistiliselt usutav ($p > 0,05$) erinevus saagikuste vahel puudus. 2013. a katses saadi suurim saak SL-variandilt ja väiksem E-variandilt.

Kaubaliste mugulate osakaalu määramine saagist võimaldas hinnata sordi potentsiaali toidukartuli kasvatusest tulu saamiseks. Kartulisordil 'Ants' saadi 2012. aastal suurim kaubanduslike mugulate saak E-variandilt (2,6 t ha⁻¹ rohkem kui 0-variandilt ja 1,6 t ha⁻¹ rohkem kui SL-variandilt, tabel 2). Kaubanduslike mugulate osakaal sordil 'Ants' aastal 2012 oli suurim E-variandil; usutavalt ($p < 0,05$) suurem kui SL-variandil ja 2,3% ($p < 0,05$) ja 0-variandil (vastavalt 94,9% ja 4,9% võrra). See tulenes sellest, et E-variandil oli väiksem mugulate saak, aga suurim mugulate mass (tabel 1). Seega oli E-variandil suuremad mugulad, eriti võrrelduna SL-variandiga. Aastal 2013 ilmnis usutav ($p < 0,05$) erinevus on 0-variandil võrreldes SL-variandiga. Termiliselt töötlemata variant andis 1,8% ($p < 0,05$) võrra rohkem kaubanduslike mugulaid kui SL-variant.

Tabel 2. Kartuli kaubanduslik saak (t ha⁻¹) ja kaubanduslike mugulate osakaal (%) sõltuvalt mahapanekueelsest termilisest töötlemisest 2012. ja 2013. aastal (± standardviga)

Table 2. The effect of pre-planting treatment on the yield of marketable tubers (t ha⁻¹) and share (%) of marketable tubers in 2012 and 2013 (± standard error)

Sort Cultivar	Variant Variant	Kaubanduslik saak (t ha ⁻¹)		Kaubanduslike mugulate osakaal (%)	
		Marketable tubers yield (t ha ⁻¹)		Marketable tubers (%)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	0/T ₀	38,2a ¹ ± 1,1	33,3a ± 1,5	92,6b ± 0,6	94,0b ± 0,5
	SL/T _S	39,2a ± 1,5	29,9a ± 1,4	90,0a ± 0,9	92,2a ± 0,6
	E/P _S	40,8a ± 1,8	31,2a ± 1,4	94,9c ± 0,3	93,7ab ± 0,6
'Laura'	0/T ₀	47,4a ± 1,5	32,6a ± 1,4	95,9a ± 0,5	95,2a ± 0,4
	SL/T _S	47,1a ± 1,6	32,6a ± 1,4	96,5a ± 0,3	94,3a ± 0,9
	E/P _S	53,4b ± 1,9	32,0a ± 0,7	98,3b ± 0,3	95,5a ± 0,4

0 – töötlemata seemnekartul (kontrollgrupp); SL – soojalöök; E – eelidandamine; ¹ – statistiliselt usaldusväärset erinevused ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test) / T₀ – untreated, T_S – thermal shock, P_S – pre sprouting; ¹ – means followed by a different lower case letters within each column indicate significant influence ($P < 0,05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test)

Katsetulemuste analüüsil selgus, et termiline töötlemine ei suurendanud ($p > 0,05$) sordil 'Ants' kaubandusliku saagi kogust. Nende mugulate osakaal oli usutavalt ($p < 0,05$) väiksem kahel katseaastal SL-variandil.

Kartulisort 'Laura' andis aastal 2012 usutavalt ($p < 0,05$) suurema kaubanduslike mugulate saagi eelidandatud seemnemugulate variandi kasutamisel, mida oli 6,3 t ha⁻¹ võrra rohkem kui SL-variandil ja 6,0 t ha⁻¹ rohkem kui 0-variandil. Termiline seemnemugulate töötlemine 2013. a ei avaldanud usutavat ($p > 0,05$) mõju sordi 'Laura' kaubanduslikule saagile. Nii nagu sordi 'Ants' puhul, oli kaubanduslike mugulate osakaal 2012. aastal usutavalt ($p < 0,05$) suurem E-variandil, olles 1,8%, võrra suurem kui SL-variandil

ja 2,4%, ($p < 0,05$) suurem kui kontrollvariandis. 2013. aastal ei täheldatud kaubanduslike mugulate osakaalus ($p > 0,05$) variantidevahelisi statistiliselt usutavaid erinevusi.

Tärglis on kõige tähtsam kartuli komponent, mille sisaldus varieerub 8,0–29,4% (Solovjeva, 2004). Agrotehniliste võtete kõrval on oluline roll tärglise moodustumisele mugulates vegetatsiooniperioodi ilmastikul (Eremeev jt, 2001). Tärglisesisaldus oleneb 21% vegetatsiooniperioodi temperatuuride summast, 18% sademete summast, 15% päikesepaiste tundidest ja 7% merepinna kõrgusest (Tartlan, 2005).

Suurim tärglisesisaldus oli sordil 'Ants' E-variandis ($p < 0,05$) ja seda mõlemal katseaastal (tabel 3). Soojalöök ei mõjutanud ($p > 0,05$) mugulate tärglisesisaldust sordil 'Ants' (tabel 3). Üldine tärglisesaak oli 2012. aastal suurem ($p < 0,05$) kui 2013. aastal. Termiline töötlemine ei mõjutanud ($p > 0,05$) mõlemal katseaastal sordi 'Ants' tärglisesaaki (joonis 1). Tein ja Eremeev (2012) järeldasid 2006. ja 2008. aasta katsete põhjal, et tärglisesisaldus on sordiomane tunnus ja seda ei saa termilise töötlemisega mõjutada.

Eelidandamine suurendas usutavalt ($p < 0,05$) 2012. aastal kartulisordi 'Laura' tärglisesisaldust, lisades mugulatesse 0,5% rohkem tärglist kui oli 0- ja SL-variantidel. 2012. aastal SL-variant ei mõjutanud usutavalt ($p > 0,05$) mugulate tärglisesisaldust võrreldes kontrolliga. 2013. aastal ei täheldatud sordil 'Laura' erinevate variantide vahel statistiliselt usutavaid ($p > 0,05$) erinevusi (tabel 3). 2012. aastal suurenes usutavalt ($p < 0,05$) E-variandi tärglisesaak võrreldes SL-variandiga (1,0 t ha⁻¹ võrra) ja võrreldes kontrollgrupiga (0,9 t ha⁻¹ võrra). 2013. aasta katses ei mõjutanud ($p > 0,05$) mugulate termiline eeltöötlemine sordi 'Laura' tärglisesaaki.

Tabel 3. Tärglisesisaldus (%) ja tärglisesaak (t ha⁻¹) sõltuvalt mahapanekueelsest termilisest töötlemisest 2012. ja 2013. aastal (± standardviga)

Table 3. The effect of pre-planting treatment on starch content (%) and starch yield (t ha⁻¹) in 2012 and 2013 (± standard error)

Sort Cultivar	Variant Variant	Tärglisesisaldus (%)		Tärglisesaak (t ha ⁻¹)	
		Starch content (%)		Starch yield (t ha ⁻¹)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	0/T ₀	15,0a ¹ ± 0,1	15,3a ± 0,2	6,2a ± 0,2	5,4a ± 0,2
	SL/T _S	15,4ab ± 0,1	15,5ab ± 0,2	6,7a ± 0,2	5,0a ± 0,2
	E/P _S	15,6b ± 0,2	16,0b ± 0,1	6,7a ± 0,3	5,3a ± 0,2
'Laura'	0/T ₀	13,6a ± 0,1	13,5a ± 0,2	6,7a ± 0,2	4,6a ± 0,2
	SL/T _S	13,6a ± 0,1	13,6a ± 0,2	6,6a ± 0,2	4,7a ± 0,2
	E/P _S	14,1b ± 0,2	13,7a ± 0,2	7,6b ± 0,3	4,6a ± 0,1

0 – töötlemata seemnekartul (kontrollgrupp); SL – soojalöök; E – eelidandamine; ¹ – statistiliselt usaldusväärset erinevused ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test) / T₀ – untreated, T_S – thermal shock, P_S – pre sprouting; ¹ – Means followed by a different lower case letters within each column indicate significant influence ($P < 0,05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test)

Kokkuvõte

2012. aasta tulemustest selgus, et mahapanekueelne kartuliseemnemugulate termiline töötlemine suurendas mugulate arvu taime kohta võrreldes seemnemugulate eelidandamisega mõlemal sordil. Eelidandatud

seemnemugulate mahapanek andis suurema kartulimugulate keskmise massi kui seemnemugulate eeltöötlemine soojalöögi põhimõttel. Seega 2012. a oli eelidandatud kartuli mahapaneku variantidel küll väiksem saak, kuid see eest suuremad mugulad. 2012. ja 2013. aasta katsete tulemustest selgus, et mahapanekueelne töötlemine ei mõjutanud usutavalt sordi 'Ants' kartulisaagikust. Sordil 'Laura' tõstis saagikust seemnemugulate eelidandamine 2013. a vegetatsioonitingimustes. Kaubanduslike mugulate osakaal oli 2012. aastal mõlemal katses olnud kartulisordil seemnemugulate eelidandamise korral suurem. Seega sort 'Ants' puhul võib väita, et soojalöök suurendab mugulate arvu taime kohta ja väheneb mugulate keskmist massi. Tärgklisesaak oli usutavalt suurem sordil 'Laura' 2012. aastal eelidandatud variandil. See tuleneb sellest, et samal variandil oli ka saagikus usutavalt suurem.

Tänuavaldused

Uurimust on toetanud ETF grant nr 8495 projekti toetusel.

Kasutatud kirjandus

- Deckers, J.A., Driessen, P., Nachtergaele, F.O.F., Spaargaren, O. 2002. World reference base for soil resources – in a nutshell. In: Soil Classification 2001 (eds. E. Micheli, F.O. Nachtergaele, R.J.A. Jones, L. Montanarella). – European Soil Bureau Research Report No. 7, EUR 20398 EN, 173–181.
- Eremeev, V., Jõudu, J., Lääniste, P., Lõhmus, A., Makke, A. 2001. Tärgkliserikkamate kartulisortide tärgklisesaagist ja selle kvaliteedist. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised 14, Tartu, 27–31.
- Eremeev, V., Jõudu, J., Lõhmus, A., Lääniste, P., Makke, A. 2003. The effect of preplanting treatment of seed tubers on potato yield formation. – *Agronomy Research*, 2 (2), 115–122.
- Eremeev, V. 2007. The influence of thermal shock and pre-sprouting on formation of yield structure elements in seed potatoes. – Doctoral Thesis, Eesti Maaülikool, Tartu, 126 pp.
- Eremeev, V., Lõhmus, A., Lääniste, P., Jõudu, J., Talgre, L., Lauringson, E. 2008a. The influence of thermal shock and pre-sprouting of seed potatoes on formation of some yield structure elements. – *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 58 (1), 35–42.
- Eremeev, V., Jõudu, J., Lääniste, P., Mäeorg, E., Selge, A., Tsahkna, A., Noormets, M. 2008b. Influence of thermal shock and pre-sprouting of seed potatoes on formation of tuber yield. – *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6 (1), 105–113.
- Eremeev, V., Lääniste, P., Mäeorg, E., Jõudu, J. 2008c. Mugulate arvu kujunemise dünaamika sõltuvalt seemnekartuli termilisest töötlemisest. – *Agraarteadus XIX* (2), 3–9.
- Eremeev, V., Keres, I., Tein, B., Lääniste, P., Selge, A., Luik, A. 2009. Effect of different production systems on yield and quality of potato. – *Agronomy Research*, 7, 245–250.
- Eremeev, V., Lääniste, P., Tein, B., Lauk, R., Alaru, M. 2012. Effect of tuber pre-planting treatments and humic preparation on tuber yield and quality. – *ESA12 Abstracts: 12th Congress of the European Society for Agronomy*. Helsinki, Finland, 20–24 August, 2012, 324.
- ESA: Eesti Statistikaamet. www.stat.ee. 2013.
- Hills, F.J., Little, T.M. (eds.) 1972. *Statistical methods in agricultural research* – Davis CA, University of California, USA, 242 pp.
- Jõudu, J. 2002a. Kartuli morfoloogia ja anatoomia. – *Kartulikasvatus* (koostaja J. Jõudu), Tartu, 33–56.
- Jõudu, J. 2002b. Seemnemugulate ettevalmistamine mahapanekuks. – *Kartulikasvatus* (koostaja J. Jõudu), Tartu, 212–226.
- Kalm, Ü., Laansalu, A. 2002. *Eesti maamajandus ja toiduainetööstus*. – Tallinn, 40 lk.
- Koppel, M. 2007. Tänavused kogemused Jõgevalt. – *Maamajandus* (september), 22–25.
- Kuill, T. 2002. Potato growing technology depending of yield usage purpose. In: *Potato cultivating* (ed. J. Jõudu). – Tartu, Estonia, 314–325. (in Estonian)
- Kuldkepp, P., Teesalu, T., Toomsoo, A. 1999. Erinevate orgaaniliste väetiste otsemõjust kartulile. – *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised*, nr 9, 57–60.
- Lääniste, P. 2000. Mehhaaniliste ja keemiliste umbrohutõrjevõtete mõju kartuli umbrohtumusele, saagile, kvaliteedile, omahinnale ning põllu energeetilisele bilansile. – *Magistritöö põllumajandusteaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal*, Tartu, 74 lk.
- Reintam, E., Köster, T. 2006. The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and Soil Taxonomy criteria. – *Geoderma*, 136, 199–209.
- Roinila, P., Väisänen, J., Granstedt, A., Kuntu, S. 2003. Effects of different organic fertilization practices and mineral fertilization on potato quality. – *Biological Agriculture and Horticulture*, 21, 165–194.
- Solovjeva, A.E.: Соловьёва, А.Е. 2004. Биохимические показатели качества овощной продукции. Улучшение качества картофеля и овощей. – *Академия менеджмента и агробизнеса НЗ РФ*. Санкт-Петербург, 10–33.
- Singh, J., McCarthy, O.J., Singh, H., Moughan, P.J. 2008. Low temperature post-harvest storage of New Zealand *Taewa* (Maori potato): Effects on starch physico-chemical and functional characteristics. – *Food Chemistry*, 106, 583–596.
- STATSOFT, 2005. – *Statistica 7.0*. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 pp.
- Struik, P.C. 2006. Trends in agricultural science with special reference to research and development in the potato sector. – *Potato Research*, 49, 5–18.
- Talgre, L., Tein, B., Eremeev, V., Matt, D., Reintam, E., Sanches de Cima, D., Luik, A. 2014. Green manures as winter cover crops enhance soil improvement and weed regulation in crop rotation. – *Reduced Tillage and Green Manures for Sustainable Organic Cropping*

- Systems: June 25–27, 2014, ISARA Lyon, France, 2014, 23.
- Tartlan, L. 2005, Kartuli kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid, Eesti maaviljeluse instituut, Tallinn, 55–62.
- Tein, B., Ereemeev, V. 2011. Eri viljelusviiside mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele. – *Agraarteadus XXII* (1), 40–44.
- Tein, B., Ereemeev, V. 2012. Kartuli mahapanekueelse ettevalmistusviisi mõju hilise kartulisordi 'Anti' tärglisesisaldusele ja tumenemisele. – *Agronomia*, EMÜ Teadustööde kogumik, 81–86.
- Viileberg, K. 1976. Mugulviljad. Põllukultuurid ja nende hindamine. – Tallinn, 107–135.

Effect of thermal shock and pre-sprouting on formation of structural elements of yield

Viacheslav Ereemeev, Berit Tein, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Raido Laes, Kalle Margus, Juhan Jõudu
*Estonian University of Life Sciences,
Institute of Agricultural and Environmental Sciences,
Kreutzwaldi 5, Tartu 51014 Estonia*

Summary

The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Rõhu experimental station of Department of Field Crop and Grassland Husbandry of the Estonian University of Life Sciences. The effect of pre-planting thermal treatments as thermal shock and pre-sprouting on the yield and quality of potato varieties 'Ants' ja 'Laura' was studied.

Thermal shock treatment increased significantly the number of tubers per plant compared to pre-sprouting in 2012 and 2013 with cultivar 'Ants'. Both 'Laura' and 'Ants' had significantly higher average tuber weights when pre-sprouting was used compared to other treatments in 2012. The results of experiments (2012 and 2013) indicated that pre-planting treatments did not have any significant effect on the yield of cultivar 'Ants'. In 2013 the yield of cultivar 'Laura' was significantly increased by pre-sprouting, showing higher number and higher weight of tubers. Therefore, also the share of marketable tubers in the yield of both varieties was higher in pre-sprouted variants in 2012. In 2012 pre-sprouting on cultivar 'Laura' gave also significantly higher starch yield compared to other treatments because the total yield were also the highest that year. Starch contents on cultivar 'Ants' were the highest in both studied years when pre-sprouting was used. The starch yield of cultivar 'Laura' was significantly higher in pre-sprouted variant in 2012. That was due to the significantly higher tuber yield in the same variant.



AMMONIAAGI JA VÄÄVELVESINIKU EMISSIOONIST VEDELSÖNNIKUHOIDLATEST

AMMONIA AND HYDROGEN SULPHIDE EMISSION FROM LIQUID MANURE STORAGE

Allan Kaasik¹, Marek Maasikmets²

¹ Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Eesti

² Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Saabunud: 18.06.2014
Received:
Aktsepteeritud: 03.11.2014
Accepted:
Avaldatud veebis: 04.11.2014
Published online:
Vastutav autor: Allan Kaasik
Corresponding author:
e-mail: allan.kaasik@emu.ee

Keywords: ammonia emission,
hydrogen sulphide emission, liquid
manure, manure storage, cattle

Link: [http://agrt.emu.ee/pdf/
2014_2_kaasik.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_kaasik.pdf)

ABSTRACT. The aim of this study was to determine relationships between ammonia and hydrogen sulphide emissions and the type of manure storage, and correlations between emissions and Estonian climatic conditions. Total ammonia (NH₃) and hydrogen sulphide (H₂S) emissions depend directly on the open area of manure storage. Of ring-shaped manure storage, with permanent roofing (H1, open area 3.9 m²), 2.7 kg NH₃ and 0.02 kg H₂S were emitted per year. Emissions from plastic lagoons (H4, open area 4100 m²) were 920 kg NH₃ and 4.6 kg H₂S per year. Emissions per animal unit (AU) per year from storage H1 were 14.6 g NH₃ and 0.08 g H₂S, and from storage H4 722.8 g NH₃ and 3.65 g H₂S. The emission of pollutants, per m² of open area also depended on the depth of stored manure. The highest emissions were from the ring-shaped uncovered storage systems with high walls (H2), at 1.05 g m⁻² 24h⁻¹. Emissions from ring-shaped uncovered storage with low walls (H3) was 25% smaller, 0.79 g m⁻² 24h⁻¹, and from the manure lagoons (H4) 42% lower, 0.61 g m⁻² 24h⁻¹. However the variation between storage systems was not significant (P > 0.05). Temperature (°C) had the greatest effect on increasing ammonia emission (r = 0.65***). The correlation between temperature and hydrogen sulphide emissions was not significant (r = 0.18). Relative humidity (%) had no effect to ammonia and hydrogen sulphide emission (r = 0.02 and 0.16 respectively).

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Kirjanduse ülevaade

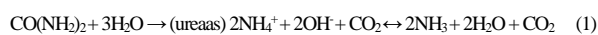
Viimasel kümnendil on Eesti piimakarjakasvatuses toimunud suured muutused. Piimalehmade koguarv on stabiliseerunud ca 100 tuhande isendi juures ning toodang lehma kohta jõudluskontrolli alustes karjades suurenenud 8416 kg-ni (Eesti Jõudluskontrolli aasta-raamat, 2013). Parema geneetilise potentsiaaliga loomade kasutamise ning täpsema ja kvaliteetsema söötmise kõrval on toodangunäitajate suurenemises oma osa ka üleminekul vabapidamisele. Tavapäraselt eeldab loomade vabapidamine üleminekut tahe-sönnikutehnoloogialt vedelsönniku tehnoloogiale v.a sügavallapanul pidamisviisi korral. Vabapidamine sügavallapanul pole Eestis suurtes piimakarjalautades

siiski levinud. Vedelsönnik ladustatakse ja säilitatakse spetsiaalsetes lekkekindlates hoidlates. Vedelsönniku käitlemine ja vegetatsiooni perioodi jooksul kasutamine erineb nii tehniliste lahenduste kui ka ajaliselt tahesönniku kasutamisest. Praegusel ajal on Eesti piimafarmide juures asuvad vedelsönnikuhoidlad lekkekindlad, st saasteainete otsene sattumine pinna- ja põhjavette on välditud, kuid enamuses katmata. Käesoleva uuringu eesmärgiks oli selgitada ammoniaagi, kui ühe peamise loomakasvatusega seonduva saasteaine ja väävelvesiniku lendumise ulatust, selle sõltuvust hoidla konstruktsioonist ning meie kliimatilistest tingimustest.

Inimtegevuse tulemusena paisatakse maailmas atmosfääri hinnanguliselt 47 miljonit tonni ammoniaaki

aastas. Põllumajandusega seostatakse sellest kogusest ligikaudu 94%, millest 68% pärineb loomakasvatusest (Steinfeld jt, 2006). Oenema jt (2007) andmetel toodeti 2000. aastal Euroopa Liidu loomakasvatuses kokku ca 10 400 kt sõnnikulämmastikku. Sellest ca 65% ladustati hoidlatesse ja säilitati mingi perioodi vältel. Keskmine lämmastiku kadu ladustatud sõnnikust ammoniaagi (NH₃), dilämmastikoksiidi (N₂O), lämmastikoksiidi (NO) ja lämmastiku (N₂) emissiooni ning leostumise tulemusena moodustas ca 30%. Seejuures 2/3 lämmastikku lendus ammoniaagi koostises.

Ammoniaagi teke sõnnikus on mikrobioloogiline protsess. Suurem osa ammoniaagist tekib aeroobses keskkonnas peamiselt uriini koostises oleva karbamiidi lagunemise tulemusena ensüüm ureaasi kaasabil (võrrand 1).

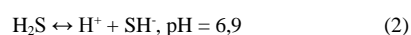


Väävelvesinik tekib samuti mikroobse protsessi tulemusena väävlit sisaldavast orgaanilisest materjalist, eriti proteiinist, kuid anaeroobses keskkonnas. Väävelvesiniku teke võib osutada probleemiks pigem seakasvatuses (Thu, 2002).

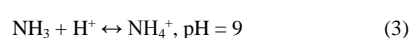
Ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumist mõjutavad paljud väga erinevad tegurid. Kuna tegemist on eeskätt mikrobioloogiliste protsessidega, siis sõltub emissiooni intensiivsus suurel määral keskkonna temperatuurist. Temperatuuri langemisel ammoniaagi teke väheneb või lakkab sootuks (Amon jt, 2007; Ferm jt, 2005; Vaddella jt, 2013; Dinuccio jt, 2008). Seega on saasteainete emissioon külmal aastaajal väiksem (Mathot jt, 2012). Balsari jt (2007) uuringus lendus hoidlas temperatuuril 3,5°C veise vedelsõnniku pinnakihi ruutmeetritl keskmiselt 0,98 g ammoniaaki päevas. Vastav näitaja temperatuuril 27°C oli aga 1,66 g.

Ammoniaak ja väävelvesinik eralduvad välisõhku üldjuhul läga või sõnniku vedelast faasist. Saasteainete üleminek vedelikufaasist gaasifaasi allub Henry seadusele, mille kohaselt on gaasi lahustuvus vedelikus proportsionaalses sõltuvuses gaasi osarõhuga lahuse kohal.

Ammoniaagi ja väävelvesiniku jagunemist vedelfaasi ja gaasifaasi vahel mõjutab põhiliselt temperatuur ja pH. pH suurenedes väheneb väävelvesiniku dissotsiatsioon, kuid samas suureneb ammoniaagi lendumine. Lahuses dissotsieerub väävelvesinik vesinik- (H⁺) ja sulfiidiooniks (SH⁻).



Ammoniaak on lahuses aga nõrk alus, mis saab liita vesinikioone (H⁺) ning moodustada ammooniumioone (NH₄⁺).



Aeroobsetes või anaeroobsetes sõnnikuhoidlates on pH vahemikus 6,5 kuni 8. Madalama pH juures on ca 60% väävelvesinikku dissotsieerumata molekulaarsel kujul, mis võib eralduda gaasifaasi, samas ammoniaak

on dissotsieerunud ja olulist lendumist ei toimu. Kõrgema pH juures lendub ca 10% väävelvesinikku ja ammoniaaki gaasina. Samuti mõjutab pH mikroobse ja ensümaatilise aktiivsuse kaudu mõlema saasteaine tekkeprotsessi (Weast, 1971).

Ammooniumioonide (NH₄⁺) püsivus ja sellest tulevalt ammoniaagi lendumine on seotud keskkonna happelisusega. Kõrgema pH korral (aluselisem keskkond) on tasakaal ammoniaagi ja ammooniumioonide kontsentratsiooni vahel liikunud ammoniaagi tekke suunas, st pH alanedes ammoniaagi emissioon väheneb (Aguerre jt, 2012a; Aguerre jt, 2012b).

Orgaaniliste ja anorgaaniliste väävliühendite redutseerumisel anaeroobses keskkonnas väävlit redutseerivate bakterite poolt tekib sobival tingimustel reeglina väävelvesinik. Shooter (1998) on viidanud oma töös väävelvesiniku oksüdeerimisele ka vääveldioksiidiks (SO₂). Väävelvesiniku emissiooni sõnnikust suurendab happeline keskkond, niiskus, kõrge temperatuur, suur väävliühendite sisaldus toidainetes ja sõnniku pikk säilitamine. Aeroobses keskkonnas tekivad väävelvesiniku asemel mittelenduvad sulfaadid (SO₄²⁻).

Saasteainete emissiooni soodustab intensiivsem õhu liikumine vedelsõnniku pinnakihi kohal (Balsari jt, 2007; Vaddella jt, 2013; Ye jt, 2009).

Sõltuvalt looma- ning allapanu liigist ja kogusest võib katmata vedelsõnnikuhoidla pinnale moodustuda naturaalne koorik, mis samuti vähendab ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumist. Allapanuta sea vedelsõnniku pinnakihi tavaliselt koorikut ei moodustu, kuna tahke ois sadeneb hoidla põhja. Seetõttu on ammoniaagi emissioon seasõnnikust suurem (Dinuccio jt, 2008). Mõningane allapanu, soovitatavalt hekselpõhku, kasutamine soodustab vedelsõnnikule naturaalse kooriku tekkimist. Juhul kui vedelsõnnikut ei segata, algab Aguerre jt (2012a) andmetel kooriku moodustumine 12.–28. päeval pärast sõnniku ladustamist. Seejuures ammoniaagi emissioon on suurim säilitusperioodi esimestel päevadel (Aguerre jt, 2012b).

Materjal ja meetodika

Ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumist mõõdeti aastatel 2010–2012 neljal erinevat tüüpi vedelsõnnikuhoidlal. Sõnnikuhoidlate valikukriteeriumiks oli kõikide peamiste vedelsõnniku hoidlatüüpide esindatus.

Konstruksiooni alusel jagunevad vedelsõnnikuhoidlad nelja tüüpi: a) HDPE kilest laguuntüüpi katmata hoidlad (joonis 1); b) madala seinaga (kuni 4 m) katmata rõngasmahutid (joonis 2); c) kõrge seinaga (üle 4 m) katmata rõngasmahutid ning d) jäiga kattega (katusega) rõngasmahutid.

Rõngasmahutite põhi on valmistatud raudbetoonist, seinte ehituseks võib kasutada nii monteeritavaid raudbetoonpaneele, monoliitset raudbetooni, emailiga kaetud – või roostevabu terasplaate ning ka puitu (Luts, 2006).

Hoidlates ladustati veisesõnnikut. Emissioone mõõdeti vahetult vedelsõnniku pinnakihi, kasutades selleks ujukile paigutatud tuuletunnelit (joonis 5). Gaaside kontsentratsioone mõõdeti tuuletunnelist

stabiilse kiirusega läbipumbatud õhuvoost. Tuuletunneli sissetõmbeventilaator oli varustatud söefiltriga. Söefiltri abil eemaldati tuuletunnelisse suunatavast õhust ammoniaagi ja väävelvesiniku molekulid.



Joonis 1. HDPE kilest laguuntüüpi hoidla (foto A. Nõmmeots)
Figure 1. Lagoon type manure storage (photo A. Nõmmeots)

Vedelsõnnikuhoidlate parameetrid on toodud tabelis 1. Kasutatud aparatuuri ja seadmete loend ning kirjeldus on toodud tabelis 2. Mõõtmised viidi läbi üks kord kuus kõikidel tabelis 1 nimetatud hoidlatel.



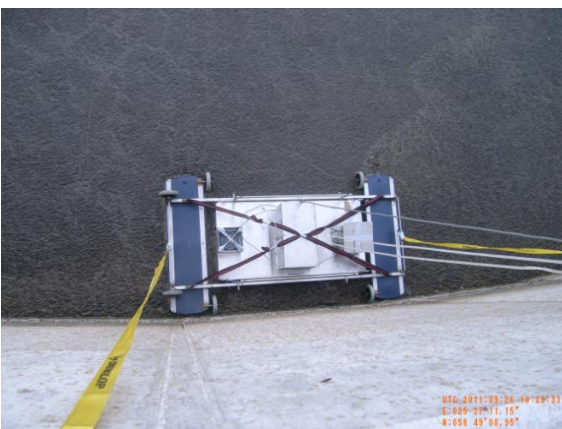
Joonis 2. Madala seinaga (kuni 4 m) rõngasmahuti (foto A. Nõmmeots)
Figure 2. Ring shaped manure storage with low wall (to 4 m)(photo A. Nõmmeots)



Joonis 3. Kõrge seinaga (üle 4 m) rõngasmahuti (foto A. Nõmmeots)
Figure 3. Ring shaped manure storage with roofing (photo A. Nõmmeots)



Joonis 4. Jäiga kattega rõngasmahuti (foto A. Nõmmeots)
Figure 4. Ring shaped manure storage with permanent high wall (to 4 m) (photo A. Nõmmeots)



Joonis 5. Vedelsõnnikuhoidlale paigutatud tuuletunnel (foto M. Maasikmets)
Figure 5. Wind tunnel placed in liquid manure storage (photo M. Maasikmets)

Hoidlatelt saadi emissioone iseloomustavad andmeid kahe aasta lõikes. Ühe mõõteperioodi pikkuseks kujunes keskmiselt 18 tundi, tulenevalt peamise gaasi-analüsaatori (Dräger X-am 7000) akude vastupidavusest. Andmed, milleks olid gaaside kontsentratsioon (ppm), õhu temperatuur ($^{\circ}\text{C}$) ja -relatiivne niiskus (%), fikseeriti 1 minutilise intervalliga.

Perioodil, kus õhutemperatuur oli pidevalt alla 0°C või hoidlate pind oli kaetud jää- ja/või lumekihiga emissioone ei mõõdetud, kuna ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumine oli madala temperatuuri tõttu minimaalne st gaaside kontsentratsioon oli väiksem kui aparatuuride tundlikkus.

Tabel 1. Vedelsõnnikuhooldate parameetrid
Table 1. Characteristics of liquid manure storages

Nr No	Sõnnikuhooldla tüüp / tähis Type of manure storage / sign	Avatud pindala Open area m ²	Loomade arv Number of animals		Piimatoodang kg/lehm/aasta Milk production kg/cow/year	
			2010	2011	2010	2011
1	Betoonkatusega rõngasmahuti ¹ / H1 Ring shaped storage with permanent roofing ¹ / H1	3,9	Lehmad: 131 Cows Mullikad: 80 Heifers Vasikad: 40 Calves	Lehmad: 128 Cows Mullikad: 74 Heifers Vasikad: 35 Calves	8612	8761
2	Kõrge seinaga (üle 4 m) betoonelementidest katmata rõngasmahuti / H2 Ring shaped not covered storage with high wall (over 4 m) / H2	1047	Lehmad: 523 Cows	Lehmad: 524 Cows	10 495	10 502
3	Madala seinaga (kuni 4 m) betoonelementidest katmata rõngasmahuti (2 tk) / H3 Ring shaped not covered storage with low wall (to 4 m) / H3	2287	Lehmad: 670 Cows	Lehmad: 672 Cows	10 495	10 502
4	Kilematerjalist laguuntüüpi katmata hoidla / H4 Lagoon type not covered storage / H4	4100	Lehmad: 1117 Cows	Lehmad: 1121 Cows	11 013	11 076

¹ Hoidlasse koguti kõikide vanuserühmade sõnnik. Ülejäänud testfarmides ladustati vedelsõnniku hooldlatesse ainult piimalehmadelt pärinev sõnnik.

¹ To the storage was collected manure of all age groups. In other test farms was collected only dairy cows manure.

Tabel 2. Kasutatud aparatuur
Table 2. Used equipment

Nr No	Nimetus Designation	Mõõdetav gaas / näitaja Measurable gas / indicator	Kirjeldus Description
1	Tuuletunnel Wind tunnel	–	Pindala 0,5 m ² , õhu läbivoolu kiirus 6 m ³ h ⁻¹ , maht 0,075 m ³ Area 0,5 m ² , air throat speed 6 m ³ h ⁻¹ , volume 0,075 m ³
2	Dräger X-am 7000	NH ₃ ; H ₂ S	(Dräger Safety GmbH) Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade. Elektrokeemiline NH ₃ analüsaator, mõõtepiirkond 1–200 ppm; elektrokeemiline H ₂ S analüsaator, mõõtepiirkond 1–20 ppm. (Dräger Safety GmbH) Measuring device with data logger. Electrochemical NH ₃ analyser, measuring range 1–200 ppm; electrochemical H ₂ S analyser, measuring range 1–20 ppm.
3	Jerome 631-x	H ₂ S	Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade, mõõtepiirkond 0,003–50 ppm. Measuring device with data logger. Measuring range 0,003–50 ppm.
4	Rotronic HygroLog	Temperatuur; õhu niiskus Air temperature and relative humidity	(Rotronic AG) Andmete salvestusseadmega varustatud mõõteseade. (Rotronic AG) Measuring device with data logger.

Pindalaühikult (m²) lendunud gaaside kogused leiti järgmise võrrandi abil:

$$Q = c \cdot V_m / S, \text{ kus} \quad (4)$$

Q – lendunud gaasi kogus, mg m² s / Gas emitted, mg m²;

c – gaasi kontsentratsioon tuuletunnelist väljuvas õhuvoos, mg m⁻³
Gas concentration in air stream in outlet of wind tunnel, mg m⁻³;

V_m – õhu liikumise kiirus tuuletunnelis, m³ s / Air velocity in wind tunnel, m³ s;

S – tuuletunneli pindala, m² / Surface area of wind tunnel, m².

Andmete statistilisel analüüsil kasutati MS Excel ja SAS tarkvara. Korrelatsioonide leidmiseks rakendati Pearson'i korrelatsioonikoefitsientide meetodikat (SAS, 2002). Seoste statistiline olulisus väljendati: p < 0,05*; p < 0,01** ja p < 0,001***.

Tulemused ja diskussioon

Tabelis 3 on toodud ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumist iseloomustavad keskmised näitajad hooldate lõikes. Sõltumata mõõteperioodist nähtub tabelist, et nii gaaside kontsentratsioon (ppm) kui ka lendumine avatud pindalaühiku (m²) kohta kujunes suurimaks betoonkatusega rõngasmahuti (H1) ning väiksemaks kilematerjalist laguuntüüpi hoidla (H4) puhul.

Ammoniaaki lendus kahe aasta keskmisena hooldlast H1 1,91 g; hooldlast H2 1,05 g; hooldlast H3 0,79 g ning hooldlast H4 vastavalt 0,61 g m² 24h⁻¹. Lendunud ammoniaagi kogused on hästi võrreldavad Balsari jt (2007) ning Misselbrook jt (2000) sarnase meetodikaga läbiiviidud uuringu tulemustega, milles mõõdeti muuhulgas ka ammoniaagi emissiooni veise vedelsõnniku pinnakihilt. Nimetatud uuringus oli õhu liikumise keskmine kiirus vedelsõnniku pinnakihi kohal 0,5 m/s ning ammoniaaki lendus sõltuvalt temperatuurist 0,98–1,66 g m² 24h⁻¹.

Kuna ammoniaak tekib sõnnikus mikroobide elutegevuse tulemusena, siis sõltub protsessi intensiivsus keskkonna (välisõhu) temperatuurist. Kõrgema temperatuuri korral emissioon reeglina intensiivistub. Joonisel 6 on esitatud ammoniaagi kontsentratsiooni (ppm) sõltuvus mõõteküü temperatuurist hooldate keskmisena (r = 0,65***; regressioonivõrrand vastavalt: x = 1,874 + 0,392y, kus x – NH₃, ppm ning y – temperatuur, °C). Statistiliselt usaldusväärne seos keskkonna relatiivse niiskuse (%) ning ammoniaagi emissiooni intensiivsuse vahel puudub (r = 0,02). Sarnaselt ammoniaagiga on ka väävelvesiniku teke seotud mikroobide elutegevusega.

Tabel 3. Ammoniaagi ja väävelvesiniku lendumine sõnnikuhoidlatest
Table 3. Ammonia and hydrogen sulphide emission from manure storage

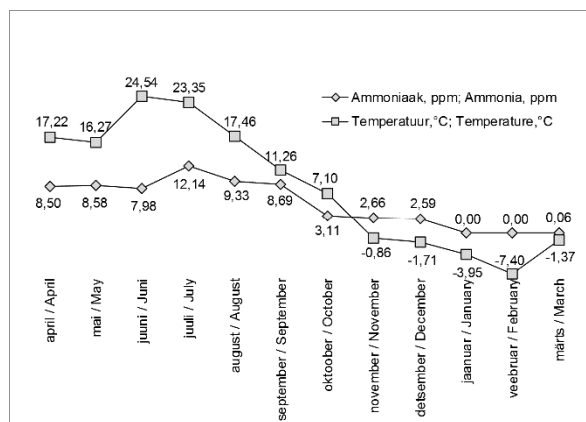
Hoidla Storage	Periood Period	Keskmine kontsentratsioon Average concentration, ppm		Temp, °C	Suhteline niiskus, % RH, %	Emissioonid, g m ⁻² 24h ⁻¹ Emissions, g m ⁻² 24h ⁻¹	
		NH ₃	H ₂ S			NH ₃	H ₂ S
H1	2010/2011	8,28	0,033	9,3	84,9	1,79	0,014
	2011/2012	9,43	0,018	7,1	77,4	2,04	0,008
	Keskmine Average	8,85	0,026	8,2	81,2	1,91	0,011
H2	2010/2011	3,80	0,008	7,7	61,2	0,82	0,003
	2011/2012	5,92	0,013	7,3	75,4	1,28	0,005
	Keskmine Average	4,86	0,010	7,5	68,3	1,05	0,004
H3	2010/2011	2,68	0,007	7,3	77,8	0,58	0,003
	2011/2012	4,65	0,008	8,2	78,5	1,01	0,004
	Keskmine Average	3,67	0,008	7,7	78,1	0,79	0,003
H4	2010/2011	2,29	0,010	6,8	82,3	0,49	0,004
	2011/2012	3,40	0,005	8,3	79,0	0,73	0,002
	Keskmine Average	2,85	0,007	7,5	80,7	0,61	0,003

H1 – Betoonkatusega rõngasmahuti, H2 – Kõrge seinaga (üle 4 m) betoonelementidest katmata rõngasmahuti, H3 – Madala seinaga (kuni 4 m) betoonelementidest katmata rõngasmahuti, H4 – Kilematerjalist laguuntüüpi katmata hoidla

H1 – Ring shaped storage with permanent roofing, H2 – Ring shaped not covered storage with high wall (over 4 m), H3 – Ring shaped not covered storage with low wall (to 4 m), H4 – Lagoon type not covered storage.

Kui ammoniaagi lendumine sõltub otseselt keskkonna temperatuurist, siis väävelvesiniku (joonis 7) puhul sellist korrelatsiooni ei leitud ($r = 0,18$).

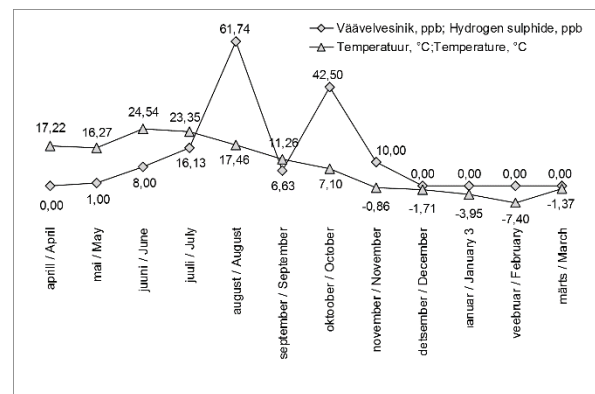
Samuti puudub seos keskkonna relatiivse niiskuse ning väävelvesiniku kontsentratsiooni vahel ($r = 0,16$).



Joonis 6. Ammoniaagi kontsentratsiooni ning õhu temperatuuri vaheline seos

Figure 6. Relationship between ammonia concentration and air temperature

Mõõtmistulemuste põhjal võib järeldada, et ammoniaagi emissioon avatud hoidla pindalaühiku kohta sõltub hoidla sügavusest. Mingi kogus ammoniaaki tekib ka anaeroobses keskkonnas hoidla pinnakihi all, mis lendub koos pinnakihi aeroobses keskkonnas moodustunud ammoniaagiga.



Joonis 7. Väävelvesiniku kontsentratsiooni ning õhu temperatuuri vaheline seos

Figure 7. Relationship between hydrogen sulphide concentration and air temperature

Seetõttu paksema sõnnikukihi (sügavama hoidla) puhul on pindalaühikult lenduva saasteaine kogus suurem. Võrreldes omavahel mõõtmistulemusi, nähtub, et kõrge seinaga hoidla (H2) pindalaühikult lenduva ammoniaagi kogus on suurim (1,05 g m⁻²). Madala seinaga hoidlas (H3) on see 25% (0,79 g m⁻²) ning laguuntüüpi hoidlas (H4) 42% (0,61 g m⁻²) väiksem. Statistiliselt oluline erinevus hoidlatüüpide vahel pindalaühikult lendunud ammoniaagi koguste lõikes siiski puudub ($p > 0,05$). Suletud (kaetud) hoidla (H1) puhul sõnnikukihi paksus saasteainete emissioonile otsesest mõju ei avalda.

Tabel 4. Ammoniaagi ja väävelvesiniku summaarse emissiooni ja hoidla tüübi vaheline seos
Table 4. Correlation between total emission of ammonia and hydrogen sulphide with type of manure storage

Hoidla Storage	Periood Period	Emissioonid/Emissions			
		kg kokku ⁻¹ aasta ⁻¹ / kg total ⁻¹ year ⁻¹		g LÜ ⁻¹ aasta ⁻¹ / g AU ⁻¹ year ⁻¹	
		NH ₃	H ₂ S	NH ₃	H ₂ S
H1	2010/2011	2,5	0,02	13,5	0,11
	2011/2012	2,9	0,01	15,7	0,06
	Keskmine/Average	2,7	0,02	14,6	0,08
H2	2010/2011	314	1,26	483,5	1,94
	2011/2012	489	2,10	751,5	3,23
	Keskmine/Average	401 ^a	1,68 ^b	617,5	2,59
H3	2010/2011	444	2,43	545,5	2,99
	2011/2012	839	2,95	1027,7	3,61
	Keskmine/Average	642 ^a	2,69 ^b	786,6	3,30
H4	2010/2011	740	6,34	585,0	5,01
	2011/2012	1099	2,94	860,6	2,30
	Keskmine/Average	920 ^a	4,64 ^b	722,8	3,65

^a ammoniaagi koguemissiooni erinevus võrreldes hoidlaga H1 on statistiliselt oluline ($p < 0,01$). Hoidlate H2, H3 ja H4 koguemissioonide vahel statistiliselt oluline erinevus puudus / difference between total emission of ammonia from storages H2, H3 and H4 are not significant ($P < 0,01$). Differences of total emission of ammonia from storages H2, H3 and H4 are not significant

^b väävelvesiniku koguemissiooni erinevus võrreldes hoidlaga H1 on statistiliselt oluline ($p < 0,05$). Hoidlate H2, H3 ja H4 koguemissioonide vahel statistiliselt oluline erinevus puudus / difference between total emission of hydrogen sulphide comparing with storage H1 is significant ($P < 0,05$). Differences of total emission of hydrogen sulphide from storages H2, H3 and H4 are not significant

Vaatamata sellele, et sügavama vedelsõnnikuhoidla puhul lendub pindalaühiku kohta rohkem saasteaineid, on aasta keskmine koguemissioon otseses sõltuvuses hoidla avatud pindalast. Mida suurema avatud pindalaga hoidla, seda suurem on vahetult välisõhuga kokkupuutuva vedelsõnniku pind ning seda rohkem saasteaineid atmosfääri satub. Aasta keskmisena lendus hoidlast H1 2,7 kg, hoidlast H2 401 kg, hoidlast H3 642 kg ja hoidlast H4 920 kg ammoniaaki. Väävelvesiniku vastavad näitajad olid 0,02; 1,68; 2,69 ja 4,64 kg. Tabelis 4 on esitatud ammoniaagi ja väävelvesiniku summaarse emissiooni ja hoidla tüübi vaheline seos.

Vedelsõnnikuhoidlate erinevuse paremaks väljatoomiseks ning emissioonide omavaheliseks võrdlemiseks on tabelis 4 esitatud saasteainete emissioon ka loomühiku kohta (Kaasik, 2013). Nähtub, et keskmine ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon aastas on väiksem hoidlas H1 (vastavalt 14,6 ja 0,08 g LÜ⁻¹) ning suurim hoidlatest H3 (vastavalt 786,6 ja 3,30 g LÜ⁻¹) ning H4 (vastavalt 722,8 ja 3,65 g LÜ⁻¹).

Järeldused

1. Ammoniaagi ja väävelvesiniku emissioon vedelsõnnikuhoidlatest sõltub otseselt välisõhuga kokkupuutuva sõnniku pindalast. Mida suurem see on, seda rohkem saasteaineid aasta keskmisena lendub. Mõõtmistulemuste põhjal selgus, et betoonkatusega hoidlast (H1, avatud pindala 3,9 m²) lendus aasta keskmisena 2,7 kg ammoniaaki ning 0,02 kg väävelvesiniku, seevastu laguuntüüpi hoidlast (H4, avatud pindala 4100 m²) olid vastavad näitajad 920 ja 4,64 kg. Arvutatuna loomühiku kohta vastavalt 14,6 ja 0,08 ning 722,8 ja 3,65 g.

2. Saasteainete emissiooni vedelsõnnikuhoidla pindalaühikult (m²) mõjutab hoidla sügavus. Sügavama hoidla puhul lendub m² kohta mõnevõrra rohkem gaase.

Kõrge seinaga hoidla (H2) pindalaühikult lenduva ammoniaagi kogus oli suurim (1,05 g m⁻² 24h⁻¹). Madala seinaga hoidlas (H3) oli see 25% (0,79 g m⁻² 24h⁻¹) ning laguuntüüpi hoidlas (H4) 42 % (0,61 g m⁻² 24h⁻¹) väiksem. Statistiliselt oluline erinevus hoidlatüüpide vahel siiski puudus ($p > 0,05$).

3. Keskkonnateguritest mõjutas temperatuur eeskätt ammoniaagi emissiooni ($r = 0,65^{***}$). Statistiliselt usutav seos keskkonna relatiivse niiskuse ja ammoniaagi lendumise vahel puudus ($r = 0,02$). Kui ammoniaagi lendumine sõltub otseselt keskkonna temperatuurist, siis väävelvesiniku puhul sellist korrelatsiooni ei leitud ($r = 0,18$). Samuti puudus korrelatiivne seos keskkonna relatiivse niiskuse, ning väävelvesiniku emissiooni vahel ($r = 0,16$).

Tänuavaldus

Uurimistööd finantseeris Keskkonnainvesteeringute Keskus (leping nr. 10-10-1/583).

Ammonia and hydrogen sulphide emission from liquid manure storages

Allan Kaasik¹, Marek Maasikmets²
¹ Estonian University of Life Sciences,
 Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
 F.R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia
² Estonian Environmental Research Centre

Summary

Most Estonian dairy herds are kept in loose housing using liquid manure technology. There are four types of manure storage: plastic lagoons without cover; ring-shaped uncovered storage with low walls (up to 4 m); ring-shaped uncovered storage with high walls (over 4 m) and ring-shaped storage with permanent roofing. The aim of this study was to determine relationships

between ammonia and hydrogen sulphide emissions and the type of manure storage, and correlations between emissions and Estonian climatic conditions. Ammonia and hydrogen sulphide emissions were measured once per month during year 2010 to 2012. Cattle manure was stored. The wind tunnel method was used to measure the emissions. Total ammonia (NH₃) and hydrogen sulphide (H₂S) emissions depend directly on the open area of manure storage. Of ring-shaped manure storage, with permanent roofing (H1, open area 3.9 m²), 2.7 kg NH₃ and 0.02 kg H₂S were emitted per year. Emissions from plastic lagoons (H4, open area 4100 m²) were 920 kg NH₃ and 4.6 kg H₂S per year. Emissions per animal unit (AU) per year from storage H1 were 14.6 g NH₃ and 0.08 g H₂S, and from storage H4 722.8 g NH₃ and 3.65 g H₂S. The emission of pollutants, per m² of open area also depended on the depth of stored manure. The highest emissions were from the ring-shaped uncovered storage systems with high walls (H2), at 1.05 g m⁻² 24h⁻¹. Emissions from ring-shaped uncovered storage with low walls (H3) was 25% smaller, 0.79 g m⁻² 24h⁻¹, and from the manure lagoons (H4) 42% lower, 0.61 g m⁻² 24h⁻¹. However the variation between storage systems was not significant ($P > 0.05$). Temperature (°C) had the greatest effect on increasing ammonia emission ($r = 0.65^{***}$). The correlation between temperature and hydrogen sulphide emissions was not significant ($r = 0.18$). Relative humidity (%) had no effect to ammonia and hydrogen sulphide emission ($r = 0.02$ and 0.16 respectively).

Kasutatud kirjandus

- Aguerre, M.J., Wattiaux, M.A., Hunt, T., Lobos, N.E. 2012a. Effect of nitrogen content and additional straw on changes in chemical composition, volatile losses, and ammonia emissions from dairy manure during long-term storage. – *J. Dairy Sci.* 95, 3454–3466.
- Aguerre, M.J., Wattiaux, M.A., Powell, J.M. 2012b. Emissions of ammonia, nitrous oxide, methane, and carbon dioxide during storage of dairy cow manure as affected by dietary forage-to-concentrate ratio and crust formation. – *J. Dairy Sci.* 95, 7409–7416.
- Amon, B., Kryvoruchko, V., Fröhlich, M., Amon, T., Pöllinger, A., Mösenbacher, I., Hausleitner A. 2007. NH₃ and GHG emissions from a straw flow system for fattening pigs. In: *Ammonia emissions in agriculture* (Eds. G.J. Monteny, E. Hartung), Wageningen Academic Publishers, 403 pp.
- Balsari, P., Airolidi, G., Dinuccio, E., Gioelli, F. 2007. Ammonia emissions from manure heaps and slurry stores – effect of environmental conditions and measuring methods. – *Biosystems Engineering* 97, 456–463.
- Dinuccio, E., Berg W., Balsari, P. 2008. Gaseous emissions from the storage of untreated slurries and the fractions obtained after mechanical separation – *Atmospheric Environment* 42, 2448–2459.
- Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2013 – https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2013.pdf
- Ferm, M., Marcinkowski, T., Kieronczyk, M., Pietrzak, S. 2005. Measurements of ammonia emissions from manure storing and spreading stages in Polish commercial farms – *Atmospheric Environment* 39, 7106–7113.
- Luts, V. (toimetaja) 2006. Sõnnikuhoidlate ehitamine, Jäned – http://www.agri.ee/public/juurkataloog/TRUKISED/sonnikuhoidla_loplik.pdf
- Kaasik, A. (toimetaja) 2013. Saastuse kompleksne vältimine ja kontroll. Parim võimalik tehnika veiste intensiivkasvatases. – http://www.ippc.envir.ee/docs/PVT/Uuendused/PVT_tooversioon_30_11_2013.pdf
- Mathot, M., Decruyenaere, V., Stilmant, D., Lambert, R. 2012. Effect of cattle diet and manure storage conditions on carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions from tie-stall barns and stored solid manure – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 148, 134–144.
- Misselbrook, T.H., Van Der Weerden, T.J., Pain, B.F., Jarvis, S.C., Chambers, B.J., Smith, K.A., Phillips, V.R., Demmers, T.G.M. 2000. Ammonia emission factors for UK agriculture – *Atmospheric Environment* 34, 871–900.
- Oenema, O., Oudendag, D., Velthof, G.L. 2007. Nutrient losses from manure management in the European Union. – *Livestock Science* 112, 261–272.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS Online Doc, Version 9.1, NC, SAS Ins. Inc.
- Shooter, D. 1998. Sources and sinks of oceanic hydrogen sulfide – an overview. – *Atmospheric Environment* 33, 3467–3472.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow, environmental issues and options*, FAO – <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>
- Thu, K.M. 2002. Public health concerns for neighbours of large-scale swine production operations – *J. Agr. Safety Health* 8, 2, 175–184.
- Vaddella, V.K., Ndegwa, P.M., Ullman, J.L., Jiang, A. 2013. Mass transfer coefficients of ammonia for liquid dairy manure – *Atmospheric Environment* 66, 107–113.
- Weast, R.C., 1971. *Handbook of Chemistry and Physics*. – The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 2042 pp.
- Ye, Z., Zhang, G., Seo, I.-H., Kai, P., Saha, C.K., Wang, C., Li, B. 2009. Airflow characteristics at the surface of manure in a storage pit affected by ventilation rate, floor slat opening, and headspace height. – *Biosystems Engineering* 104, 97–105.



ISOLATION OF *EIMERIA* OOCYSTS FROM SOIL SAMPLES: A SIMPLE METHOD DESCRIBED IN DETAIL

Brian Lassen, Triin Lepik

Estonian University of Life Sciences, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences,
Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu, Estonia

Saabunud: 19.05.2014
Received:
Aktsepteeritud: 11.09.2014
Accepted:

Avaldatud veebis: 30.09.2014
Published online:

Vastutav autor: Brian Lassen
Corresponding author:
e-mail: brian.lassen@emu.ee

Keywords: *Eimeria*, soil, diagnosis, contamination, flotation, method

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_lassen.pdf

ABSTRACT. Molecular methods are currently available to detect parasitic DNA in soil, but do not replace the need for direct parasitological methods that can identify the extent of contamination. This report describes an inexpensive and fast flotation method for retrieving *Eimeria* oocysts from soil that requires few tools. Soil samples were experimentally contaminated with 50,000 *E. bovis* oocysts and compared with soil-free controls. A separate experiment tested the effect of mechanical stress by shaking the soil and oocyst mix 0, 1, 5, and 10 times before attempting to retrieve the oocysts. The percentage of oocysts retrieved using the flotation method was 22%, which was similar to the results obtained with previously described, more labour-intensive methods. The presence of soil reduced the percentage of oocysts that could be retrieved by 23%. A single shake of the oocysts and soil mixture was sufficient to significantly reduce the recoverable proportion of oocysts. The results indicated that the developed simple method can be applied to recover oocysts, and that gentle handling of soil samples prior to oocyst isolation is important.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Introduction

Many parasites relevant to humans, wildlife, and domesticated animals are shed in faeces and spend a large proportion of their existence in the environment. During the biological breakdown of the faecal pat and exposure to rain and insects, the parasites can become mixed into the soil. From the soil, the environmentally resistant stages of the parasite (eggs, cysts, and oocysts) can enter hosts that ingest the soil, drink from water sources that are in contact with the soil, or eat vegetation growing in the soil. Although the soil phase is crucial for many animal parasites, the presence and persistence of these in soil, and particularly for bovine species of *Eimeria*, has not been studied in great detail. Without this knowledge, the ability to evaluate environmental risks, and thus plan prevention, is limited.

A major limitation to the progress of research in parasite ecology in soil has been the lack of sensitive quantitative methods. Molecular methods exist to detect DNA of parasites in the soil (Durant *et al.*, 2011; Lélou *et al.*, 2011; Koken *et al.*, 2013; Tavalla *et al.*, 2013), but are expensive, laborious, or offer only an indirect method of quantifying the presence of parasites. Such methods are not yet able to evaluate the ability of a parasite egg or oocyst to develop to an

infective stage. Molecular methods thus do not yet offer a practical alternative to isolation of the parasite directly from the soil. The development of methods for the collection of data on environmental contamination with parasites is therefore needed (Lélou *et al.*, 2011). Oocysts can be difficult to detect and are more fragile than the larger and more robust parasite eggs. Many existing flotation methods are complicated and time consuming, require special tools and reagents, and have had only moderate success in quantifying oocysts in soil (Jenkins *et al.*, 2002; Kato *et al.*, 2002; Ramirez, Sreevatsan, 2006; Lélou *et al.*, 2011). A search for a specific protocol for isolating *Eimeria* oocysts from soil in the available literature was unsuccessful. The isolation of *Eimeria bovis* oocysts from soil was first attempted using a protocol for retrieving nematode eggs from soil (Mejer *et al.*, 2000) but there were substantial losses in the recovery during sieving and centrifugation steps were observed. As a consequence a method was devised with satisfactory analytical sensitivity which would also be simple, inexpensive, fast, and require no special equipment besides a microscope. Previously the method was applied to demonstrate that species of *Eimeria* do survive natural climate conditions in the soil where bovine faecal pats

have previously been deposited (Lassen *et al.*, 2014). Other studies have shown that feeding or providing water for cattle from sources in contact with possibly contaminated soil increase the risks of acquiring *Eimeria* infections (Svensson, 1997; Rehman *et al.*, 2012). In this article, a new recovery method is described in detail and the effect of gentleness of handling on the recovery of *E. bovis* is assessed.

Methods

The first experiment (efficacy of oocyst isolation by gentle flotation from soil) and the second experiment (the effect of non-gentle handling) were carried out by two different persons.

Soil material. The soil was collected in Estonia (58°19'18.05"N, 26°49'20.79"E). The agricultural area had not been in use for three years and had no record of grazing by livestock. Larger roots and rocks were removed and the remaining soil was dried at 70°C for 5 days. The dried soil was analysed and estimated to be sandy soil (80.62% sand, 12.31% silt, 7.07% clay, and 0.96% organic carbon).

Oocysts. The *Eimeria bovis* oocysts used in the experiment were a German isolate (LE-10-E, Institute of Parasitology, University of Leipzig, Germany). The oocysts were isolated in April 2010 from calf faeces, as previously described (Lassen *et al.*, 2013). A haemocytometer (Bright-Line, Hausser Scientific, USA) was used to determine the concentration of oocysts in solutions, and dilutions were made using tap water.

Gentle flotation from soil. Soil was added to 50 ml syringes (Nipro Syringe Catheter Tip 50 ml, NIPRO Europe, Poland) in 10.04 g (± 0.09 STDV) aliquots before spiking each with 50,000 12-month-old *E. bovis* oocysts suspended in 1 ml of tap water. The oocysts were left for 30 min at room temperature before recovering them as described in Figure 1. The volume of the sugar-salt flotation liquid (specific gravity = 1.24) collected from the syringe (step 11, Figure 1) was recorded as the volume of dilution (Vd) before mixing and adding to a flotation chamber constructed with microscope slides as designed by Henriksen and Korsholm (1984). The chambers are illustrated in Figure 2. After 5 min, sufficient time to allow oocysts to float, three vertical rows were examined at $\times 200$ magnification ($V_r = 0.0648$ ml) and the oocysts were counted. The calculation of different volumes is described in Figure 2 for both the constructed chamber used and McMaster chambers. The total oocyst count was calculated as $V_d \times (N / V_r)$, where N is the number of oocysts, Vd is the volume of sugar-salt flotation liquid collected from the syringe, and Vr is the examined volume of the reading chamber. The experiment was carried out with twenty repetitions.

The calculations used for determining oocyst counts from wet soil have been previously described by Lassen *et al.* (2013). Four negative controls were included in the experiment.

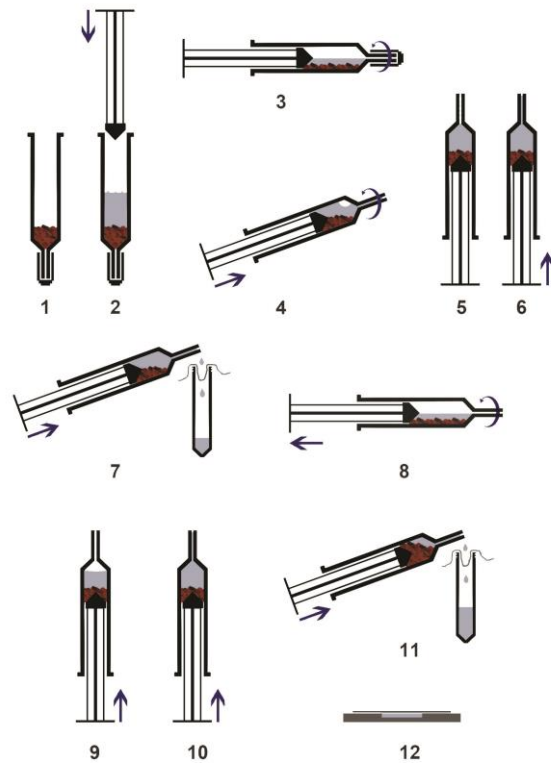


Figure 1. Gentle flotation method for recovering oocysts from soil: 1) First, position a 50 ml syringe vertically and securely with the tip cap on, and then weigh 10 g of soil in the syringe. 2) Add 20 ml of sugar-salt flotation liquid into the barrel and insert the plunger. 3) Rotate the syringe so that the tip now points upwards. Remove the cap to release pressure, and push the plunger halfway in (use another needle to press down any soil stuck in the needle, or tap gently by flicking with a finger against the tip). Replace the cap, and then position the syringe horizontally and rotate slowly at 5 minute intervals for 30 min. 4) Move the syringe carefully to a 45 degree angle. Remove the cap and press the liquid to the tip. An air bubble should be present in the upper corner of the syringe. Rotate the syringe at 45 degrees using the air bubble to push oocysts around along the narrowing edge of the syringe. 5) Raise the syringe vertically allowing the bubble and possible oocysts to be moved up the tip by the bubble. 6) Press liquid to the tip and wait 15 minutes for oocysts to float. 7) Press approximately 3 ml into a 14 ml tube through a piece of gauze. 8) Retract the plunger half-way and rotate the syringe slowly to dispense the soil. 9) Raise the syringe tip upwards and push the plunger back such that the liquid is just below the entrance to the tip and wait 15 minutes. 10) Press the plunger so that the liquid stops at the tip and wait 5 minutes. 11) Press 3–5 ml of the remaining liquid into the same 14 ml tube through a piece of gauze, as in step 7 (avoid pressing soil through). 12) Note the volume of liquid in the 14 ml tube. Mix the liquid with a plastic pipette and transfer to a reading chamber. Wait 5 minutes before reading to allow the oocysts to float.

The loss of detection of oocysts that could be attributed to the presence of soil was evaluated by comparison with soil-free controls: 10 ml of flotation liquid and 50,000 *E. bovis* oocysts were added to the 50 ml syringes ($N = 10$), and were processed similarly to and simultaneously with samples containing soil.

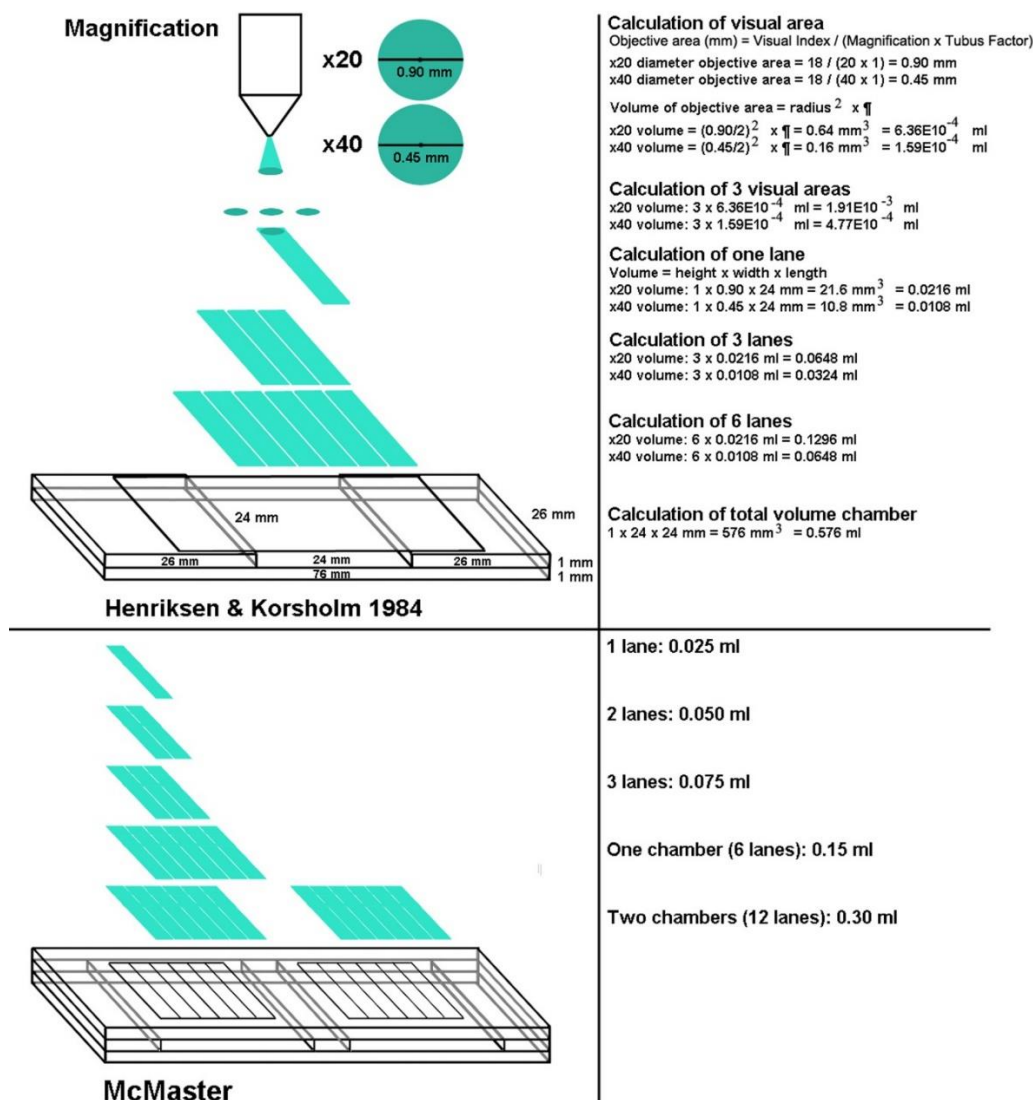


Figure 2. Calculation of the volume examined. Microscope settings and dimensions of the reading chamber are shown

Effect of non-gentle handling. Soil samples were spiked with 17-month-old oocysts at the time of the experiment, using a protocol identical to that described above. At step 3 (Figure 1), the tube was shaken hard 0, 1, 5, or 10 times. Following this step, the protocol was followed as described. Ten repetitions were made for each group.

Statistical methods. Comparison of recovered oocysts in tubes with or without soil, as well as differences between 0 and 1, 5, or 10 shakes, were compared using the Student's t-test. The differences between the groups were examined using the chi-square test. R version 3.0.2. (The R Foundation for Statistical Computing) was used for statistical computations.

Results

Recovery of oocysts with and without soil. In the tubes without soil, 23,109 ± 4,842.7 (45.1 ± 5.9%, 95% CL) oocysts were recovered from the original spiked oocysts.

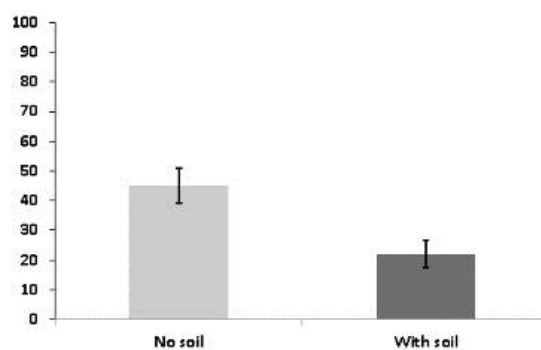


Figure 3. Percentage recovery (%) of oocysts from spiked (with 50,000 *E. bovis* oocysts) flotation liquid and 10 g soil samples using the gentle flotation method. Error bars: 95% confidence limits

In tubes that contained soil, 11,236 ± 5,398.3 (22.0 ± 4.6%, 95% CL, P < 0.001) oocysts were recovered (Figure 3). No oocysts were detected in the negative controls.

Effect of non-gentle handling on oocyst recovery. Gentle handling using the protocol gave a 5.6 ± 2.2%,

95% CL recovery rate of the oocysts. A single shake was enough to reduce the recovery rate by almost 50%; to $2.4\% \pm 1.3$, 95% CL. Further shaking, for 5 or 10 shakes, reduced recovery to 1.6% (Figure 4).

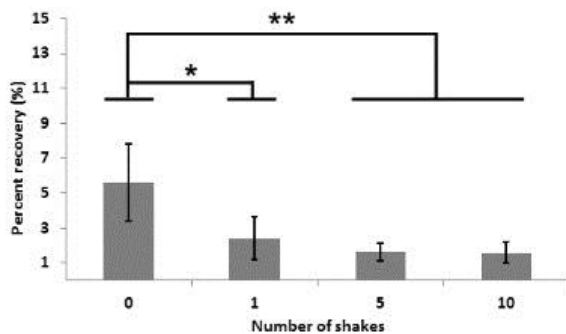


Figure 4. Percentage recovery (%) of oocysts from spiked (with 50,000 *E. bovis* oocysts) soil samples, using the gentle flotation method, after applying 0, 1, 5, or 10 hard shakes of the syringe. * = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$. Error bars: 95% confidence limits

Although there were no differences between the groups overall ($X^2 = 73$, $P = 0.43$), comparing the reduction in oocyst counts between the group with no shaking and the groups exposed to shaking 1, 5, or 10 times, a significant reduction was observed in the recovery of oocysts ($P = 0.03$, $P = 0.01$, and $P = 0.01$ respectively).

Discussion

The method described here for isolating *E. bovis* oocysts was developed as a response to testing different protocols. Large losses of oocysts were observed at the sieving and centrifugation steps using the protocol described by Mejer *et al.* (2000). The method was developed for the recovery of oocysts from soil which considered the oocysts as akin to ‘eggs in a basket full of rocks’. The centrifugation steps were removed and sieving was reduced to a piece of gauze, which did not significantly reduce the recovery of oocysts (data not shown). The transfer steps were reduced to two to avoid losses in liquids and losses due to the possible adhesion of oocysts to surfaces. This method has been described in brief previously (Lassen *et al.*, 2013; Lassen *et al.*, 2014). In this paper, the method is described in detail, including all mechanical steps, and the analytical limitations of the method. The experimental setup in this study is similar to that described by Lassen *et al.* 2013, spiking the soil with 50,000 oocysts, to ensure that the variation could be adequately compared.

A study by L  lu *et al.* (2011) compared different protocols for isolating *Toxoplasma gondii* oocysts and showed that dispersion solutions commonly used in protocols did not perform better than water. The dispersion of the soil was skipped in the described method and the flotation liquid was added directly. Incubating overnight in 2% (w/v) H_2SO_4 to dissolve organic matter and disperse the soil has been described as having the potential to release oocysts (L  lu *et al.*,

2011). However, this step was not included in the protocol, in order to shorten the processing time for each sample. As only half the recovery rate for samples containing soil compared with those without soil was observed, the release of oocysts from the soil is a point where this method could be further improved, at the expense of a longer processing time. The methods evaluated by L  lu *et al.* (2011) found that the best protocol tested could recover 18% of 100,000 22-month-old *Toxoplasma* oocysts which had been spiked into 10 g soil samples. Assuming that recovery of *T. gondii* and *E. bovis* oocysts are comparable, this protocol performed slightly better (22%). As recovery rates of oocysts appear to decrease with the age of the oocysts (L  lu *et al.*, 2011), the higher recovery rates in this study may be partly attributed to the fact that the oocysts used for testing the recovery rates were only 12-months-old.

Soil composition, and particularly the proportion of sand, appears to affect the recovery rate of *T. gondii* oocysts (L  lu *et al.*, 2011), and is also likely to affect the recovery rate of *Eimeria* oocysts. Of the tested soils, the soil composition most closely relating to this study was 97% sand and 3% organic matter. In that soil, less than 20% of the *Toxoplasma* oocysts were recovered, whereas soils with only 30% sand allowed the recovery of more than 30% of the oocysts. This seems supportive of the theory that mechanical handling of the mixture of sand, oocysts, and liquid exerts considerable physical stress on the sample, possibly resulting in loss of oocysts in this type of diagnostics. This was tested in the second experiment, which showed that the effect of sudden movements is enough to significantly reduce the number of oocysts recovered. Although the evidence presented supports the hypothesis of reduced recovery rates due to non-gentle handling, the recovery of oocysts without shaking was lower (5.6%) than the initial testing of the recovery rates (22%). The oocysts were older (17 months) in the experiment investigating shaking than in the experiment evaluating recovery rates, but this is not likely to explain all the variation in recovery. It is more likely that the difference could be attributed to the fact that different persons performed the two experiments.

This method’s theoretical analytical sensitivity can be calculated to be 15 oocysts per gram of soil, which could be improved by adding more steps. For example, FLOTAC reading chambers might improve sensitivity, as has been shown for other flotation methods (Cringoli, 2006; Schnyder *et al.*, 2011). Methods for gently releasing the oocysts from the soil, such as aeration from below a soil in a liquid, may also improve the success of recovery, but would be technically challenging.

The described method is likely to have practical applications in field testing of environmental contamination with *Eimeria* and potentially other oocysts. Further testing under natural conditions and comparison with other methods extracting parasitic oocysts is recommended.

Conclusion

This simple, inexpensive, and fast method for recovery of *Eimeria* oocysts performed equally well to previously tested methods for oocyst recovery. Gentle handling of soil samples prior to oocyst isolation is important.

Acknowledgements

We thank Berit Bangoura for providing oocysts, Endla Reintam for assisting in analysing the soil, and Pikka Jokelainen for editing the manuscript during the writing process. Funding was provided by the Estonian Science Foundation, grant ETF9433.

References

- Cringoli, G. 2006. FLOTAC, a novel apparatus for a multivalent faecal egg count technique. – *Parassitologia*, Sep, 48(3), 381–384.
- Durant, J.F., Ireng, L.M., Fogt-Wyrwas, R., Dumont, C., Doucet, J.P., Mignon, B., Losson, B., Gala, J.L. 2012. Duplex quantitative real-time PCR assay for the detection and discrimination of the eggs of *Toxocara canis* and *Toxocara cati* (Nematoda, Ascaridoidea) in soil and fecal samples. – *Parasit Vectors*, Dec 7, 5, 288.
- Henriksen, S., Korsholm, H. 1984. Parasitologisk undersøgelse af fæcesprøver. Konstruktion og anvendelse af et enkelt opbygget tællekammer. – *Dansk Vet Tidsskr*, 67, 1193–1196.
- Jenkins, M.B., Bowman, D.D., Fogarty, E.A., Ghiorse, W.C. 2002. *Cryptosporidium parvum* oocyst inactivation in three soil types at various temperatures and water potentials. – *Soil Biol. Biochem.*, 34(8), 1101–1109.
- Kato, S., Bowman, D.D. 2002. Using flow cytometry to determine the viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts extracted from spiked environmental samples in chambers. – *Parasitol. Res.*, 88, 326–331.
- Mejer, H., Wendt, S., Thomsen, L.E., Roepstorff, A., Hindsbo, O. 2000. Nose-rings and transmission of helminth parasites in outdoor pigs. – *Acta Vet. Scand.*, 41(2), 153–165.
- Koken, E., Darnault, C.J., Jacobson, A.R., Powelson, D., Hendrickson, W. 2013. Quantification of *Cryptosporidium parvum* in natural soil matrices and soil solutions using qPCR. – *J. Microbiol. Methods*, Feb 15, 92(2), 135–144.
- Lassen, B., Lepik, T., Bangoura, B. 2013. Persistence of *Eimeria bovis* in soil. – *Parasitol. Res.*, 112, 2481–2486.
- Lassen, B., Lepik, T., Järvis, T. 2014. Seasonal recovery of *Eimeria* oocysts from soil on naturally contaminated pastures. – *Parasitol. Res. Mar*, 113(3), 993–999.
- Lélu, M., Gilot-Fromont, E., Aubert, D., Richaume, A., Afonso, E., Dupuis, E., Gotteland, C., Marnef, F., Poulle, M.-L., Dumètre, A., Thulliez, P., Dardé, M.-L., Villena, I. 2011. Development of sensitive method for *Toxoplasma gondii* oocyst extraction in soil. – *Vet Parasitol.*, 183, 59–67.
- Ramirez, N.E., Sreevatsan, S. 2006. Development of a sensitive detection system for *Cryptosporidium* in environmental samples. – *Vet. Parasitol.*, 136, 201–213.
- Rehman, T.U., Khan, M.N., Sajid, M.S., Abbas, R.Z., Arshad, M., Iqbal, Z., Iqbal, A. 2012. Epidemiology of *Eimeria* and associated risk factors in cattle of district Toba Tek Singh, Pakistan. – *Parasitol. Res.*, 108(5), 1171–1177.
- Schnyder, M., Maurelli, M.P., Morgoglione, M.E., Kohler, L., Deplazes, P., Torgerson, P., Cringoli, G., Rinaldi, L. 2011. Comparison of faecal techniques including FLOTAC for copromicroscopic detection of first stage larvae of *Angiostrongylus vasorum*. – *Parasitol. Res. Jul*; 109(1), 63–69.
- Svensson, C. 1997. The survival and transmission of oocysts of *Eimeria alabamensis* in hay. – *Vet. Parasitol.*, 69, 211–218.
- Tavalla, M., Oormazdi, H., Akhlaghi, L., Shojaee, S., Razmjou, E., Hadighi, R., Meamar, A. 2013. Genotyping of *Toxoplasma gondii* Isolates from Soil Samples in Tehran, Iran. – *Iran J. Parasitol. Apr*; 8(2), 227–233.



HUMIINAINETE MÕJU KARTULI SAAGIKUSELE JA MUGULA MÕNINGATELE KVALITEEDI NÄITAJATELE

THE IMPACT OF USING HUMIC SUBSTANCE FOR GROWING POTATO ON QUALITY INDICATORS OF TUBERS

Kalle Margus, Viacheslav Eremeev, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Berit Tein, Raido Laes, Juhan Jõudu

Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Eesti

Saabunud: 13.11.2014
Received:
Aktsepteeritud: 01.12.2014
Accepted:
Avaldatud veebis: 01.12.2014
Published online:
Vastutav autor: Viacheslav
Corresponding author: Eremeev
e-mail: vyacheslav.eremeev@emu.ee

Keywords: *Solanum tuberosum* L., number of tubers per plant, tuber weight, tuber yield, starch yield, starch content

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_margus.pdf

ABSTRACT. The impact of using humic substance for growing potato on quality indicators of tubers. Humic preparations are concentrated and economical form of organic matter which can relieve humus depletion caused by conventional fertilization methods. The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Estonian University of Life Sciences in Estonia. The yield of tubers and starch, and commercial yield of potato, number of tubers per plant, tuber weight was studied in cultivar 'Ants' and 'Laura'. In the experiments humic preparation (HP) "Rupronics" was used in two different treatment variants. "Rupronics" 50 l ha⁻¹ (HP50), "Rupronics" 25 l ha⁻¹ (HP25) and control (HP0) 0 l ha⁻¹ variant. The experiments showed that potato cultivars 'Ants' and 'Laura', HP did not have any significant positive effect on the tuber yield, commercial tuber yield or starch yield in 2012. Yields were higher in 2013 reaching up to 52.4 t ha⁻¹ and year 2013 'Laura' HP50 had yield 35.9 t ha⁻¹. The main role of the addition of HP is improving nutrient mobility in the soil and higher uptake of nutrients to plants. Positive effect of HP should appear when plant is growing under unfavourable conditions.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Kasvav inimpopulatsioon ja tarbimine on suurendanud põllumajanduse intensiivsust ning seetõttu on nõudlus looduslike ressursside järele pidevalt tõusnud. Tagamaks maailma pideva toiduga varustatuse, peab tootmine oluliselt kasvama, samaaegselt põllumajanduse kahjulik mõju keskkonnale vähenema (Foley jt, 2011). Esineb üldine arusaam, et praegune toiduainete tootmine ja suurenev tarbimine halvendab keskkonnaseisundit (Page, 2014). Järjest rohkem pööratakse põllumajanduses tähelepanu taimede toitumist stimuleerivatele, loodusliku päritoluga preparaaside kasutamisele (Eremeev jt, 2011).

Üheks heaks võimaluseks parandada mulla bioloogilist aktiivsust, võivad olla erinevad biostimulaatorid ja mullaviljakuse parandajad. Erinevad katsed on tõestanud humiinpreparaatide kasulikku mõju taime kasvule (Adani jt, 1998; Arancon jt, 2004; Turkmen jt, 2004; Ayuso jt, 1996; Azcona jt, 2011).

Humiinained on olulised komponendid kogu ökosüsteemis, nad on oluliseks lülis mullatekke ja globaalse süsiniku ning toitainete ringes. Humiinainete kasuta-

mise korral suureneb mullas mikrobioloogiline aktiivsus ja seeläbi suureneb toitainete omastamine taimede poolt (Mauromicale jt, 2011) ning suurenevad saagid (Sangeetha jt, 2006). Humiinpreparaatide kasulikku mõju on täheldatud taimede stressi korral, mis on põhjustatud abiootilistest teguritest nagu ebasoodne temperatuur, ekstreemne pH ja sooldumine, kuna humiinpreparaat vähendab toksiinide liikumist taime (Bartels, Sunkar, 2005). Kuna humiinpreparaat aitab leevendada taime stressi, siis tõenäosus humiinpreparaadi efektiivsuse avaldumisele on ebasoodsates kasvutingimustes suurem. Vermikompostist ekstraheeritud humiinpreparaadi kasutamisega parandati riisi kasvu ja arengut põuastes tingimustes (García jt, 2012), ning maisi kasvatamisel sooldunud mulla tingimustes (Masciandro jt, 2002; Mohamed, 2012). Humiinpreparaadiga "Rupronics" tehtud EMÜ katsetes pärsiti kartulimardika arengut, kuid preparaadiga kartulimardikat tõrjuda ei õnnestunud, samas preparaate surub alla mardikate plahvatuslikku paljunemist (Hiiesaar jt, 2013).

Kartul on suure saagipotentsiaaliga kultuur, täitmaks maailma toiduga varustamise eesmärki. Taimekasvatuse peamiseks ülesandeks on aga kõrgete saakide tagamine minimaalsete negatiivsete tagajärgedega keskkonnale. Humiinpreparaatide kasutamine võib soodustada taime toitainete omastamist mullast ja seeläbi mõjutada varustatust kasvaks vajalike toitainetega, mis avaldub taime paremas tervises ning suuremas ja kvaliteetsemas saagis.

Meie uurimuse eesmärk oli selgitada, kuidas humiinpreparaadi lisamine mõjutab erinevate normidega mulda kartulisortide 'Ants' ja 'Laura' saagikust, kaubanduslike mugulate osakaalu saagis ning mugulate tärkliisisaldust.

Materjal ja meetodika

Katsed korraldati Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudel 2012. ja 2013. a. Katses oli hilisepoolne kartulisort 'Ants' ja keskvarajane 'Laura'. Katsed rajati blokkasetuses ning variandid paigutati katselappidele (72 katselappi) randomiseeritult neljas korduses (Hills, Little, 1972). Katselapi suurus oli 16,8 m², vagude vahe 70 cm ja mugulate vahekaugus vaos 27 cm. Seemnemugulad pandi maha masinaga, eelnevalt olid sisse ajatud vaod, et kiirendada mulla soojenemist. Mullaliigiks oli Reintami (1996) järgi näivleatud muld LP, WRB klassifikatsiooni järgi Stagnic Luvisol, (Deckers jt, 1998).

Meie katsetes kasutatud humiinpreparaat "Rupronics" on biohuumuse tõmmis. Preparaat on naturaalse, ökoloogiliselt puhaste toiteelementide, humiinainete ja kasvustimulaatorite kompleks, mille kasutamine stimuleerib taimede ainevahetust ja fotosünteesi, soodustades mitmete kultuuride saagikuse kasvu. Preparaat sisaldab endas kõiki vermikomposti komponente lahustatud olekus: humaat, fulvohappeid, aminohappeid, vitamiine, looduslikke fütohormoone, mikro- ja makroelemente ning mullas leiduvaid mikroorganisme. Vermikultiveerimise protsessis eraldavad vihmaussid bakteriostaatilisi valke ja vihmaussi soolestikus asuvad sümbiootilised mikroorganismid toodavad antibiootikume, mis koostaines tagavad preparaadi bakteritsiidseid omadused (Igonin, 2006). "Rupronicsi" keemiline koostis on järgmine: kuivaine – 1,0%; pH 9,3; lämmastik – 2,0%; fosfor (P₂O₅) – 1,6%; kaalium (K₂O) – 4,0%; humiidid – 2,10 g l⁻¹; Ca – 0,62 g l⁻¹; Mg – 1,04 g l⁻¹; Fe – 105,0 mg l⁻¹; S – 0,06 g l⁻¹; Cu – 0,44 mg l⁻¹; Zn – 5,10 mg l⁻¹; Mg – 1,04 mg l⁻¹; Mo – 41,0 mg l⁻¹; B – 6,20 mg l⁻¹; Se – 17,2 mg l⁻¹ (Knjazeva, 2010).

Katses kasutati järgmisi variante:

1. H₀ – humiinpreparaadita (kontroll);
2. H₂₅ – humiinpreparaat "Rupronics" kulunormiga 25 l ha⁻¹ pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut sisseaetud vagudele. Veekulu 200 l ha⁻¹;
3. H₅₀ – humiinpreparaat "Rupronics" kulunormiga 50 l ha⁻¹ pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut sisseaetud vagudele. Veekulu 200 l ha⁻¹.

Kartuli eelviljaks oli nisu. Sügiskünni alla anti sõnnikukomposti normiga 50 t ha⁻¹. Mineraalväetist (Yara 11-11-21) anti kevadel paiklikult koos kartuli mahapanekuga, (275 kg ha⁻¹). Mõlemal katseaastal oli kartuli mahapaneku aeg 13. mai.

Taimekaitsevahenditest kasutati 2012. aastal umbrohutõrjeks preparaati Titus (50 g ha⁻¹, 21. juuni), kartulimardika vastu preparaati Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹, 21. juuli ja Decis 2,5 EC (0,2 l ha⁻¹, 24. juuli). Lehemädaniku tõrjeks pritsiti kolm korda preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹, 25. juuni, 1. ja 22. juuli) ning Ranman (0,2 kg ha⁻¹) koos Ranman aktivaatoriga (0,15 l ha⁻¹, 14. august). 2013. aastal kasutati taimekaitsevahenditest umbrohutõrjeks preparaati Titus (50 g ha⁻¹, 13. juuni), kartulimardika tõrjeks preparaati Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹, 15. juuni) ning Decis 2,5 EC (0,2 l ha⁻¹, 25. juuni). Lehemädaniku tõrjeks pritsiti kolm korda preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹, 5. juunil, 1. ja 24. juulil) ning Ranman 0,2 kg ha⁻¹ koos Ranman aktivaatoriga 0,15 l ha⁻¹ 15. augustil.

Kasvuperioodi iseloomustavad temperatuurid on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Keskmised temperatuurid (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes 2012. ja 2013. aastal ning paljude aastate keskmisena (1966–2013. a) (Eerika ilmajaama andmed)

Table 1. Average monthly temperatures and rainfall at Eerika during the vegetation periods in 2012 and 2013 together with long-term averages (according to Eerika Weather Station, Estonia)

Kuu Month	Dekaad Ten-day period	Temperatuur (°C) Temperature (°C)			Sademed (mm) Precipitation (mm)		
		2012	2013	1969– 2013	2012	2013	1969– 2013
Mai May	I	10,4	12,3	9,8	2,4	3,4	12,2
	II	12,3	16,4	11,5	43,6	38,4	22,3
Juuni June	III	12,2	15,6	12,9	35,6	18,8	23,1
	I	11,5	19,5	14,9	13,8	2,2	20,1
	II	15,2	15,2	15,1	42,2	29,8	27,6
Juuli July	III	14,1	19,9	16,2	44,6	20,4	28,3
	I	19,3	18,3	17,4	15,8	14,6	19,0
	II	15,3	17,3	17,3	43,8	20,8	25,3
August August	III	19,6	17,9	17,9	14,2	27,2	26,1
	I	16,6	19,8	17,6	35,6	12,8	32,7
	II	15,2	16,3	16,1	27,8	61,8	29,6
Keskmine Average Summa	III	14,1	14,7	14,6	24,0	0,0	26,9
	I–III	14,6	16,9	15,1			
Sum					343,4	250,2	293,1

Kasvuperioodi keskmine temperatuur 2012. aastal oli 14,6°C ning 2013. aastal 16,9°C, temperatuurid erinesid katseaastatel 2,3°C. Idanemisel on optimaalseks mullatemperatuuriks +7–10°C, õitsemiseks ja mugulate moodustamiseks aga +17–20°C (Aamisep, 1986). Katsed rajati mai II dekaadi alguses, seda perioodi iseloomustas keskmisest soojem ilmastik eelkõige 2013. aastal, kui paljude aastate keskmist ületati 4,9°C võrra, mis annab seemnemugulale paremad idanemistingimused ja suurema saagipotentsiaali.

Sademeid oli 2012. aastal märkimisväärselt rohkem kui 2013. aastal. Sademete erinevus katseaastatel oli 93,2 mm, sademed 2013. aastal moodustasid 73% 2012. aasta sademetest.

Artiklis käsitletakse lõppsaagi tulemusi, mille proovid võeti 2012. aastal 30. augustil (109. kasvupäeval) ja 2013. aastal 29. augustil (106. kasvupäeval). Igalt katselapilt võeti kartulimugulate struktuuranalüüsiks 15 järjestikust taime. Kaubanduslikeks mugulateks loeti sordil 'Ants' kõik mugulad, mille läbimõõt oli üle 35 mm ja sordil 'Laura' üle 30 mm. Tärklisesisaldus määrati kindlaks Parovi kaaludega (Viileberg, 1976). Tärklisesaak arvutati mugulate tärklisesisalduse ja mugulate kogusaagi korrutamise teel.

Katseandmed töödeldi programmiga Statistica 11, kasutades ANOVA, Fisher LSD testi (Statsoft, 2005). Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega.

Tulemused ja arutelu

Eelnevalt tehtud katsetes on humiinpreparaatide kasutamine suurendanud kartulimugulate arvu taimel (Särekanoo, Vasar, 2004; Eremeev jt, 2011, Šarin jt, 2012). Mugulate arvu mõjutavad peamiselt kliimaatilised tingimused: päeva pikkus, sademete jaotumine kasvuperioodi lõikes ning öised temperatuurid avaldavad suurimat mõju mugulate moodustumise kiirusele (Struik, Ewing, 1995). Keskmine mugulate arv kartulisordil 'Ants' oli vahemikus 9,5–13,3 mugulat taime kohta ning kartulisordil 'Laura' keskmiselt 9,4–13,4 mugulat taime kohta. Mugulate arvus on suuremad erinevused aastate lõikes. Mugulate arv 2012. aastal taime kohta oli suurem kui 2013. aastal (tabel 2). Väiksem mugulate arv taimel on tingitud ebapiisavast veega varustatusest vegetatsiooniperioodil (tabel 1). Antud katsetulemustest selgub, et aastatel 2012 ega 2013 ei avaldanud humiinpreparaat kartulitaime mugulate arvule statistiliselt usaldusväärset mõju (tabel 2). Mugulate moodustumine toimub peamiselt juuni ja juulikuul jooksul. Aastal 2012 oli juuni ja juuli sademete hulk 174,4 mm, samas 2013. aasta samal perioodil esines sademeid 115 mm, mida on 59,4 mm võrra vähem. Hilisem sademete hulk mõjutab mugulate keskmist massi, mis ei olnud aastate lõikes märkimisväärselt erinev, kuna 2013. aasta vegetatsiooniperioodi lõpul oli sademete hulk suurenenud (tabel 1). Samuti piiravad mugulate moodustamist kõrgemad temperatuurid (Jõudu, 2002a), mis on ka meie katses välja tulnud, 2013. aasta temperatuurid olid kõrgemad kui 2012. aastal (tabel 1).

Mugula mass on üks peamisi kaubanduslike mugulate kvaliteediparameetritest. Kuna tarbijad soovivad suuremaid kartulimugulaid, on oluline nende massi suurendamine, kasutades selleks erinevaid agrotehnilisi võtteid. Mugulate mass sõltub lehtede ja varte arengust ja kasvust ning selle protsessi kiirusest, assimilaatide moodustamisest ja jagunemisest taime eri organite vahel, mugulate moodustumise kiirusest ning lehtede ja varte hävimise ajast (Jõudu, 2002a). Humiinained avaldasid statistiliselt usutavat mõju ($p < 0,05$) mugula keskmisele massile 2013. aastal mõlemale katses olnud kartulisordile (tabel 2). Mugula keskmine mass ulatus 2013. aastal kartulisort 'Laura' H₅₀ variandis 70,4 grammi, mida on 10,6 grammi rohkem kui kontroll-

variandis. Samas kartulisordi 'Ants' puhul oli usaldusväärne erinevus variantide H₂₅ ja H₅₀ vahel. 2012. aastal humiinained usutavat mõju mugulate massile ei avaldanud. Seega ei saa väita, et humiinainete lisamine suurendab alati kartulitaime mugulate keskmist massi võrreldes kontrollvariandiga, vaid positiivne mõju avaldub teatud kindlates kasvutingimustes. Sarnaseid tulemusi on saadud ka varasematel aastatel tehtud katsetes (Eremeev jt, 2011, Eremeev jt, 2012).

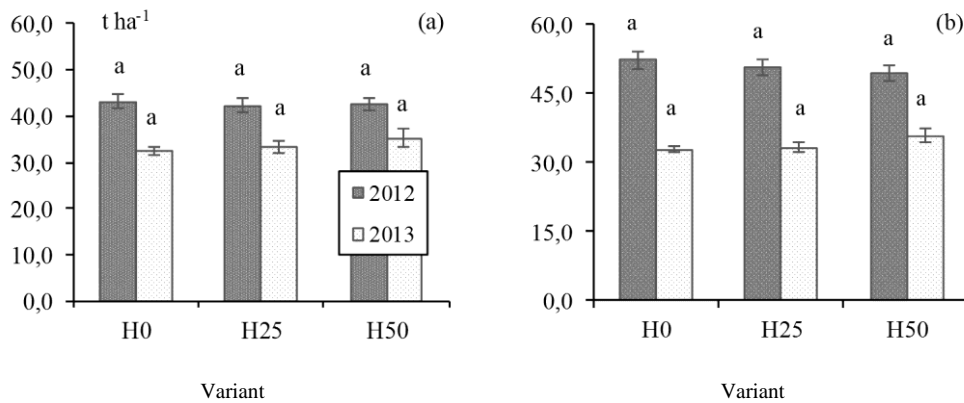
Tabel 2. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju ühe taime mugulate arvule (tk) ja mugula keskmisele massile (g) 2012. ja 2013. aastal

Tabel 2. Effect of humic preparation "Rupronics" on number of tubers per plant and weight of tubers (g) in 2012 and 2013

Sort Cultivar	Variant Variant	Mugulate arv taime kohta (tk) Number of tubers per plant		Mugula keskmine mass (g) Average tuber fresh mass (g)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	H ₀ /HP ₀	12,8a ¹ ± 0,4*	10,3a ± 0,4	64,3a ± 2,6	59,8a ± 2,1
	H ₂₅ /HP ₂₅	13,3a ± 0,7	10,5a ± 0,3	60,9a ± 2,5	60,6a ± 2,4
	H ₅₀ /HP ₅₀	12,1a ± 0,4	9,5a ± 0,4	66,7a ± 2,1	70,4b ± 3,6
'Laura'	H ₀ /HP ₀	13,4a ± 0,5	9,4a ± 0,4	75,6a ± 4,7	67,4ab ± 3,2
	H ₂₅ /HP ₂₅	13,0a ± 0,5	10,3a ± 0,4	74,2a ± 3,1	61,6a ± 1,6
	H ₅₀ /HP ₅₀	12,5a ± 0,7	9,4a ± 0,3	77,2a ± 4,7	72,4b ± 2,0

H₀ – humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; ¹ – Statistiliselt usaldusväärne erinevus ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standarddviiga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0.05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ± 95% standard error.

Suurim mugulasaak saadi 2012. aastal kartulisort 'Laural' H₀ variandis puhul, ulatudes 52,4 t ha⁻¹. Kasutades humiinpreparaati 25 l ha⁻¹ või 50 l ha⁻¹ olid saagid vastavalt 50,6 t ha⁻¹ ning 49,6 t ha⁻¹. Sordi 'Ants' saagid jäid 2012. aastal tagasihoidlikumaks, vastavalt H₀ 43,1 t ha⁻¹, H₂₅ 42,2 t ha⁻¹ ning H₅₀ 42,5 t ha⁻¹ (joonis 1). Kartulisordi 'Ants' puhul on katsevariantide vahelised saagid ei erinenud oluliselt ($p > 0,05$). Saagid olid märkimisväärselt väiksemad 2013. aastal, mil maksimumsaak oli H₅₀ 'Laura' puhul 35,9 t ha⁻¹, mida on 16,5 t ha⁻¹ vähem kui eelneval kasvuaastal. Humiinpreparaadi lisamine ei mõjutanud katse aastatel kartulisort 'Laura' ega 'Ants' mugulasaaki. Maisiga tehtud katsetes on humiinpreparaadid suurendanud taime veekasutamise võimet ning suurendanud taime biomassi (Eyheraguibel jt, 2008), meie katses aga humiinpreparaadi lisamine saagikusele 2013. aastal positiivset mõju ei avaldanud (sademede oli 42,9 mm vähem, kui paljude aastate keskmisena). Egiptuses tehtud katses tõusis mugulate saak võrdluses kontrolliga humiinpreparaadi 120 kg ha⁻¹ kasutamise korral (Selim jt, 2009). Meie katses võis humiinpreparaadi mõju avaldumata jääda liiga väikese normi ja selle ühekordse manustamise tõttu. Samas katses järeldus, et kartulisort 'Laura' omab soodsates kasvutingimustes suuremat saagipotentsiaali kui kartulisort 'Ants'.



Joonis 1. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju kartulisordi 'Ants', t ha⁻¹ (a) ja kartulisordi 'Laura', t ha⁻¹ (b) saagile. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test). H₀ – Humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – Humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – Humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹.

Figure 1. The effect of humic preparation "Rupronics" on the tuber yield (t ha⁻¹) on potato cultivar 'Ants' (a); potato cultivar 'Laura' (b). Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) in columns (ANOVA, Fisher LSD test). HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹.

Põllumajandustootja sissetuleku moodustab eelkõige kaubanduslikust saagist saadav tulu. Humiinpreparaadi lisamine avaldas kaubanduslikule saagile statistiliselt usutavat mõju H₅₀ variandi puhul 2013. aastal. Kasutades humiinpreparaati 50 l ha⁻¹ tõusis kartulisort 'Laura' puhul kaubanduslik saak 3,6 t ha⁻¹ võrreldes H₀ variandiga. Seega 2013. aastal humiinpreparaadi lisamine suurendas põllumajandusettevõtte tulu. Humiinpreparaat on vähendanud väikeste mugulate arvu, mille tõttu ebastandardsete mugulate osakaal väheneb. Samas 2012. aastal kui saagitasemed olid suuremad (joonis 1), siis humiinpreparaat kaubanduslikku mugulasaaki usutavalt ei suurendanud (joonis 1). 2013. aastal mõjutas humiinpreparaat ka kartulisordi 'Ants' kaubanduslikku saaki (33,0 t ha⁻¹), võrreldes kontrollvariandiga andes enamsaagiks 2,9 t ha⁻¹ ($p < 0,05$; tabel 3).

Tabel 3. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju kartuli kaubanduslikule saagile (t ha⁻¹) ja kaubanduslike mugulate osakaalule (%) 2012. ja 2013. aastal

Table 3. Effect of humic preparation "Rupronics" on marketable tubers yield (t ha⁻¹) and the proportion of marketable tubers (%) in 2012 and 2013

Sort Cultivar	Variant Variant	Kaubanduslik saak (t ha ⁻¹) Marketable tubers yield (t ha ⁻¹)		Kaubanduslikud mugulad (%) Marketable tubers (%)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	H ₀ /HP ₀	40,1a [±] 1,7*	30,1a ± 1,0	92,8a ± 0,8	92,9a ± 0,6
	H ₂₅ /HP ₂₅	38,7a ± 1,6	31,3a ± 1,2	91,8a ± 1,0	93,5a ± 0,5
	H ₅₀ /HP ₅₀	39,4a ± 1,2	33,0b ± 1,9	92,8a ± 0,8	93,5a ± 0,7
'Laura'	H ₀ /HP ₀	50,8a ± 2,1	30,9a ± 0,9	96,9a ± 0,4	93,6a ± 0,8
	H ₂₅ /HP ₂₅	49,0a ± 1,8	31,8ab ± 0,8	96,8a ± 0,5	95,3b ± 0,3
	H ₅₀ /HP ₅₀	48,1a ± 1,8	34,5b ± 1,5	97,1a ± 0,5	96,0b ± 0,4

H₀ – humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; [±] – statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standardviga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0.05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ±95% standard error.

Humiinainete kasutamine omas usutavat mõju kaubanduslikule saagile 2013. aastal, kuna suurendas kaubaliste mugulate massi kogusaagis.

Kaubanduslike mugulate osakaalu suurendamine kogusaagis on toidukartuli kasvataja peamisi ülesandeid. 2012. aastal oli kaubanduslikke mugulaid 'Laura' H₅₀ variandi puhul 97,1%, samas kartulisort 'Ants' andis 92,8% kaubanduslikke mugulaid. 2013. aastal suurendasid ($p < 0,05$) usutavalt humiinained kartulisort 'Laura' kaubaliste mugulate osakaalu kogusaagis (tabel 3).

Kartulimugulates leiduv tärkliis on väga väärtuslike dieetiliste, energeetiliste ja tehnoloogiliste omadustega. Seetõttu on kartul kõrgväärtuslik toiduaine ja tärkliisetööstusele oluline tooraine (Lääniste, 2000). Mugulate tärkliisisaldus on sordile omane tunnus (van Eijk, Hak, 1995; Brunt jt, 2002; Tsahkna, Tähtjärvi, 2007). Jahedad ja sombused ilmad vähendavad ning soojad ja päikesepaistelised ilmad suurendavad mugulate kuivainesisaldust (Tsahkna, 1995). Samas kartuli saagikus sageli negatiivses korrelatsioonis mugulate tärkliisisaldusega (Jõudu, 2002b; Tein, Ereameev, 2011). Suurim tärkliisesaak oli 2012. aastal 'Laura' H₀ variandis, küündides 7,2 t ha⁻¹. Samas vähendas humiinpreparaadi lisamine mugula tärkliisesisaldust 'Ants' puhul 15,6% -lt 15%-le ($p < 0,05$) ning 'Laura' puhul 13,8% -lt 13,4%-le ($p < 0,05$; tabel 4).

Tärkliisesaak oli kartulisordi 'Ants' puhul 2012. aastal humiinpreparaadi kasutamise korral 0,3 t ha⁻¹ väiksem kui kontrollvariandi puhul, vastavalt 6,7 t ha⁻¹ ning 6,4 t ha⁻¹. Kartulisordi 'Laura' tärkliisesaak oli H₀ 7,2 t ha⁻¹, H₂₅ 7,1 t ha⁻¹ ning H₅₀ 6,6 t ha⁻¹. Seega tärkliisesaak vähenes humiinpreparaadi kasutamise korral, kuid antud langus pole statistiliselt usutav. 2013. aastal jäid tärkliisesaagid märkimisväärselt väiksemaks kui 2012. aastal, kuna tärkliisesisaldus mugulates oli küll samaväärne, aga saagikused olid väiksemad (joonis 1). Humiinpreparaadi lisamine ei suurendanud usutavalt kartuli tärkliisesaaki mitte ühegi katsevariandi korral.

Tabel 4. Humiini preparaadi mõju mugula tärklisesisaldusele (%) ja tärklisesaagile ($t\ ha^{-1}$) 2012. ja 2013. aastal**Table 4.** Effect of humic preparation "Rupronics" on starch content (%) and starch yield ($t\ ha^{-1}$) in 2012 and 2013

Sort	Variant	Tärklisesisaldus (%)		Tärklisesaak ($t\ ha^{-1}$)	
		Starch content (%)		Starch yield ($t\ ha^{-1}$)	
Cultivar	Variant	2012	2013	2012	2013
Ants					
	H ₀ /HP ₀	15,6b ¹ ± 0,2*	15,4a ± 0,2	6,7a ± 0,3	5,0a ± 0,2
	H ₂₅ /HP ₂₅	15,4ab ± 0,1	16,1b ± 0,1	6,5a ± 0,2	5,4a ± 0,2
	H ₅₀ /HP ₅₀	15,0a ± 0,1	15,3a ± 0,2	6,4a ± 0,2	5,4a ± 0,3
Laura					
	H ₀ /HP ₀	13,8b ± 0,2	13,6ab ± 0,2	7,2a ± 0,3	4,5a ± 0,1
	H ₂₅ /HP ₂₅	14,0b ± 0,1	13,9b ± 0,2	7,1a ± 0,3	4,6a ± 0,1
	H ₅₀ /HP ₅₀	13,4a ± 0,1	13,2a ± 0,2	6,6a ± 0,2	4,7a ± 0,2

H₀ – humiini preparaadita (kontroll); H₂₅ – humiini preparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiini preparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; ¹ – statistiliselt usaldusväärse erinevused ($p < 0,05$) samas veeris on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standardviga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0,05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ± 95% standard error.

Kokkuvõte ja järeldused

2012. aastat iseloomustas niiske ilmastik ja kõrged temperatuurid, mis andsid eeldused suureks saagiks, kui taimehaigused kontrolli all hoida. Humiini preparaadid on mõeldud kasvukeskkonna parandamiseks ja nende efekt ei avaldu, kui kasvukeskkond on juba taimele optimaalne. Humiini preparaadi kasulik toime vähenes suurte sademete tõttu mai II dekaadil, mil toimus preparaadiga mulla töötlemine ja kartuli mahapanek (13. mai). Sademeid sellel perioodil oli kaks korda rohkem kui paljude aastate keskmisena.

2013. aasta kasvutingimused olid halvemad kui 2012. aastal, seetõttu jäid ka saagid märkimisväärselt madalamaks kui 2012. aastal. Suurim saak 2013. aastal oli 'Laural' H₀ variandi puhul 52,4 t ha⁻¹ ning 2012 aastal 'Laura' H₅₀ puhul 35,9 t ha⁻¹, mida on 16,5 t ha⁻¹ vähem kui eelneva aasta maksimumsaak. Samas 2013. aastal suurendas humiini preparaati kartulisort 'Ants' mugulate keskmist massi, mis on tingitud humiini preparaadi positiivsest mõjust taime veekasutamisele.

Läbiviidud katsest selgus, et 2012. a humiiniained ei avaldanud mõju kartulisort 'Ants' ja 'Laura' mugula saagile, tärklisesisaldusele ega kaubaliste mugulate osakaalule saagis.

Humiini preparaatidega kasutamise efektiivsus ei ole heades kasvutingimustes märgatav. Humiiniainete mõju kasvukeskkonnale oleks vaja uurida taimele stressi põhjustavates tingimustes.

Tänuavaldus

Uurimust on toetanud ETF grant nr 8495 projekti toetusel.

Kasutatud kirjandus

Aamisepp, I. 1986. Mugulviljad. – Tallinn, 69 lk.

Adani, F., Genevi, P., Zaccheo, P., Zocchi, G. 1998.

The effect of commercial humic acid on tomato

plant growth and mineral nutrition. – Journal of Plant Nutrition 21, 561–575.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. – Bioresource Technology, 93(2), 145–153.

Azcona, I., Pascual, I., Aguirreolea, J., Fuentes, M., García-Mina, J., Sánchez-Díaz, M. 2011. Growth and development of pepper are affected by humic substances derived from composted sludge. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174, 916–924.

Ayuso, M., Hernandez, T., Garcia, C., Pascual, J.A. 1996. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. – Bioresource Technology, 57, 251–257.

Bartels, D., Sunkar, R. 2005. Drought and salt tolerance in plants. – Critical Reviews in Plant Sciences, 24, 23–58.

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 15th Triennial conference of the EAPR, 58.

Deckers, J.A., Nachtergale, F.O., Spaargarn, O.C. (Eds.). 1998. World Reference Base for Soil Resources: Introduction. First edition. ISSS, ISRIC, FAO, Acco Leuven, 165 pp.

García, A.C., Berbara, R.L.L., Farias, L.P., Izquierdo, F.G., Hernández, O.L., Campos, R.H., Castro R.N. 2012. Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. – African Journal of Biotechnology, 11, 3125–3134.

Eremeev, V., Tein, B., Šarin, R., Treimuth, M. 2011. The effect of Rupronics on the number of tubers per plant and on average tuber weight in 2010. – Agronomy 2010/2011, 67–72.

Eremeev, V., Lääniste, P., Tein, B., Lauk, P., Alaru, M. 2012. Effect of tuber pre-planting treatments and humic preparation on tuber yield and quality. In: ESA12 Abstracts: 12th Congress of the European Society for Agronomy. – Helsinki, Finland, 20–24 August, 2012, 324.

Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. – Bioresource Technology, 99, 4206–4212.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M. 2011. Solutions for a cultivated planet. – Nature, 478, 337–342.

Hiisaar, K., Eremeev, V., Kruus, E., Metspalu, L., Jõgar, K. 2013. Taime kasvustimulaator "Humistar Grin-PIK" omadused ja mõju kartulimardikale (*Leptinotarsa decemlineata* Say). – Agronoomia 2013, 138–143.

- Hills, F.J., Little, T.M. (Eds.) 1972. Statistical methods in agricultural research. – Davis, CA: University of California, USA, 242 pp.
- Igonin, A.M.: Игонин, А.М. 2006. Дождевые черви: как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя "Старатель". Ковров, 192 стр.
- Jõudu, J. 2002a. Kartuli kasvu mõjutavad tegurid ja mugulate moodustumine. – Kartulikasvatus (koostaja J. Jõudu). Tartu, 69–97.
- Jõudu, J. 2002b. Kartulimugulate keemiline koostis. – (koostaja J. Jõudu). Kartulikasvatus. Tartu, 57–66.
- Knjazeva, N. 2010. Biohumus – looduslik, kuid tõhus lahendus mullaviljakuse tõstmiseks. – Aiandusfoorum 2010, Tallinn, 20–30.
- Lääniste, P. 2000. Mehhaaniliste ja keemiliste umbrohutõrjevõtete mõju kartuli umbrohtumusele, saagile, kvaliteedile, omahinnale ning põllu energeetiliselle bilansile. – Magistritöö põllumajandusteaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal, Tartu, 74 lk.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto S., Howard, L. 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. – Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33, 365–378.
- Mauromicale, G., Angela, M.G.L., Monaco, A.L. 2011. The effect of organic supplementation of solarized soil on the quality of tomato. – Scientia Horticulturae, 129 (2), 189–196.
- Mohamed, W. 2012. Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant under saline condition. – Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6, 597–604.
- Page, G., Ridoutt, B., Bellotti, B. 2014. Location and technology options to reduce environmental impacts from agriculture. – Journal of Cleaner Production, 81, 130–136.
- Reintam, L. 1996. Mulla genees ja võrdlev diagnostika. – EPMÜ teadustööde kogumik, 187. Tartu, 55–64.
- Sangeetha, M., Singaram P., Devi, R.D. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizers on the yield of onion and nutrient availability. – Proceedings of 18th World Congress of Soil Science July 9–15, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Selim, E.M., Mosa, A.A., El-Ghamry, A.M. 2009. Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. – Agricultural Water Management, 96, 1218–1222.
- STATSOFT, 2005. – Statistica 7.0. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 pp.
- Struik, P.C., Ewing, E.E. 1995. Crop physiology of potato (*Solanum tuberosum* L.): responses to photoperiod and temperature relevant to crop modelling. In: Potato Ecology and Modelling of Crop under Conditions Limiting Growth (eds. A.J. Haverkort, D.K.L. MacKerron). – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 19–40.
- Särekanno, M., Vasar, V. 2004. Influence of Humistar on productivity of potato meristemplants. – Agronomy 2004. Transactions of EAU, 219, 67–69.
- Šarin, R., Tein, B., Eremeev, V. 2012. Humiinpreparaadi mõju kartuli kaubanduslikule saagile ja ühe taime mugulate arvule. – Agronomiam. EPMÜ Teadustööde Kogumik, 61–66.
- Tein, B., Eremeev, V. 2011. Eri viljelusviiside mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele. – Agraarteadus / Journal of Agricultural Science, XXII(1), 40–44.
- Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. – Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science, 54, 168–174.
- Tsahkna, A. 1995. Tööstuskartuli kvaliteedinõuded ja töötlemiseks sobivate kartulisortide aretusest Jõgeval. – Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teaduslikud tööd VII: Sordiaretus ja seemnekasvatus. Jõgeva, 114–126.
- Tsahkna, A., Tähtjärv, T. 2007. Kartulisortide viljelemisest Eestierinevates kasvukohtades. – Agraarteadus / Journal of Agricultural Science, XVIII(1), 66–77.
- Van Eijk, P.C.M., Hak, P.S. 1995. Fried potato products. – Potato Magazine, Summer 1995. Den Haag, 12–14.
- Viielberg, K. 1976. Mugulviljad. Põllukultuurid ja nende hindamine. – Tallinn, 107–135.

The impact of using humic substance for growing potato on quality indicators of tubers

Kalle Margus, Viacheslav Eremeev, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Berit Tein, Raido Laes, Juhan Jõudu
*Estonian University of Life Sciences,
 Institute of Agricultural and Environmental Sciences,
 Kreutzwaldi 5, Tartu 51014 Estonia*

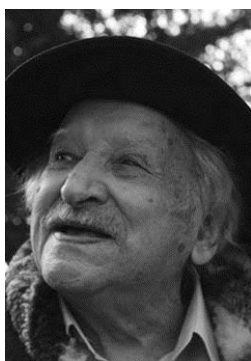
Summary

The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Department of Field Crop and Grassland Husbandry of the Estonian University of Life Sciences. The effect of humic substances on the yield of tubers and starch, and commercial yield of potato, number of tubers per plant, tuber weight was studied in cultivar 'Ants' and 'Laura'. The weather conditions in 2012 were characterized by high precipitation and warm temperatures creating good basis for high tuber yield if the plant pathogens could be kept under control. Humic preparation is concentrated and economical form of organic matter which can relieve humus depletion caused by conventional fertilization methods. Their effect however will not appear if the growing conditions are already favourable in the soil. The positive impact of humic substances could have also been reduced by high precipitation during II decade of May

when the treatment was applied and also the potato was planted (13th of May). In 2012 and 2013 the precipitation measured were 43.6 mm and 38.4 mm, respectively, that is two times higher than the results of long-term average precipitation. 2013 vegetation period was characterized by higher than average temperatures but low precipitation conditions, giving significantly lower tuber yields than in 2012. The highest yields were obtained in 2013 with cultivar 'Laural' (H_0 variant) reaching up to 52.4 t ha⁻¹ and in 2012 'Laura' HP₅₀ had yield 35.9 t ha⁻¹. At the same time in 2013, the average weight of tubers of cultivar 'Ants' was increased by 59.8–70.4 g due to the use of humic substances.

The positive effect could be due to the low precipitation conditions and hence the impact of humic substances on the water uses efficiency of potato. The experiments showed that when growing potato cultivars 'Ants' and 'Laura', HP did not have any significant positive effect on the tuber yield, commercial tuber yield or starch yield in 2012. The positive effect of HP should appear when plants are growing under unfavourable conditions where the soil microbial activity is low. The impact of humic substances should be studied thoroughly under stressful conditions for plant production.

ENDEL KAAREP – 100



Hiljuti oli põllumajandusteadlaste peres rõõmus sündmus – taimekaitseteadlane, viroloog ja aianduse harrastajate nõuandja Endel Kaarep tähistas oma sajandat sünnipäeva.

Endel Kaarep sündis 20. septembril 1914. aastal Venemaal Tambovi oblastis, kuhu tööotsingud olid vanemad viinud. Revolutsioonilised sündmused Venemaal tõid perekonna kodumaale tagasi. Aastatel 1922–1927 õppis Endel Kaarep Pärnu IX algkoolis. 1927. aastal rentis isa 3,6 ha suuruse väheviljaka maalapi Harku vallas Habersti külas, millest 1930. aastate lõpuks suudeti kujundada elujõuline asunikutalu. Aastatel 1928–1933 õppis Endel Kaarep Tallinna Gustav Adolfi Gümnaasiumis. Haridustee jätkus majandusoludest ja sõjast tingitud vaheaegadega Tartu Ülikooli Põllumajandusteaduskonnas. Õppimine vaheldus töötamisega dr. E. Lepiku assistendina, mis süvendas huvi viiruste ja bakterite ning nende mõju vastu taimekasvatuse saagikuse kujunemisele. Praktilisi teadmisi põllumajanduse ja aianduse alal oli võimalus täiendada 1938. aastal Saksamaal ja aastatel 1953–1954 Harju rajooni kolhoosis Koit. Agronoomi diplomi sai Endel Kaarep 1960. aastal Eesti Põllumajanduse Akadeemiast ja kaitses 1966. aastal samas põllumajanduskandidaadi kraadi.

Aastatel 1947–1949 ja 1952–1953 töötas Endel Kaarep Põllumajandusministeeriumis taimekaitse osakonna juhatajana ja hiljem samal ametikohal ENSV TA Taimekasvatuse Instituudis, mille nimeks sai 1956. aastal Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Juba 1959. aastal kolis instituut Saku. Algusaastatel olid tööruumid kitsad, kuid taimekaitse osakonnal oli katseaed koos vegetatsioonihoonega ja võimalus saada Saku sovhoosilt maad katsepõldudeks.

Endel Kaarepi põhiliseks uurimistööks olid kartuli viirushaigused ja nende määramine antiseerumite abil taimede kasvuperioodil. Majandite kartulipõldude ülevaatus käigus ilmnes, et ka hästi haritud ja väetatud põldudel oli isegi visuaalsel vaatlusel võimalik leida palju viirushaigeid taimi.

Terve ja saagirikka algmaterjali saamiseks alustati seemnekartuli tervendamist kloonmeetodil. Lähtematerjaliks võeti Jõgeva Sordiaretusjaama supereliidist üksikpesa valiku teel saadud taimed. Nende järglaste seas tehti põhjalik prakeerimine silma järgi ja laboratoorne kontroll antiseerumite ning testtaimedega.

Kuna laboratoorne määramine oli väga töömahukas, siis konstrueerisid vennad Endel ja Sulev Kaarep taimeviiruste massiliseks määramiseks katseseadeldise, mis võimaldas senise ühe taimemahla asemel korraga töödelda 72 proovi. Põldudelt kogutud leheproovide mahl eraldati mehaanilise pressi abil, millele lisati 3 erinevat (X,S,M) antiseerumit. Vastava viiruse esinemisel tekkis mahlatilgas sade. Proovide kogumine, viirushaiguste määramine ja tulemuste kontroll nõudis labori töötajate ja majandite agroomide entusiastlikku suhtumist. Määramise tulemuste põhjal puhastati majandite seemnekartuli põllud haigetest taimedest. Intensiivse töö tulemusena paranesid kartulisaagid ja kartulikasvatatajad võistlesid suurte saakide meistri tiitli nimel.

Endel Kaarepi tööd Saku katkes pikaajalise haiguse tõttu. Tema huvi uurimistöö jätkamise ja ideede elluviimise vastu viis selleni, et oma eramus Meriväljal ehitas ta uue labori ja hankis seadmed erinevate määramismeetodite võrdlemiseks.

Saku jätkus seemnekartuli tervendamine taimekaitse osakonnast alguse saanud meristeemmeetodi kasutuselevõttuga. Kasvukuhikute algelisest kasvatamisest on välja kujundatud teaduskeskus EVIKA, kus tegeldakse viirusvaba seemne- ja istutusmaterjali tootmisega kaasaegsel tasemel.

Endel Kaarepi kandidaaditöö *Ilutaimede tervislik seisund Eesti NSV-s ja abinõud selle parandamiseks* on väga mahukas uurimus ja selle lisas on ulatuslik fotomaterjal. Lisaks sellele on Endel Kaarepilt ilmunud rida artikleid kartulisaagi tõstmise ja aiandusalaste nõuannetega.

Erika Vesik

ANTS NUMMERT – 80



Hiljuti tähistas oma 80. juubelit Eesti Maaülikooli emeritprofessor Ants Nummert. Selle aja jooksul on juubilar suutnud teha nii mõndagi, mis väärib meenutamist ning tutvustamist. Allpool esitatakse lühike ülevaade juubilaril elust ja tegevusest.

Ants Nummert sündis 9. oktoobril 1934. aastal Võru-

maal Vana-Antsla vallas talupidajate peres kolmanda lapsena. Seal möödus ka ta lapsepõlv. Elu, askeldused ja töö kodutalus tutvustasid talle juba varakult maa-eluga seotud muresid ja rõõme. Tema pikk koolitee sai alguse kohalikust koolist, järgnesid õpingud Võru Fr. R. Kreutzwaldi nim Keskkoolis ja selle lõpetamine 1954. aastal. Kodutalus saadud maaelu kogemused mõjutasid elukutse valikut ning samal aastal astus ta vanema venna eeskujul Eesti Põllumajanduse Akadeemia veterinaariateaduskonda, mille lõpetas 1959. aastal loomaarstina. Järgnes edukas erialane töö Tahe sovhoosis peaveterinaararstina ja Väimela veterinaarjaoskonnas juhatajana. Esimesed õpetamise kogemused sai Ants Nummert Antsla keskkoolis, kus ta paar aastat (1961–1963) töötas õppealajuhatajana tootmisõpetuse alal. Tugev loomaarstialane praktiline ettevalmistus tekitas huvi praktikas kohatud probleeme süvendatult uurida ning 1964. aastal astuski Ants Nummert aspirantuuri EPA kirurgia ja sünnitusabi kateedrisse, juhendajaks sai ta prof Rudolf Säre. Uurimisteemaks valiti veiste udara ja nisade kirurgilised haigused. Võimed ja huvi valitud teema vastu viisid oodatud tulemusteni – valmis dissertatsioon veterinaariakandidaadi kraadi taotlemiseks *Veiste udara ja nisade kirurgiliste haiguste esinemine ENSV-s, nende tekkepõhjused, profülaktika ja ravi* ning selle edukas kaitsmine 1967. aastal. Lisaks kandidaadi teaduskraadile tõi töö käigus konstrueeritud nisakanüül autorile ka NSVL autoritunnistuse. Kuna sel perioodil vakantset õppejõu kohta kirurgia alal ei olnud, läks värske veterinaariakandidaat tööle peaveterinaararstina Valga sovhoosi. 1972. aastal kutsuti Ants Nummert Balti Tsonaalse Teadusliku Uurimise Veterinaarialaborisse, kus ta vanemteadurina uuris lindude seedefüsioloogiaga seotud probleeme ning selgitas ensüümpreparaatide kasutamise võimalusi. 1977. aastal kutsuti Ants Nummert tööle veterinaariateaduskonna sisehaiguste kateedrisse ja algas tema üle kahekümneaastane edukas õppejõukarjäär Eesti Põllumajanduse Akadeemias, mille jooksul ta läbis

kõik astmed alates assistendist ja vanemõpetajast ning lõpetades professorina. Aastatel 1994–1997 oli ta sisehaiguste õppetooli juhataja. Ants Nummert läks pensionile 1999. aastal.

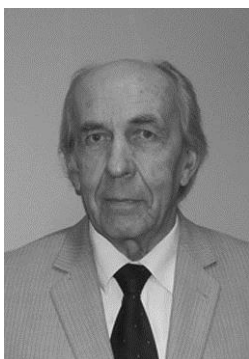
Ants Nummert on õpetanud kliinilist diagnostikat, mittenakkavaid sisehaigusi ja lindude haigusi, juurutanud uusimat diagnostilist aparatuuri (näiteks erinevad endoskoobid) ning juhendanud üliõpilaste ja magistrantide uurimusi. Paralleelselt õppetööga jätkus intensiivne teadustöö esmajoones ensüümpreparaatide kasutamises produktiivloomade farmakoteraapias, mille tähistena võib nimetada ENSV riikliku preemia omistamist tema juhitud uurimiskollektiivile 1987. aastal ja füsioloogiaalast doktoritööd *Toitumise adaptatsioon koduloomadel ning selle mõjutamine ensüümpreparaatidega*, mille eduka kaitsmise järel 1998. aastal omistati talle veterinaarmeditsiini teadusdoktori kraad. Ants Nummert on erialaselt täiendanud end Taanis (1993), Soomes (1994) ja Rootsis (1995). Ta on avaldanud üle 100 artikli erinevates ajakirjades ja kogumikes ning esinenud ettekannetega paljudel konverentsidel.

Oma põhitöö, st pedagoogi- ja teadustöö kõrval on Ants Nummert paistnud silma väga mitmekülsete huvidega. Ta oli üleliidulise fermentpreparaatide koordinatsiooninõukogu liige (aastast 1978) ning osalenud aktiivselt Eesti Loomaarstide Ühingu (asutajaliige aastast 1988) ja Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi ettevõtmistes (liige aastast 1992). Teaduskonnas on ta täitnud paljusid erineva koormusega ühiskondlikke ülesandeid, olnud teaduskonverentside organiseerijaks ning konverentsimaterjalide toimetajaks ja seda kõike talle omasel energilisel, sütitaval ja sõbralikul kombel. Noorena oli Ants Nummert hea sportlane, harrastades esmajoones kergejõustikku ja võrkpalli. Hiljem lisandus sulgpall. Noorena saadud spordilembus ei jätnud teda maha ka vanemas eas. Ta oli aastaid Eesti Põllumajanduse Akadeemia õppejõudude võrkpallimeeskonna kapten ja üks parematest mängijatest ning on saanud Eesti seenioride koondvõistkonna koosseisus seenioride maailmameistri-võistlustel teise koha. Spordimeestele omased liigestehaigused on nüüd küll piiranud ta liikumisvõimalusi, kuid samal ajal on jäänud rohkem aega lugemiseks. Hingelt on Ants Nummert jäänud ikka erksaks, täpseks ning osavõtlikuks kolleegiks.

Õnnitleme juubilaril ja soovime esmajoones tugevat tervist ning tegutsemistahet edaspidiseks.

Jaan Praks

ARVO LEOLA – 70



Juubilar on sündinud 23. juunil 1944. aastal Tartus Karl-Eduardi ja Renate perese teise pojana. Koolitarkust kogus Tartu 6. Keskkoolis (1951–1954), Tartu 11. 8-klassilises koolis (1954–1958) ja Tartu 5. Keskkoolis (1958–1962). Pärast keskkooli lõpetamist sai temast Eesti Põllumajanduse Akadeemia Põllumajanduse (EPA) mehhaniseerimise teaduskonna üliõpilane (1962–1970). Ülikooliaastate hulka mahtus ka tollal kehtiv kohustuslik sõjaväeteenistus (1962–1967).

Pärast mehaanikainseneri diplomi saamist (1970) kutsuti teda, kui silmapaistnut endist tudengit tööle EPA Loomakasvatuse mehhaniseerimise kateedrisse. A. Leola järgnev tegevus ongi peamiselt seotud õppe-metoodilise ja teadustööga selles või järeltulevates kateedrites. Kuni 1975. aastani oli assistent, järgnes aspirantuur dotsent V. Veinla juhendamisel (1975–1978) ja töö assistendi (1978–1986) ning vanemõpetaja (1986–1992) ametis. Peale teadusmagistri väitekirja kaitsmist teemal *Paiksete söödajaotite võrdlushinnang* (1992) töötas dotsendi ametikohal (1992–1999, 2001–2003), vahepeal lektorina (1999–2001). Professorina töötas ta aastatel 2003–2008. Peale teaduskonna reorganiseerimisi töötab A. Leola 2008. aastast Eesti Maaülikooli (EMÜ) Tehnika-instituudi dotsendina.

Juubilar on õpetanud zooinseneri- ja agronoomiateaduskonna üliõpilastele loomakasvatuse mehhaniseerimist ja elektrifitseerimist ning hiljem tehnika-teaduskonna üliõpilastele loomakasvatuse mehhaniseerimist, farmiseadmete teooriat ja tehnoloogiate projekteerimist ning põllumajandusmaterjale. Praegu õpetab tehnikainstituudi üliõpilastele karjandustehnikat, farmiseadmete teooriat, põllumajandusmaterjale ja põllumajandusergonoomikat ning tehnikakolledžis karjandustehnikat ja biotehnilisi süsteeme.

Uurimissuunaks on juubilar valinud lehmade pidamisviiside ja -tehnoloogiate, eriti nende lüpsmise, lüpsiseadmete kasutamise ja lüpsiprotseduuride uurimise. Töö hoogustus ja muutus eriti tulemusrikkaks, kui 1991. aastal tema kaasalgatusel loodi põllumajandustehnika instituudi laudatehnika labor. Laboritööna saadud uurimistulemusi kasutas A. Leola oskuslikult ja märkimisväärses mahus loomapidajate nõustamisalases tegevuses, õppepäevadel ja kursustel. Tehnikadoktori väitekirja teemal *Lüpsiseadmete efektiivne kasutamine. Eesti Põllumajandusülikooli laudatehnika labori arendustöö* sai kaitsstud 2001. aastal.

Arvo Leola sulest on ilmunud mitut liiki teaduskirjutisi (seitsme raamatu kaasautor, brošüürid, teadusartiklid, publikatsioonid ajakirjanduses, õppe-materjalid, ettekanded teaduskonverentsidel Eestis, Lätis, Venemaal, Ukrainas ja Valgevenes). Kokku üle saja nimetuse.

Ettekandeid loomakasvatavate õppepäevadel, seminaridel ja kursustel on üle kuuekümmene. A. Leola juhendamisel on kaitsstud kokku mitukümmend diplomiprojekti ja magistritööd põllumajanduse mehhaniseerimise, tootmistehnika ja ergonoomika erialal.

Tema kaasjuhendamisel on jõudnud Ü. Traat tehnikadoktori kraadini, on esinenud ka oponentina Läti kolleegi doktoriväitekirja kaitsmisel.

Peale õppe-metoodilise ja teadustöö tegutses A. Leola Eesti Põllumajandusülikooli Põllumajandustehnika instituudi juhatajana (1998–2003), EMÜ Tehnikainstituudi farmitehnika ja ergonoomika osakonna juhatajana (2003–2013) ning aastast 2005 töötab tehnikainstituudi õppedirektorina. 2010. aastal valiti Arvo Leola Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi presidendiks.

Saavutuste eest pedagoogilises, teaduslikus ja ühiskondlikus töös on Arvo Leolale avaldatud korduvalt kiitust rektori käskkirjaga, talle on antud põllumajanduse valdkonnas eduka tegutsemise eest põllumajandusministeriumi Hõbedane teenetemärk ning viljaka koostöö eest Tartu linnaga Raefondi preemia.

Vaatamata kõrgele eale on juubilar tööametis ja ühiskondlikult aktiivne ning kadedusväärselt hea tervise juures. Supilinnas hoiab ta heas korras oma maja ja aeda koos omapärase aiamaajaga. Arvo Leola on sõbralik, hindab head huumorit, teeb ka ise nalja, otseütlemisega ja ei solvu kui saab kuulda asjakohast kriitikat. Temale meeldib matkata, kui on vaja jõuda linna ühest äärest teise, teeb seda jalgsi. Kaugemale jõudmiseks kasutab jalgratast, harva autotransporti.

Akadeemiline Põllumajanduse Selts ja kolleegid EMÜ Tehnikainstituudist soovivad juubilarile jätkuvalt head tervist, õnne ja kordaminekuid järgmisteks aastateks.

Emeriitprofessor Boris Reppo

AUGUST MILJAN 125 ja ARTUR MILJAN 105

Tänavu suvel tähistati kahe teeneka põllumajandusteadlase sünniaastapäeva.



August Miljan sündis 7. septembril 1889. aastal Tootsijaagu talus Mäekülas Pilkuse vallas Tartu maakonnas. Hariduse sai ta Otepää kihelkonnakoolis, mille lõpetas 1904. a. Keskkoolist hakkas ta omandama Nuustaku Kooli Seltsi II järgu erakoolis (Nuustaku Progümnaasium) ja Hugo Treffneri Gümnaasiumis Tartus.

1910. aastal käis August omal käel Soomes põllumajanduspraktikal. Suur pere ja sissetulekute nappus sundisid suuremat osa koolis käimise kuludest katma omateenitud rahaga. Raha teenis ta algkooliõpetaja tööga Meeksi valla Naha koolis aastatel 1914–1915 ja aastatel 1915–1918 mõisavalitsejana Veneemaal Tambovi ja Rjazani kubermangudes. Pärast koju jõudmist 1918. aastal Saksa okupatsiooni ajal asus ta organiseerima Otepääl põrandaalust kaitseliitu. 1918. aastal alanud Vabadussõjas osales ta vabatahtlikuna Kuperjanovi Partisanide Pataljonis ning hiljem võitles Kooliõpilaste Pataljonis.

Pärast Vabadussõda jätkas August õpinguid Tartu linna õhtuse ühiskümnaasiumis. Ta tundis elavat huvi põllumajanduse vastu, kuid kuna tal ei olnud veel keskharidust, sai ta 1919. aastal asuda Tartu Ülikooli vastloodud Põllumajandusteaduskonda õppima vaid vabakuulajana. Nii ta kahel rindel korraga õppiski – õhtugümnaasiumis ja põllumajandusteaduskonnas. Samal ajal jätkus tal veel jõudu töötamiseks Tartu Eesti Põllumeeste Seltsi asjaajajana (1919–1921), kus organiseeris Eesti Vabariigi esimest põllumajandusnäitust Tartus. Aastatel 1921–1922 oli ta Tartu Ülikooli Taimebioloogia katsejaama laborant ja 1922–1929 Tartu Ülikooli Põllumajandusteaduskonna Taimekasvatuse kabineti ja Taimekasvatuse katsejaama noorem- ja vanemassistent prof Nikolai Rootsi juhendamisel. Pärast õhtugümnaasiumi lõpetamist 1922. aastal sai temast Põllumajandusteaduskonna statsionaarne üliõpilane. August oli aktiivne Eesti Üliõpilaste Seltsi (EÜS) liige. Tartu Ülikooli lõpetas ta 1926. aastal *cum laude*. Lõputöö teemaks oli *Tootsijaagu talu organiseerimiskava*. Juba samal aastal esitas ta magistritöö *Lutsern ja selle kasvatamine Eestis*, mille põhjal kaitses *cum laude* ga *magister agronomiae* kraadi Tartu ülikoolis. Silmapaistva agronoomina ja põllumajanduse eriteadlasena valiti ta Tartu Ülikooli stipendiaadiks ja ta täiendas end heinakasvatuse alal. Aastatel 1926–27 oli ta ülikooli valitsuse poolt komandeeritud Zürichisse Eidgenössische Technische Hochschule juurde end täiendama taime- ja heinakasvatuse alal. Paralleelselt kuulus ta ka geobotaanika loenguid. Õppetöö vaheaegadel käis ta tutvumas Austria ja Saksamaa ülikoolide laboratooriumite ja erialaste katsetöödega.

Aastatel 1929–1935 oli August ülikoolis kaugõppe doktorantuuris ja uuris oma kodukandi looduslikke rohumaad, mille põhjal koostas väitekirja teemal "Vegetationsuntersuchungen der Naturwiesen und Seen im Otepääschen Moränengebiet", mida kaitses omandas *doctor agronomiae* teaduskraadi. Intensiivselt tegutses ta ka Akadeemilises Põllumajanduslikus Seltsis (1923–1929), kus kirjutati 5-kõitelist eesti-keelset suurteost "Põllumehe käsiraamat", mille II köite kaasautoriks August Miljan oli (see köide ilmus Tartus 1928. a). Sinna kirjutab ta ühe peatüki heina-seemnekasvatusest ja teise mugul- ja juurviljadest.

1929. aastal kutsuti August Jäneda Põllumajanduskooli juhatajaks-õpetajaks, kus ta töötas kuni 1941. aastani.

1941–1944 oli dr August Tooma Põllundus- ja Maa- paranduskooli õpetaja ning Tooma Soouurimise Katseinstituudi direktor. Seal kutsuti ta 1944. aasta sügisel (18. okt) Tartu Riikliku Ülikooli Taimekasvatuse kateedri juhataja-professori kohale, kus ta pani sõjatules hävinud kateedri taaskord aluse ja töötas seal 1944–1945 kevadeni.

Sel ajal oli ta ainus doktorikraadiga õppejõud Põllumajandusteaduskonnas.

1945. aastal hakkas Augusti vastu huvi tundma NKVD ja ta kutsuti Pagari tänavale ülekuulamisele. Endised õpilased hoiatasid teda võimaliku arreteerimise eest ja mai lõpust alates läks ta "põranda alla", elades algul Tallinnas, hiljem Kehra vallas Pikaveskil, kasutades vale nime August Lepmets. Nii ta õõbis kord Pikaveskil, kord Vetla saeveskis, kord mõisa telliskivivabrikus. Lühikest aega peatus ta ka Triigi sovhoosis. Iga päev oli täis ootust ja hirmu. August tegi sovhoosis luudasad ja telliseid, saagis palke, ehitas dreanaži ja palju muid töid. Julgeoleku meestel oli siiski enam-vähem teada, kus ta ennast varjab ja nii võeti ta 1956. aastal Vetla saeveskis kinni. Kuna Augustile mingit süüd kaela ei õnnestunud määrada, võis ta oma õige nime tagasi võtta ja järgnenud aeg oli juba pisut lahedam.

1956. aasta juunist 1957. aastani töötas ta Tooma Soouurimisinstituudis geobotaanikuna ja hiljem Kuivendussüsteemide Eksploataatsiooni Tartu Territoriaalvalitsuse Põltsamaa ja Kursi jaoskonna melioraatorina. Alates 1957. aasta maist töötas ta ülikooli botaanika teadusliku töötajana, laborandina ja laboratooriumi agronoomina. Pensionile jäi August 1967. aastal.

Dr August Miljan oli aus ja tulihingeline isamaalane. Ta oli üks Eesti Vabariigi põhiseaduse (1937) väljatöötajatest ja Riigivolikogu liige (Tapa ringkonna esindaja). 1939. aastal omistati Valgetähe IV klassi orden. Vankumatu optimistina lootis ta ka sügaval nõukogudeajal, et tema kui riigivolikogu vanim liige avab kord uuesti Eesti Vabariigi Riigikogu istungi. Ta oli üks neist paljudest, kellele andis elujõudu ja töötahet usk Eesti Vabariigi taassündi. Ta teatas igal

kevad, et hiljemalt sügiseks on eesti jälle vaba ja igal sügisel ütles, et kevadel tuleb "valge laev". Kahjuks ei jõudnud ta seda vabadust ära oodata. August lahkus meie hulgast 25. augustil 1973 ning maeti Tartus Peetri uuele kalmistule.

August Miljani teadustööde arv ulatub ligi sajani. Nende hulgas on lühemaid artikleid, aga on ka väga mahukaid uurimusi nagu *Mugultaimed ja juurvilja kasvatamine* Põllumehe käsiraamatus. Kunagised



Artur Miljan sündis 25.06.1909 Otepääl Tootsi-jaagu talus pere kaheksanda lapsena. Koolihariduse sai ta Otepää Gümnaasiumis (1918–1929). Pärast gümnaasiumi lõpetamist 1929. aastal astus ta venna eeskujul Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonda, mille lõpetas 1935. a. Tema töökohaks pärast lõpetamist sai Jõgeva sordiaretusjaam, kus ta töötas algul assistendina. Kui asutuses moodustati kiudtaimede osakond määrati Artur seda juhtima. Tööga samaaegselt tegeles ta oma magistr töö kirjutamisega. Magistr töö teemal *Vihmutamise mõju kiulinale* kaitses ta 1941. a. 1945. aastal atesteeriti Artur põllumajandusteaduste kandidaadiks ja talle omistati teadustöötaja kutse. 1946. aastal määrati ta Jõgeva Sordiaretusjaama teadusdirektoriks, kus ta uuris edasi kiud- ja õlitaimi. Kuna Arturi vend oli sel ajal "põranda all" ja NKVD arvates Artur teadis, kus vend end varjab, kutsuti teda korduvalt julgeolekusse välja ja kuulati üle sellele organisatsioonile omaseid võtteid kasutades. Lõpuks, 1954. aastal, tuli Moskvast korraldus, et selliste sugulussidemetega inimene ei tohi töötada riiklikus teadusasutuses ja ta vallandati töölt. Töölt vallandati ka Arturi õemes Arnold Malleus. 1955. aasta 1. jaanuarist asus Artur tööle Viljandi Sordikatsepunktis vanem agronoomina. Kaebused ja kahtlused

põllumajandusajakirjad *Põllumees*, *Karjamajandus*, *Agronoomia*, *Eesti mets*, *Niit ja karjamaa* avaldasid meeleldi August Miljani sisutihedaid ja rahvalikult kirjutatud artikleid. Tema sulest on ilmunud Eesti Aianduse ja Mesinduse Seltsi väljaandena ka rida lillekasvatust käsitlevaid artikleid: *Liiliad*, *Gladiolid*, *Varakevadisi sibullilli*.

ebasobivast taustast jõudsid aga ka Viljandisse ja Artur hakkas juba uut töökohta otsima mõnes kolhoosis või sovhoosis. Lõpuks võttis sordiinspeksiooni tollane juhataja endale vastutuse ning Artur sai jätkata tööd agronoomina.

1959. aastast kuni pensionile minekuni 1981. aastal töötas ta sordikatsepunkti juhatajana ja hiljem pensionärina veel seitse aastat agronoomina (Viljandimaal Kamaral).

Artur Miljan suri 11. jaanuaril 1992, ta on maetud Viljandi Metsakalmistule.

Varasematel aegadel ilmus tema sulest hulgaliselt asjalikke kirjutisi ajakirjades *Agronoomia*, *Põllumees*, *Talu*, *Uus talu* ning viimastel aastatel *Sotsialistlikus põllumajanduses*, kogumikus *Aktuaalset põllumajanduses* ning ajalehtedes *Talurahvaleht*, *Rahva Hääli*, *Edasi* ja *Tee kommunismile*. Ta oli aktiivne Eesti Üliõpilaste Seltsi (EÜS) liige. EÜS-i liikmed tähistasid Eesti lipu aastapäevi Otepäa kirikus ka nõukogude ajal ja vanemal generatsioonil oli noorematele liikmetele suur mõju. 1984. aastal saadeti kõigile EÜS liikmetele soovitus Otepäale Eesti lipu aastapäeva tähistamisele mitte minna. Sellele vaatamata oli juubeliüritusel palju osalejaid aga repressioone nende vastu ei järgnenud.

Artur Miljan kuulus ka Eesti Looduskaitse Seltsi ja oli selle Viljandi osakonna üks asutajatest. Ta oli ka agar jahi- ja kalamees.

Jaan Miljan

100 AASTAT AGROMETEOROLOOG JA -KLIMATOLOOG KARL PÖIKLIKU SÜNNIST



Karl Adolf Põiklik sündis 11. juulil 1914. aastal Rakveres jalanõude kaupluse omanike perekonnas. Samas linnas mõõdusid tema lapsepõlv ja kooliaastad. Pärast 1933. aastal Rakvere Ühisgümnaasiumi lõpetamist suundus õppima Tartu Ülikooli majandusteaduskonda, mille lõpetas 1940. aastal *cum laude*. Oli korporatsiooni Fraternalitas Estica vilistlane. 1938.–1942.

aastal töötas Tartu Ülikoolis abijõuna riigi- ja kommunaalmajanduse alal ning 1942.–1944. a oli ärijuhiks Eesti Kirjastus-Ühisuses Postimees. 1944. aastal asus pärast meteoroloogiaalast väljaõpet tööle Kuusiku ilmajaama vanemvaatlejaks. Töötas mitme ilmajaama (agrometeoroloogiajaama) juhatajana: aastatel 1949–1951 Pärnus, 1951–1964 Kuusikul ja 1964–1974 Jõgeval. 1974. aastast kuni pensionile minekuni 1975. aastal oli ENSV Hüdrometeoroloogia Valitsuse agrometeoroloogiaosakonna juhataja. 1977.–1986. a töötas RPI "Eesti Põllumajandus Projektis". Suri 23. detsembril 1990. aastal.

Kuusikul puutus Karl Põiklik kokku Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi katsebaasis tehtavate mitmekülgsete uurimistöödega, mille mõjul tekkis tal sügavam huvi agrometeoroloogia vastu. Kõigepealt pööras ta tähelepanu öökülmade esinemisele ja intensiivsusele erineval kõrgusel mulla pinnast, erinevates taimikutes. Vaatlusmetoodikat täiendas andis see töö häid tulemusi, leidis tunnustust nii põllumajandusteadlaste kui ka põllumeeste hulgas. Edasi jätkusid taliviljade talvitumisega seotud uuringud sõltuvalt varuainete kogunemisest sügisel ning soojanõudliku maisiga seotud põhjalikud uuringud.

Kuna tegevus väljus tavalise ilmajaama tööprogrammi raamest, siis muudeti Karl Põikliku initsiatiivil 1956. aastal Kuusiku ilmajaam agrometeoroloogiajaamaks. Tal oli idee välja arendada agrometeoroloogiajaam Eesti keskosale iseloomuliku kliima ja tüüpilise mullastikuga kohas, sordiaretuse keskuses. ENSV Ministrite Nõukogu tasemel asju ajades suutis ta saada Jõgevale maeraaldisse, kuhu ehitati esimene kontorihooned ja see mõte sai teoks – 1964. aasta septembris koliti agrometeoroloogiajaam Jõgevale.

Järgnevad aastad kujunesid kõrgperioodiks Karl Põikliku elutöös – agrokliima ja agrometeoroloogiliste tingimuste oluliste erinevuste mõju uurimisel põllumajandustootmisele, põllukultuuride saagikusele. Esmased katsealad olid Jõgeval jaama lähikonnas, edaspidi aga laienesid mikrokliima vaatlused Peipsi madalikule ja Pärnu lahe äärde kurgikasvatuse piirkondadesse. 1966.–1967. a kevadel ja sügisel korraldas K. Põiklik koos TRÜ geograafidega ekspeditsiooni Saaremaale, et saare siseosade kliimat täpsustada. Tema algatusel hakati Eesti ilmajaamades tegema lisavaatlusi maapinna lähedases õhukihis. Põllumajanduse tõus, põllutööde tempode ja saagikuse võrdlus tingis selle, et

tuli senisest rohkem arvestada kohaliku (majandite, põldude) reljeefi, mullastiku ja ilmastiku tingimustega. 1968. a algas Karl Põikliku initsiatiivil ja juhtimisel ulatuslik Võru ja Pärnu rajooni põllumajanduslike maade agro- ja mikrokliima uurimine. Uuriti tüüpiliste põldude öökülmaohtlikkust, muldade tahenemist, soojenemist ja niiskusrežiimi, samas määrati ka peamiste põllukultuuride bioloogilist saagikust. Juba Kuusiku perioodil hakkas Karl Põiklik soovutama majanditele asutada oma meteoroloogilisi vaatluspunkte, eesmärgiga rajada neid igasse majandisse. Suurema hoo sai majandipunktide asutamine seoses mikrokliima uurimisega ja 1970ndateks aastateks kasvas majandi vaatluspunktide arv Eestis 160ni. See oli väärtuslik täiendav agrometeoroloogiline informatsioon (koos H MV vaatlusvõrgu andmetega), mida oli võimalik kasutada ilmaanalüüsid.

Seoses ulatuslike uurimistöödega suurenes agrometeoroloogiajaama koosseis, arendati ja ehitati välja materiaaltehniline baas. Karl Põikliku juhtimise ajal kujunes Jõgeva agrometeoroloogiajaam üheks eesrindlikumaks jaamaks kogu NSV Liidus. Nii suures mahus põllumajanduskõlvikute mikrokliima ressursside uurimine, erinevuste välja selgitamine ja kaardistamine oli esmakordne NSVL-s, mistõttu äratas see suurt huvi ja tööga sõideti tutvuma, tuldi praktikale üle kogu Nõukogude Liidu.

Karl Põiklikku iseloomustas tihe koostöö nii teadlastega kui ka praktikutega. Ükski uurimistöö või ettevõtmine ei alanud enne põhjalike plaanide koostamist, läbiarutamist TRÜ, EPA, Tõravere AAI, MMTUI (Jõgeva Sordiaretuse Jaama) ja hüdrometeorosüsteemi Moskva, Obnitski ja Leningradi instituutide teadlastega, rääkimata otsesest koostööst Eesti Agrometeoroloogia Laboratooriumi, rajoonide põllumajandusvalitsuste (hiljem ATK) ja näidismajandite spetsialistidega.

Karl Põiklik oli väga hea agrometeoroloogilise teabe propageerija. Tema ettekanded olid oodatud nõupidamistel, konverentsidel, seminaridel ja mujal. Ta esines sageli raadios ja televisioonis, avaldas perioodikas ja kogumikes ligi 650 artiklit, millest ligi 50 olid seotud uurimistöödega. Mitmed artiklid ilmusid üleliidulistes väljaannetes. Ta on õpiku *Üld- ja agrometeoroloogia* (1964) koostaja ning osade peatükkide autor. Tema poolt kirjutatud tuntumateks trükisteks põllumeestele on: *Põld, ilm ja saak. Agrometeoroloogia* (1977), *Ilmaressursid põllumajanduses, kuidas ilma paremini ära kasutada* (1986). Tema tööd on hinnatud mitmete Üleliidulise Rahvamajanduse Saavutuste Näituse medalitega. 1975. aastal omistati Karl Põiklikule ENSV teenelise põllumajandustöötaja aunimetuse.

Kasutatud kirjandus

EE 14, Eesti elulood. 2000. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, lk 387.

K. Kivi. 1992. Karl Põiklik 75. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 27, lk 182–186.

Laine Keppart
Helle-Mare Raudsepp

DOTSENT HARRY MAURING – 100



Harry Mauring sündis 6. septembril 1914. a Harjumaal, Kiiu vallas metsniku peres. Juba 9-aastaselt toodi ta Tartu H. Treffneri gümnaasiumi, lõputunnistuse sai 1934. a, sellele järgnes ajateenistus kaitseväes. Aasta hiljem astus ta Tartu Ülikooli põllumajandusteaduskonda.

Kuna allkirjutanu on olnud tudengina H. Mauringu juhendataval kursusel ja tema näpunäidetel kirjutanud 1979. a diplomitöö Luunja sovhoosi veisekarja aretuse kohta ning mõni aasta hiljem saanud tema mantlipärijaks hobusekasvatusalasel õppetööl – siis oli mul H. Mauringuga juttu möödunud natuke enam kui tollal tavaks oli.

Mäletan kui ta meenutas ennesõjaaegset 1938. a lõpupraktikat Luunja Riigimõisas. Valitseja Hahn olla teinud saksakeelseid hommikusi tööjaotusnõupidamisi, praktikant pidi kiitma usinamaid põllutöölisi, veidi tagasihoidlikumaid sealsamas aga väga viisakalt tagant utsitama. Riigimõisa 40 hobusest olla enamikul nii täpne ajataju, et nad vaid paar minutit enne kellatorni lööki lõunavaheks seisma jäid. Riigimõisaid pidas H. Mauring põllumajandusteadlaste ja intelligentsi taimelavaks.

TÜ põllumajandusteaduskonna lõpetas H. Mauring agronoomina nelja aastaga, selle kohta on Ülikooli Nõukogu otsus 20. oktoobrist 1939. Veel enne lõpetamist, 1. aprillil 1939, sai ta oma teaduskonna loomakasvatusteaduskonnas (kateedris) ajutise abijõu koha. Järgnes töö prof August Muuga juures assistendina (1941). Saksa okupatsiooni ajal sai Mauringust Vasula kodumajanduskooli juhataja ja ta kaitses sel ajal ka magistratöö teemal *Piimalehmade mineraalainete tarve ja selle arvestamine ratsioonide koostamisel*. Piirikaitserügementi mobiliseeriti H. Mauring 1944. a veebruaris, juunikuust n.ö hüppas kõrvale, varjas end Harjumaal Rooküla metskonnas, Laidemaa vahtkonnas. Sama aasta 1. novembrist sai ta TÜ Loomakasvatuskateedris assistendikoha, viis läbi praktikume ja õpetas loomakasvatuse aluseid teistele teaduskondadele. Teatavasti Moskva VAK ei kinnitanud sõjaaegseid, siinpool rindejoont kaitstud teaduskraade, seega pidi ta hakkama otsast peale.

Alates 1946–1947 õppeaastast spetsialiseerus H. Mauring vanemõpetajana hobusekasvatusele, (kohakaasluse alusel oli ta veel ENSV TA ELVTUI vanemteadur 1947–1949), pärast EPA moodustamist tuli ta Tartu Ülikoolist üle esimese eriloomakasvatuse, hiljem kuni lõpuni aretusõpetuse kateedrisse. Viimases viis ta läbi meie eesti, tori ja eesti raskeveohobuste jõudluse võrdluskatseid, eriti just pikamaadistantsidel (25 km). Selle alusel valmis kandidaaditöö *Hobuste kasutamine töödel ja sobiv põllumajandusliku hobuse tüüp Eesti NSV-s*. Selle kaitsmise eest 23. novembril 1956. a anti VAK-i kinnitusel talle 1958. a dotsendi kutse. Õpetas põhiliselt hobusekasvatust zootehnikutele ja loomakasvatuse aluseid agronoomidele jm.

Harry Mauring oli viljakas kirjamees. Trükist ilmusid kokkuvõtted uurimustöödest ja praktikumijuhised. Õpik *Hobusekasvatus ja ratsasport* ilmus koguni kahel korral (1982 ja 1986). Sama arv kordi ilmus ka *Loomakasvatuse alused* (1974 ja 1979). Esimestele talunikele, tollastele individuaaltootjatele, suunatud *Loomakasvatus kodumajapidamises* (1981) oli ta koostaja.

Harry Mauring oli hinnatud õppejõud, temast õhkas vana aja härrasmehelikkust, kamraadlikkust ja korporandi vaimu. Traditsioonilistelt rebasekslõõmise pidudelt kohvikust *Sigma* marssisime üheskoos ülevas meeoleolus ja tema eestvõttel vanu tudengilaule lauldes läbi linna. 1970-ndate lõpus oli see küllaltki riskantne ettevõtmine, eriti tema poolt.

Ettevõtlikuks jäi H. Mauring ka eraelus. Koos TRÜ saksa keele õppejõust abikaasa Elsaga ehitasid nad Roosi tänavale ilusa maja, Pühajärvel renoveerisid vana keldri peale suvila ning kahekuulise pedagoogipuhkuse ajal kasvatas Harjumaal isatalus kõõgiljaseemet jms. Mõlemast abielust pojad ja tütrepojad tegelevad teadus- ja õppetööga füüsika valdkonnas.

EPA-s töötas H. Mauring kuni pensionile siirdumiseni 1984. õppeaasta algusest. Ta suri ootamatu haiguse tagajärjel 25. novembril 1985. aastal ja on maetud Tartu Raadi surnuaiale õppejõudude (vana saksa) osale.

Sügava lugupidamise ja tänutundega oma esimesele akadeemilisele isale,

Heldur Peterson
Pm. tead. kand.

Prof. dr hab. ANDRZEJ WITOLD SADOWSKI – *in memoriam*

Member of International Editorial Board of *Agraarteadus*/Journal of Agricultural Science

14.02.1931–†23.06.2014



Professor Andrzej Witold Sadowski was professor in the field of horticulture – pomology; Professor Emeritus of Pomology Department, Warsaw Agricultural University – SGGW (at present Warsaw University of Life Sciences – SGGW); Doctor honoris causa of Warsaw Agricultural University – SGGW; and Doctor honoris causa of St. Stephen University in Gödöllő, Hungary.

Andrzej Sadowski lived during the difficult times of the 20th century and his life required fortitude and a decisive moral conduct to overcome its various difficulties. He was born on 14th February, 1931 in Warsaw. After graduating from secondary school in 1949, he started studies at the Horticultural Faculty of Warsaw Agricultural University – SGGW. He received an engineering degree in 1953 and a master's degree in 1954. Already during his master's studies he began work as an assistant in the Pomology Department of Warsaw Agricultural University – SGGW, which was undoubtedly a great honour for a student. After graduating he worked for two years as an agronomist on a State Agricultural Farm at Stara Wieś near Grójec. In 1956 he was sent for doctorate studies to the Timiriaziew Agricultural Academy in Moscow from which he graduated in 1960. It was followed by a year at Rutgers University (USA) on a post-doctoral scholarship. After returning to Poland he once again joined the Pomology Department of Warsaw Agricultural University – SGGW, first as an assistant professor and then as an associate professor (1968) and full professor (1980). In 2001 he received the title of Doctor honoris causa granted by St. Stephen University in Gödöllő, Hungary and by Warsaw Agricultural University. During his time at Warsaw Agricultural University – SGGW he was a deputy dean of the Horticultural Faculty (1974/1975) and he held the office of dean of that Faculty for two terms during the period of 1978–84 as well as head of the Pomology Department from 1984 to 1997. From 1975 to 1978 he worked as a professor in the Colegio de Postgraduados in Chapingo, Mexico where he added Spanish to his multiple language proficiencies. His brilliant scientific career was possible due to his wide international contacts, exceptional abilities and painstaking diligence.

A highlight of the scientific work of Prof. Sadowski was a complex study of mineral fertilization of fruit bearing plants in connection with studies of the tree root system. He also studied the causes of physiological disorders of apples and evaluated the usefulness of various rootstocks and systems of

intensive plantings of apple trees. After his retirement he was fascinated by an innovative approach to forming crowns of young 'Rubin' apple trees by nipping and thus stimulating shoots to branch, which resulted in higher crops. The achievements of his experimental work made Professor Sadowski an outstanding specialist in the field of fertilization and biochemical changes taking place at the root-soil contact, work which was recognized both in Poland and abroad. His research resulted in 135 original papers of which he was either lead author or co-author, 97 scientific reports, 6 textbooks and 130 papers on scientific themes for general public. His research and published papers were highly innovative, often pioneering, and inspired many scientists. His papers and reports were published in prestigious journals and industry magazines both in Poland and abroad.

Throughout his career, Prof. Sadowski attracted many young scientists and doctoral students who, apart from collaborating on productive research, facilitated domestic and foreign contacts, obtained research grants, and participated in symposia and conferences at leading research centres and universities around the world. His graduate students included 8 that were granted doctoral degrees and nearly 80 trained to the masters level, including 5 in the College Postgraduates in Chapingo (Mexico). He participated in numerous international congresses and conferences. He was an organizer or co-organizer of 5 international symposia and conferences at Warsaw Agricultural University – SGGW. Most recently he contributed importantly to the organization of the 13th EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics that took place in Warsaw in September, 2011.

In his scientific activities Prof. Sadowski promoted wide international cooperation, engaging partners from Germany, Belarus, Lithuania, Latvia, Estonia, Russia, Hungary and Canada. In the years 1994–2001 he was a coordinator of programs carried out together with the Belarussian Pomology Institute and the University of Horticulture and Food Industry in Budapest. For 9 years (1990–1998) he served as vice-chair of the Pomology Section of the International Society for Horticultural Science and made key contributions to stimulate this Section and its International Working Groups.

The activities of Prof. Andrzej Sadowski as a researcher, academic teacher and organizer of scientific life at the University, tutor of young scientists and architect of modern pomology were widely recognized and appreciated. He received two awards from the Ministry of Higher Education and Technology and numerous prizes from the Rector of Warsaw University Agricultural University – SGGW. He was honoured with the Gold Cross of Merit and Knight's

Order of Polonia Restituta. He also received a Gold Badge for meritorious service to Warsaw Agricultural University – SGGW.

Professor Sadowski's interests were by no means limited to scientific activities. He was also capable of appreciating the beauty and diversity of nature, spending his holidays on the tourist routes of many countries. His passion was walking in the mountains, contact with nature, and finding beautiful sites among the rocky hillsides. Other passions were his pet monkey and the preparation of home-made fruit liqueurs, including raspberry, cherry, and nut liqueurs. Inspired by the treasures of nature he mastered to perfection methods for bringing out the whole bouquet of marvellous tastes and aromas from fruits.

On 23rd June, 2014 our world became poorer. It lost a man of great stature – friendly and unselfish and at the same time very intent on living and sharing the ethics of a scientist and academic teacher. He was a man of inexhaustible energy, always on the move, full of plans and ideas for new experiments, exploring the world, and maintaining friendships.

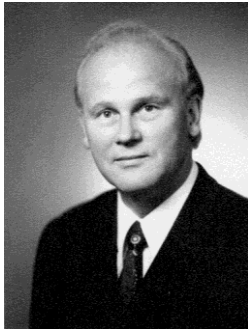
Traits so characteristic of Prof. Sadowski were his creativity, exceptional industriousness and the ability of associating facts that were seemingly not connected. With the death of Andrzej Sadowski the Polish scientific world and the community of Warsaw University of Life Sciences SGGW lost a personality with extraordinary virtues of both mind and character, a tutor of many generations of university students, and a man who astonished others with the originality of his observations. It was long ago observed by Goethe that "It is always said that life is short, however, if a man makes the best of it, he can achieve a lot." That was certainly true in the case of our dear friend and colleague, Professor Andrzej Sadowski.

Prof. Dr. hab. Kazimierz Tomala (Department of Pomology, Warsaw Agricultural University) with contributions from Prof. Dr. Silvano Sansavini (Center for Fruit Breeding, University of Bologna) and Dr. Norman E. Looney (Canada, President of International Society for Horticultural Science

Professor Andrzej Sadowski was a member of international editorial board of *Agraarteadus* / *Journal of Agricultural Science* since 2005.

Põllumajandusteaduste kandidaat ILMAR LAURITS – *In memoriam*

01.04.1927–†12.05.2014



Kui ma Luunjas peazootehnikuna teinekord hommikuti kella nelja ajal mõne lauda juurde sõitsin, et lüpsjaid-talitajaid üllatada, siis tihtipeale oli direktor Laurits enne mind juba kohal. Seejärel võttis ta osa kella seitsmesest nõupidamisest, käis päeval uue aiandi jaoks Tallinnas asju ajamas ning jõudis õhtul sovhoosi peal tiiru tehes ennast kurssi viia päeva jooksul tehtuga. Ikka ise roolis. Muidu oleks 2,5 autojuhikohta pidanud veel lisaks ligi 700 töötajale olema. Töönimesed ei kartnud tema Volga saabumist. Pikka ohvitserikasvu meest koos autost väljahüppava taksikoeraga ikka oodati, et talle otse oma muret kurta. Sünniaastast tulenevalt oli ta omal nahal tundnud paljutki – seetõttu said enamjaolt andeks nii eksinud töömehed kui ka auto sisepolstri komposteerinud taksikoer. Viimaste nimed tulenesid tal ikka Vana-Rooma keisrikodadest. Varajane tõusmine, lugupidav suhtumine alluvatesse, samal ajal nõudlikkus kokkulepitu saavutamiseks – see kõik oli positiivseks eeskujuks noorematele spetsialistidele.

Lauritsat mäletatakse enamasti 12-hektarilise aiandi ja Anne katlamaja loojana. Vähemad on kursis tema ettevõtmistega Luunja mõisakompleksi taaskasutusse võtmisel, sellealaste restaureerimistega jms. Mahajäänud majanditele ehitasid KEK-id ja MEK-id. Tartu rajoonikeskusest öeldi: Luunja pikk saab ise hakkama, ja saigi. Allakirjutanul oli võimalik eeskätt tänu Lauritsale käivitada 1980. a kohalik ratsaspordibaas ja arendada nn perekondlikku töövõttu ning temalt oli ka teise akadeemilise isana heakskiit minu aspirantuuri minekul.

Direktor Laurits pani rõhku heakorrale. Ta tõi näite, et enne sõda Luunja Riigimõisa valitseja Hahn olla tulnud välismaalt ja nägi pargis riisumata lehti. Kohe võeti töölised kartulipanekult, riisuti park ja pandi kartulit edasi. Veel teinegi näide temalt. Riigimõisa nädala palgarehkendusteks saadeti andmed reedeti liinibussiga Tallinna Seemnevilja Ühisusse, laupäeviti pealelõunal maksti palk välja jms.

Kuidas Ilmar Laurits kõike jõudis? See selgub pilgudest tema elu- ja teenistuskäigule. Ta sündis 1. aprillil 1927. a Tartumaal Krüüdneri vallas Maaritsal taluomaniku noorima lapsena. Koolitee algas Krüüdneri algkoolis (1935), järgnes Otepää Gümnaasium (1940–1944), sõja-aastad ja sundteenistused, Tartu 6. Keskkool ja asumine üliõpilaseks (1948) ning EPA zootehnikateaduskonna lõpetamine (1955). Edasi tuli Rakvere rajooni Roela sovhoosi peazootehniku ja sama rajooni põllumajandusinspeksiooni peazootehniku (1956–1962) ametikoht, hiljem sama rajoonis Vinni Nädissovhoostehnikumi direktori asetäitja (1962–1965) ametikoht ning Tartu rajooni Põllumajanduse juhataja asetäitja amet.

Ilmar Laurits kaitses 1972. a prof. Karl Kurmi juhendamisel põllumajandusteaduste kandidaadi kraadi. Uurimusteemadeks olid uuslõpsi- ja kinnisperioodi pikkuste ning poegimisaja mõju piimatoodangule. Tema kirjutised ja trükitud juhendid olid suunatud rohkem praktikutele.

Alates 1973. aastast algas Lauritsal tema küpseim ja tuntuim eluperiood Luunja sovhoosi direktorina. ENSV teenelise zootehniku aunimetus omistati talle 1977. aastal, kümnekond aastat hiljem aga riiklik preemia. Direktori ameti pani ta maha 1992. aastal, seoses reformidega. Mitmel korral oli ta valitud Luunja Vallavolikokku, 2005. a omistas Vabariigi President talle Valgetähe IV klassi ordeni.

Pensionipõlve pidas I. Laurits Tartu-lähedases Lohkva külas Lepiku talus, tegeles köögi- ja puuviljandusega, kinkis teda külastanud endistele kolleegidele erialakirjandust, eriti huvitus endiselt (taksi)koertest ja hobustest.

Ilmar Laurits oli abielus Leonore Lauritsaga alates 1954. aastast, peres kasvas kaks poega ja tütar. I. Laurits suri 12. mail 2014. a. Ta on maetud Tartusse Puiestee tn kalmistule.

Heldur Peterson
Pm. kand.

PAUL LÄTTEMÄE – in memoriam

17.08.1955–†01.08.2014



Meie hulgast on lahkunud teenekas põllumajandusteadlane põllumajandusdoktor Paul Lättemäe.

Paul Lättemäe sündis 17. augustil 1955 Järvamaal Koerus. Ta lõpetas Eesti Põllumajanduse Akadeemia mehhaniseerimise teaduskonna insener-mehaanikuna 1978. aastal. Pärast EPA lõpetamist asus ta tööle Eesti

Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituuti. Aastatel 1978–1988 oli Paul Lättemäe Erikonstrueerimise Büroo juhtiv konstruktor ja 1989–1992 EMMTUI söodatootmise tehnoloog. Aastal 1992 suunati Paul Lättemäe Eesti Maaviljeluse Instituudi poolt täiendõppesse Rootsi Põllumajanduse Ülikooli, kust suundus 1994 aastal sama ülikooli doktorantuuri.

Seal kaitstud doktoritöö *Sileerimine ja rohusöötade väärtuse hindamine. Koristusstrateegiate ja kindlustuslisandite mõju värskelt ja närvtatud rohust valmistatud sööda kvaliteedile* eest anti talle 1997. aastal põllumajandusdoktori teaduslik kraad. Mis oli esimene pärast Eesti taasiseseisvumist. 1997–2001 töötas ta EMVI silolabori juhatajana ja aastast 2002 oli vanemteadur.

Paul Lättemäe teaduslik uurimistöö hõlmas söoda-valmistamise tehnoloogiaid, sileerimisprotsesse ja kvaliteetse sööda tootmise võimalusi. Samuti uuris ta muljutud teravilja säilitamise tingimusi ja kindlustuslisandite mõju silo fermentatsioonile.

Paul Lättemäele on leiutiste eest omistatud 2 autori-tunnistust, tema juhendamisel on kaitstud magistritöid. Teadustöö artikleid ja publikatsioone on trükitud avaldatud ligikaudu 60. Tähelepanu väärtumaks on erialaraamat silost.

Paul Lättemäe tutvustas oma uurimistöö tulemusi aktiivselt ka väljaspool vabariiki. Ta osales rahvusvahelistel silo konverentsidel kuus korda (Soomes, Iirimaa, Walesis, Põhja-Iirimaa Belfast, USAs, Brasiilias) ning Euroopa Rohumaade Föderatsiooni sümposiumidel viis korda (Sveitsis, Saksamaal, Poolas, Islandil, Rootsis). Ta oli aktiivne Eesti Rohumaade Ühingu liige, kuulus Akadeemilise Põllumajandusseltsi eestseisusesse.

Maaelu armastava inimesena meeldis talle puuviljandus ja aiandus koos abikaasa Siljaga rajas kauni kodu Saku. Talle meeldis klassikaline kitarrimuusika, mida ka ise õppis ja tihti mängis.

Paul Lättemäe peres kasvas üles kaks poega ja kaks lapselast.

Paul Lättemäe oli otsiv hing, kes püüdis leida alati parimaid ja uudseid lahendusi. Visiooni ja kuvandi nimel oli ta valmis pingutama, otsima ise teed kuidas toime tulla.

Paul Lättemäe oli oma töökaaslastele väga hea ja toetav sõber. Ta suhtus elusse elegantselt, temaga oli lahe rääkida kalapüügist, muusikast, huvitavatest paikadest maailmas. Töökaaslasena oli ta hea partner, kes suutis ise otsustada ja tegusid teha. Meil on raske tema minekut mõista. Me tunneme oma sõbrast puudust.

Mälestus Paul Lättemäest kui ereda isikupäraga heast kolleegist jääb püsima.

Uno Tamm
Heli Meripõld

