

# HARULDASTE MULDMETALLIDE TOIMEST KÖÖGIVILJADELE

M. Järvan

Haruldasi muldmetalle, mille tootmismahult AS Silmet asub maailmas teisel kohal, on peale põhiliste rakendusalaade võimalik kasutada ka taimekasvatuse väetisena. Eriti kiiresti on laienenud haruldasi muldmetalle e. lantanoide sisaldavate väetiste tootmine Hiinas. Teaduslikud uuringud haruldaste muldmetallide toime selgitamiseks taimede bioloogilistele protsessidele ja produktiivsusele on tehtud valdavalt Hiina, India, Austraalia jt. kaguriikide, kus asuvad nende metallide suurimad varud, teadlaste poolt. Haruldaste muldmetallide toimet kultuurtaimedele on uuritud alles väga lühikest aega ning selles on veel palju ebaselget. Kätesaadavast kirjandusest paljudes allikates ei ole katsete metoodikat, sh. optimaalseid kasutuskontsentratsioone, avalikustatud.

Haruldaste muldmetallide (HMM) toimet on suhteliselt rohkem uuritud nisul, maisil ja troopilistel kultuuridel. Köögiviljadega tehtud katsetes on HMM soodustanud tomati, paprika ja kapsa noorte taimede kasvu (Alejar jt., 1988), juurte arengut (Guo Baisheng, 1985; Bai jt., 1993; Diatloff jt., 1995), lehtedes klorofüllil ja karotiini sünteesi (Brown jt., 1990; Bai jt., 1993). HMM sisaldavate lahustega töötlemine on parandanud aedoa, tomati ja kurgi taimedel fosfori omastamist (Brown jt., 1990).

Eesti Maaviljeluse Instituudis läbi viidud vegetatsioonikatsetes selgus muu hulgas, et herneseemnete külvielne leotamine HMM teatud kontsentratsiooniga lahustes suurendas tärnanud taimede arvu ja hernetaimede massi. HMM kontsentratsioonid, mis olid efektiivsed hernetaimede kasvu seisukohalt, suurendasid oluliselt fosfori- ja kaaliumisisaldust taimejuurtes, seega nende elementide omastamist (Järvan jt., 1999). Samaaegselt suurenes kaaliumisisaldus hernetaime maapealses osas.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida HMM mitmesuguste kasutusviiside ja kontsentratsioonide toimet köögiviljakultuuride produktiivsusele ning mõnele kvaliteedinäitajatele.

## Materjal ja metoodika

Probleemi selgitamisele asudes ei olnud uurijal vähimatki teavet (vastavaid teadusartikleid õnnestus kätte saada alles hiljem) HMM toimest taimedele. Et ei olnud ettekujutust võimalike taimedele toimivate HMM kontsentratsioonide ja kasutusviiside kohta, tuli katsetes kõigepealt alustada selle väljaselgitamisega.

HMM toime selgitamist alustati 1997. aastal kasvuhooes katses salatiga. Salati kui söödavate ja õrnade lehtedega kultuuri pritsimine lahustega ei ole mõeldav, seepärast segati HMM kasvusubstraadisse. HMM allikana kasutati Silmetist saadud kõrgekonsentratsioonilist nitraatset lahust, mis sisaldas HMM oksiididena arvestatult ( $\Sigma R_2O_3$ ) 215 g/l. Enne turvassubstraadisse segamist lahjendati seda lahust veega vastavalt katsevariandis ettenähtud kontsentratsioonile. Katse salatiga tehti kahes järgus (à 5 varianti): esimeses katses segati turbasse 21,5–2150 mg ja teises katses 0,215–10,75 mg lahust katsenõu kohta. Katsenõud mahutasid 20 liitrit substraati, igasse nõusse istutati 18 salatitaimet. Koristamisel salat kaaluti ja määrati saagi nitraadisaldus.

Aedhernega korraldati katseid kahel aastal ühesuguse skeemi järgi. 2000. aasta katsed olid kolme erineva külviajaga. Enne mahapanekut leotati herneid 3,5 tundi HMM vesilahustes, mille kontsentratsioon oli 0,05; 0,1 ja 0,2%  $\Sigma R_2O_3$ . Kontrollvariandi seemneid leotati vees. Herne külviühendus oli 120 tk/m<sup>2</sup>. Katselapi suurus oli 1,5 m<sup>2</sup>. Katsed olid kahes korduses. Hernekaunu koristati vastavalt valmimisele, igas katses kolmel korral.

Aastail 1998–2000 korraldati kasvuhooes katseid, kus selgitati kurgi- ja tomatistikutega HMM-lahustega pritsimise mõju köögiviljade saagile ja mõnele kvaliteedinäitajale. Turvassubstraadil potitaimedena kasvatatud hästiarenenud istikute lehti pritsiti enne kasvukohale istutamist lahustega, mis sisaldasid 0,05–0,5%  $\Sigma R_2O_3$ , kontrollvariandi taimi pritsiti veega. Katsed olid 5–6 korduses. Üks taim moodustas korduse, saagiarvestust peeti üksiktaimede kaupa. Osas katsetest määrati ka viljade kvaliteedinäitajaid. 1999. aasta katses degusteeriti tomatit kahel korral, kokku 29 hindaja poolt.

## Katsetulemused ja arutelu

Katses salatiga täheldati pärast taimede istutamist katsenõudesse, et kõige kiiremini arenesid salatitaimed substraadidel, mis sisaldasid  $\Sigma R_2O_3$  10,8 ja 53,8 mg liitri kohta. Nende katsevariantide saak oli 12,1 ja 15,8%

suurem kui kontrollil (tabel 1). Ilmnes, et olenevalt kontsentratsioonist võivad HMM mõjutada ka nitraatide akumulereerumist saagisse.

**Tabel 1.** Haruldaste muldmetallide ( $\Sigma R_2O_3$ ) mõju salatile 'Cheshunt'  
**Table 1.** Effect of rare earths ( $\Sigma R_2O_3$ ) on lettuce (variety 'Cheshunt')

$\Sigma R_2O_3$ , mg		Saak / Yield		Salati nitraadisaldus
katsenõu kohta <i>per vessel</i>	1 liitri substraadi kohta <i>per litre substratum</i>	g/nõu <i>g per vessel</i>	%	Content of nitrate in lettuce mg/kg
0	0	754	100	925
21,5	1,075	792	105,0	752
215	10,75	845	112,1	864
1075	53,75	873	115,8	1401
2150	107,5	788	104,5	2145

Salatikatse teises järgus, kus katsetati HMM üliväikseid kontsentratsioone – substraadisse segati  $\Sigma R_2O_3$  0,01–0,5 mg liitri kohta –, ei avaldanud need salati saagikusele ja nitraadisaldusele mingit toimet. Seega eelkirjeldatud katse tulemuste alusel on salatile optimaalne HMM kontsentratsioon umbes vahemikus 10–50 mg ühe liitri kasvusubstraadi kohta.

Aedherne saak suurenes seemnete HMM-lahustes leotamise mõjul kõikides katsetes (tabel 2). Lahused kontsentratsioonides 0,05–0,2%  $\Sigma R_2O_3$  avaldasid peaaegu ühesugust toimet, suurendades hernekaunte saaki nelja katse keskmisena 18,7–21,8%.

**Tabel 2.** Haruldaste muldmetallide ( $\Sigma R_2O_3$ ) mõju aedherne 'Kelvedon Wonder' saagile  
**Table 2.** Effect of rare earths ( $\Sigma R_2O_3$ ) on yield of pea (variety 'Kelvedon Wonder')

Seemnete leotusaeg / Time of seed soaking: 3,5 tundi / hours

Leotuslahuse kontsentratsioon <i>Concentration of soaking solution</i>	Toorkaunte mass / Weight of pods, g/m <sup>2</sup>				
	1999	2000 - I	2000 - II	2000 - III	keskmine / average g/m <sup>2</sup> %
0	1406	1414	1233	1516	1392 100
0,05% $\Sigma R_2O_3$	1590	1722	1786	1610	1677 120,5
0,10% $\Sigma R_2O_3$	1547	1627	1863	1570	1652 118,7
0,20% $\Sigma R_2O_3$	1920	1861	1294	1709	1696 121,8
PD <sub>0,95</sub> / LSD <sub>0,95</sub>					235 16,9

HMM üks taimekasvatuseks kasutamise viise peale kasvusubstraadisse segamise ja seemnete külvielse leotamise on kasvuaegne pritsimine teatud kontsentratsiooniga lahustega. EMVI-s alustati sellealaseid katsetusi kasvuhooonekurgi ja tomatiga 1998. aastal. Kurgiistikuid pritsiti 4 pärislehe faasis ja tomatiistikuid vahetult enne esimese õiekobara nähtavale ilmumist. Paar päeva pärast töötlemist istutati potitaimed lavatite turvassubstraati.

1998. aastal pritsiti tomatiistikuid HMM-lahusega kontsentratsioonis 0,1%  $\Sigma R_2O_3$ , selle tulemusel saadi ühe taime kohta keskmiselt 2,98 kg tomateid. Veega pritsitud kontrollvariandis saadi taime kohta 2,60 kg vilju. Sama aasta katses kurgiga (tabel 3) HMM-ga pritsimine saagilisa ei andnud, kuid ilmnis tendents kurkide kuivainesalduse suurenemisele. HMM toimel vähenes viljades nitraadisaldus.

HMM-lahus kontsentratsioonis 0,5%  $\Sigma R_2O_3$  põhjustas kurgi- ja tomatitaimedel lehekahjustusi, isegi kuni nekroosilaikudeni välja. Selles katsevariandis pidurdus pritsitud lehtede kasv mõnevõrra. Uued, tekkivad lehed arenesid normaalselt. Edasistes katsetes otsustati taimede pritsimiseks kasutada nõrgemaid kontsentratsioone (0,05–0,2%  $\Sigma R_2O_3$ ).

**Tabel 3.** Haruldaste muldmetallide ( $\Sigma R_2O_3$ ) mõju kurgile F<sub>1</sub>'Davista' 1998. aastal  
**Table 3.** Effect of rare earths ( $\Sigma R_2O_3$ ) on cucumber (variety F<sub>1</sub>'Davista') in 1998

Pritsimislahuse kontsentratsioon <i>Concentration of spraying</i>	Saak kg/taimelt <i>Yield kg per plant</i>	Kuivaine % <i>DM %</i>	Nitraat / Nitrate, mg/kg	
			toormaterjalis <i>RM</i>	kuivaines <i>DM</i>
0	6,27	5,93	217	3659
0,1% $\Sigma R_2O_3$	5,76	6,06	172	2838
0,5% $\Sigma R_2O_3$	6,42	6,24	154	2468
PD <sub>0,95</sub> / LSD <sub>0,95</sub>	0,58	0,33	41,3	

Väga päikeserikka 1999. aasta tingimustes mõjus kurgisaagile positiivselt istikute pritsimine 0,1%  $\Sigma R_2O_3$  sisaldava HMM-lahusega, kõrgem kontsentratsioon ei olnud efektiivne (tabel 4).

**Tabel 4.** Haruldaste muldmetallide ( $\Sigma R_2O_3$ ) mõju kurgile F<sub>1</sub>'Strema' 1999. aastal  
**Table 4.** Effect of rare earths ( $\Sigma R_2O_3$ ) on cucumber (variety F<sub>1</sub>'Strema') in 1999

Pritsimislahuse kontsentratsioon <i>Concentration of spraying</i>	Saak / Yield		Viljade arv taimel <i>Fruits per plant</i>
	kg/taimelt <i>kg per plant</i>	%	
0	5,98	100	28,6
0,05% $\Sigma R_2O_3$	5,74	96,0	29,2
0,10 % $\Sigma R_2O_3$	6,65	111,2	34,4
0,20% $\Sigma R_2O_3$	6,05	101,2	31,2
PD <sub>0,95</sub> / LSD <sub>0,95</sub>	0,69		

1999. aastal suurenes tomatisaak HMM 0,1% ja 0,2%-liste lahustega pritsimisel vastavalt 11,7 ja 10,3% (tabel 5). Nende variantide taimedel arenes ka rohkem vilju. Seaduspärasust ei leitud HMM mõjus tomati biokeemilisele koostisele (nitraadi-, suhkru- ja orgaaniliste hapete sisaldusele). Istikute pritsimine 0,05%  $\Sigma R_2O_3$  sisaldava lahusega mõjutas positiivselt tomati maitset. 2000. aasta tingimustes ei suurendanud HMM kontsentratsioonides 0,05–0,2%  $\Sigma R_2O_3$  tomati saagikust.

**Tabel 5.** Haruldaste muldmetallide ( $\Sigma R_2O_3$ ) mõju tomatile 'Moneymaker' 1999. aastal  
**Table 5.** Effect of rare earths ( $\Sigma R_2O_3$ ) on tomato (variety 'Moneymaker') in 1999

Pritsimislahuse kontsentratsioon <i>Concentration of spraying</i>	Saak kg/taimelt <i>Yield per plant</i>	Viljade arv taimel <i>Fruits per plant</i>	Nitraat <i>Nitrate</i>	Suhkur <i>Sugar</i>	Orgaanilised happed <i>Organic acids</i>	Maitse <i>Taste</i>
			mg/kg	%	%	
0	4,77	63,2	23,5	2,96	0,46	3,22
0,05% $\Sigma R_2O_3$	4,73	72,4	24,6	2,80	0,48	3,96
0,10 % $\Sigma R_2O_3$	5,33	79,2	21,0	3,10	0,40	3,40
0,20% $\Sigma R_2O_3$	5,26	79,0	22,6	2,78	0,49	3,54
PD <sub>0,95</sub> /LSD <sub>0,95</sub>	0,51					0,47

Haruldaste muldmetallide parimad kasutusviisid ja optimaalsed kontsentratsioonid köögiviljadel – nagu teistelgi kultuuridel – olenevad taimeliigist, kasvutingimustest ja tõenäoliselt paljudest teistestki teguritest, mis edasistes uuringutes vajavad selgitamist.

## Kirjandus

- Alejar, A. A., Macandog, R. M., Velasco, J. R., Sierra, Z.N. Effects of lanthanum, cerium and chromium on germination and growth of some vegetable species. – Philippine Agriculturist, 71:2, p. 185...197, 1988.
- Bai, B. Z., Ma, J. Y., Tian, W. X., Yang, F., Ling, F. L., Bai, S. Effects of presowing soaking of seeds with rare earth solution on the growth and physiological activity of sunflower. – Oil Crops of China, No. 4, p. 36...38, 1993.
- Brown, P. H., Rathjen, A. H., Graham, R. D., Tribe, T. E. Rare Earth Elements in Biological Systems. – In: Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, Vol. 13 (K. A. Gschneider Jr. and L. Eyring, eds.). 1990, p. 423...452.
- Diatloff, E., Smith, F. W., Asher, C. J. Rare earth elements and plant growth. – Journal of Plant Nutrition (Australia), 18:10, p. 1963...1976, 1995.
- Guo Baisheng. Present and future situation of rare earth research in Chinese agronomy. – In: New frontiers in rare earth science and application (Xu Guangxian and Xiao Jimei, eds.), p. 1522...1526, 1985.
- Järvan, M., Kalmet, R., Rausberg, P. Lantanoidide mõju suvinisu ja herne bioloogilistele protsessidele. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised 9. Tartu, lk. 13...16, 1999.

Käesolev uurimus on tehtud sihtfinantseeritava teema nr. 0110193s98 raames, tööd on toetanud ka AS Silmet.

## **Effect of Rare Earths on Vegetables**

M. Järvan

### **Summary**

Rare earths (RE), large quantities of which are produced in company Silmet, are usable for fertilize in agriculture, too. The purpose of current research was to investigate several using methods and optimal using concentrations of RE on vegetables.

RE are used by prepare of growing substratum for lettuce, by presowing soaking of seeds of garden pea and by spraying of cucumber and tomato plants. As source of RE the high concentrated solution with content of  $\Sigma R_2O_3$  215 g/l was used. Before application respectively to trial variants the solution was diluted.

The optimum concentration of RE for lettuce was 10–50 mg  $\Sigma R_2O_3$  per litre peat substratum, in that case the yield increased 12.1–15.8%. The application of RE influenced nitrate accumulation in lettuce. Presowing soaking of pea seeds in solutions with RE increased the yield of pods 18.7–21.8%. Spraying of tomato and cucumber plants with RE containing solutions had variable results on yield of vegetables. The experiments are continued.