

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1965.1.02>

E. VINT

## MINERAALVÄETISTE EFEKTIIVSUSEST ERI KULTUURIDE PUHUL

Mineraalväetiste kasutamise laiendamine on üheks tõhusamaks vahendiks põllumajandusliku tootmise intensiivistamisel, saagikuse tõstmisel ja põllumajandussaaduste tootmise suurendamisel.

Keemiatööstuse forsseeritud arendamine on NSV Liidu põllumajandusele andnud järjest rohkem mineraalväetisi ning võimaldanud laiendada nende kasutamist. Tsaari-Venemaal oli 1913. aastal mineraalväetist tarvitatud 0,19 milj. tonni, Nõukogude Liidus tarvitati 1940. aastal 3,2 milj., 1953. aastal 6,6 milj. ja 1962. aastal 13,7 milj. tonni.<sup>1</sup> Meie vabariigi territooriumil kasutati mineraalväetisi 1913. aastal 17,8, 1939. aastal 82,5, 1953. aastal 111,4 ja 1963. aastal 353,6 tuhat tonni.

NLKP Keskkomitee 1963. aasta detsembripileenumi otsuses nähakse ette toota 1970. aastal 70—80 miljonit tonni mineraalväetisi, mis võimaldab neid anda suuremates kogustes kõigile kultuuridele. Kuna mineraalväetisi on esialgu veel napilt, lähtutakse praegu põhimõttest anda neid esijoones kultuuridele, mis tagavad suurema efekti. Tekib küsimus, missugused on need kultuurid ja kui suurt enamsaaki üks või teine neist mineraalväetiste kasutamisel annab.

Suurte saakide andmiseks peab taimedel kasutada olema vajalikke toiteelemente, milledest tähtsamad on lämmastik, fosfor, kaalium ja kaltsium. Kuid lisaks neile vajavad nad ka teatud määral väävlit, magneesiumi, naatriumi, rauda, tsinki, mangaani, boori, vaske, molübdeeni ja mitmeid teisi mikroelemente.

Käesolevas artiklis vaatleme ainult lämmastik-, fosfor- ja kaaliumväetiste efektiivsuse üldküsimusi, puudutamata erinevate toitainete sisaldusega ja omadustega lämmastik-, fosfor- ja kaaliumväetiste suhtelist efektiivsust.

Taimesaagi kasvuks ära kasutatud lämmastik-, fosfor- ja kaaliumtoitainete hulga kindlaksmääramiseks on kasutatud K. Lundbladi<sup>2</sup> ja K. Schmalfussi<sup>3</sup>, haljasmaisi osas aga E. Raudvälja<sup>4</sup> andmeid, arvestatuna kaerasöötühikutes, vastavalt meil tehtud analüüside tulemustele. Ka erinevaid perioode ja maid haaravad andmed on arvatud söötühiku näitajana kaerasöötühikutes ühtsete koefitsientidega vabariigi analüüside alusel.<sup>5</sup>

Tabelist 1 näeme, et ühe tonnsöötühiku tootmiseks vajavad teraviljad vähem, kartul

<sup>1</sup> Народное хозяйство СССР в 1958 году. Статистический ежегодник. М., 1959, lk. 444; Народное хозяйство СССР в 1962 году. Статистический ежегодник. М., 1963, lk. 298.

<sup>2</sup> Handling om gödselmedel och kalk. Stockholm, 1961, A 1 : 3.

<sup>3</sup> K. Schmalfuss, Pflanzenernährung und Bodenkunde. Leipzig, 1963, lk. 248—256.

<sup>4</sup> E. Raudväli, Mida tuleb silmas pidada väetistarbekaartide kasutamisel. «Sotsialistlik Põllumajandus» 1964, nr. 7, lk. 295.

<sup>5</sup> A. Muuga, A. Ilus, Eesti söötade keemiline koostis ja toiteväärtus. Tallinn, 1957.

Tabel 1

Ühe tonnsöötühiku tootmiseks vajalik toitainete hulk, kg

	Lämmastikku (N)	Fosforpento- siidi ( $P_2O_5$ )	Kaaliumoksiidi ( $K_2O$ )	Kokku
<i>Tera- ja kaunviljad</i>				
Talirukis	15,7	7,6	14,3	37,6
Oder	18,1	9,4	17,1	44,6
Taliniisu	21,6	9,5	16,6	47,7
Suvinisu	24,5	9,9	19,1	53,5
Kaer	25,1	10,5	21,6	57,2
Hernes	59,0	14,4	16,0	89,4
<i>Mahlakate söötade kultuurid</i>				
Suhkrupeet	16,9	5,0	20,3	42,2
Mais	19,4	6,5	27,3	53,2
Juurvili	24,4	7,7	31,6	63,7
Kartul	26,4	5,5	41,2	73,1
<i>Heinakultuurid</i>				
Timut	24,4	10,5	36,7	71,6
Niiduhein	30,5	13,6	40,7	84,9
Ristik	46,0	10,5	42,9	99,4
Lutsern	50,2	11,3	47,4	108,9

teisest poolest. Kuna tollal vastavaid katsejaamu ei olnud, siis lasksid neid asjast huvitatud suurmaaomanikud teha oma majandites, algul oma äranägemise järgi, hiljem Liivimaa Ökonoomia Sotsieteedi juhendamisel. Nende katsete tulemused on avaldatud ajakirjas «Baltische Wochenschrift», kaaliumväetise osas aga (145 katse kohta) K. Sponholzi aruandes.<sup>6</sup> Talupidajate juures organiseeris väetuskatsete korraldamist dr. A. Eisen-schmidt. Esimese aasta katsetulemused on avaldatud eriaruandena,<sup>7</sup> järgnevate aastate omad ajakirjas «Põllutööleht». Eespool nimetatud katsetulemused on üldiselt puudulikult läbi töötatud, kuid nad näitasid siiski mineraalväetiste mõju mitmete põllukultuuride saakide tõstmisel. Kõige selle tulemusena suurenes Eestis mineraalväetiste kasutamine. Juba enne Esimest maailmasõda kasutati meil, nagu juba märkisime, 17 800 t mineraalväetisi, sellest 1100 t lämmastik-, 14 300 t fosfor- ja 2400 t kaaliumväetisi.

Esimese ja Teise maailmasõja vahel katsetati mineraalväetisi mitmete kultuuride juures Raadi, Kuusiku, Tooma ja Jõgeva katsejaamas, samal ajal toimusid mõnede kultuuridega ka massilised ühiskatsed majapidamistes. Seekordsed katsed korraldati juba ühtlasema meetodika järgi ja nende tulemused avaldati tolaeagsetes põllumajanduslikes ajakirjades, esijoonel «Agronomias», rohumaa ning sookultuuri küsimusi käsitlevates aastaraamatutes ning lühikokkuvõtetenä J. Ümariku poolt toimetatud populaarteaduslikus raamatus.<sup>8</sup> Ka sel ajavahemikul korraldatud katsete tulemused on veel koondkokkuvõttenä ühtse meetodika alusel süstemaatiliselt läbi töötamata.

Nõukogude korra ajal on erilist tähelepanu osutatud mineraalväetiste kasutamise efektiivsuse tõstmisele ja mulla taimetoitainetesisalduse uurimisele. Mullas sisalduva fosfori ja kaaliumi uurimine ning sovhoosidele ja kolhoosidele vastavate väetistarbe-kaartide koostamine on fosfor- ja kaaliumväetise kasutamise vabariigis rajanud teaduslikule alusele. Muldade vase-, boori-, mangaani- ja molübdeenisisalduse väljaselgitamine

ja kõrrelised heintaimed aga rohkem toitained. Teraviljadest vajab rukis ja oder ühe söötühiku tootmiseks tunduvalt vähem toitained kui kaer. Liblik-õielised — ristik, lutsern, hernes — saavad vajaliku lämmastikku mügarbakterite kaudu õhulämmastikust.

Mineraalväetise efektiivsust eri kultuuride puhul on selgitatud vastavate väetuskatsete abil. Kuna aga mineraalväetise toimet mõjutavad nii ilmastik, mullastik, agrotehnika (väetise hulk, andmise viis ja aeg) kui ka mitmed teised tegurid, siis on katsetulemused maksivad vaid vastavates oludes. Üldistuste tegemiseks peab seepärast olema kasutada massilisi katsetulemusi pikema aja kohta.

Mineraalväetiste mõju uurimiseks on meie vabariigile kuuluval territooriumil tehtud märkimisväärselt katseid. Esimesed neist korraldasid mõisnikud juba alates XIX sajandi

<sup>6</sup> K. Sponholz, Kaaliväetusest Eestimaa muldadel. «Agronomias» 1924, lk. 465.

<sup>7</sup> Dr. Aleks. Eisen Schmidt, Väetuskatsete aruanne 1910.

<sup>8</sup> J. Ümarik, Eesti põllumajandusteadus põllumehe teenistuses. Tartu, 1946.

ja vastavate väetistarbekaartide koostamine tagab ka mikroväetiste kasutamise vastavalt vajadusele. Mineraalväetiste efektiivsust on meil uuritud siiani peamiselt katsebaasides ning enamasti rohumaa kultuuride juures. Kolhoosides ja sovhoosides on teraviljade ja kartuliga teinud märkimisväärseid katseid K. Tarandi. Andmeid katsetulemuste kohta on aga avaldatud väga napilt ja sedagi peamiselt rohumaa kultuuride osas. Sõltuvalt katsetoodikast on osast katsetulemustest võimalik välja selgitada ainult lämmastikväetiste efektiivsust, fosfor- ja kaaliumväetise efektiivsust aga saab näidata ainult koosmõjuna.

Analüüsinud mineraalväetiste mõju saakidele vabariigi katsebaasides, jõuab prof. O. Hallik<sup>9</sup> järgmistele tulemustele.

1 kg N suurendas keskmiselt rukkiterade saaki Kuusikul 13,1 kg (15,3 sü) võrra, talinisu saaki sealsamas 21 kg (24,5 sü), Raadil aga 22—26 kg (25,7—30,4 sü) võrra, odrasaaki Kuusikul 13,5 kg (15,9 sü) võrra, kartuleid saadi Raadil enam 65 kg (19,1 sü), söödapeeti Kuusikul 80,2 kg (7,8 sü), Raadil aga 244 kg (23,7 sü) enam, söödakaalikaid Kuusikul rohkem 168,7 kg (18,9 sü), Raadil 228 kg (25,5 sü), põldhein, mille koostise moodustas põhiliselt timut, andis Kuusikul 40,7 kg (19,5 sü) enamsaaki.

1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pulbrilises superfosfaadis antuna tõstis teraviljade terade saaki 3—6 kg (3,5—7 sü) ja kartulisaaki vähemalt 20 kg (5,9 sü) võrra, söödakaalikaid saadi Raadil 137 kg (15,3 sü) ja põldheina sealsamas 40 kg (19 sü) enam.

1 kg K<sub>2</sub>O võimaldas järgmisi enamsaake: rukkil 5 kg (5,8 sü) teri, suvinisul 3,5 kg (4,1 sü), kartulil 19 kg (5,6 sü) Jõgeval, kuid 41 kg (12,1 sü) Raadil, sealsamas tõusis kaalikasaak 62 kg (6,9 sü) ja põldheina saak 12 kg (5,7 sü) võrra.

Tootmises läbiviitud masskatsetes (135 katselappi) andis rukis Tartu ümbruses 6 aasta kestel 1 kg lämmastiku (N) kohta enamsaaki keskmiselt 18,5 kg teri ja 40,6 kg põhku, seega kokku 30,9 sü.<sup>10</sup> Ühiskatsete kokkuvõtte andmetel<sup>11</sup> (386 katset 8 a. jooksul) tõstis 1 kg lämmastikku (N), väetusnormiga 16 kg N hektarile, rukkisaaki 23,3 kg (27,3 sü), ja väetusnormiga 24 kg hektarile — 21,5 kg (25,1 sü) võrra. Talinisu saak (131 katset 7 a. jooksul) tõusis vastavalt 27,9 kg (32,6 sü) ja 25,5 kg (29,8 sü) võrra. Masskatsetes Tartu ümbruses kartuliga andis 1 kg lämmastikku salpeeterväetisena enamsaaki 86,6 kg (25,5 sü) ja ammooniumsulfaadinä 107,7 kg (31,7 sü). Ühiskatsetes põldheina (901 katset 8 a. jooksul) saadi 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 27,5 kg (13,2 sü) ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 8,4 kg (4,0 sü) heina rohkem.

Jõgeval andis mineraalväetiste kasutamine 7 aasta keskmisena hernel 1 kg N kohta 7,6 kg (8,4 sü), 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 5,5 kg (6,1 sü) ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 2,1 kg (2,3 sü) enamsaaki.<sup>12</sup>

Toomal saadi turvasmullal asuva kultuurniidu väetamisel 8 a. keskmisena 1 kg lämmastiku (N) kohta 9,8 kg (4,8 sü), 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 12,7 kg (6,2 sü) ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 16,2 kg (8,2 sü) enamsaaki.<sup>13</sup> A. Piho ja L. Raave poolt kuival arul, parasniiskel arul ja niiskel arul paiknevate looduslike rohumaa ja nõrgalt soostunud rohumaa pealtväetamiskatsed andsid sõltuvalt rohumaa tüübist enamsaaki 1 kg N kohta 7,9—16,6 sü, 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 2,3—4,3 sü ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 0,5—4,4 sü.<sup>14</sup> Kultuurkarjamaa väetamisel saadi Kuusikul enamsaaki 1 kg N kohta (4 a. keskmine) 17 sü<sup>15</sup> ja 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta (3 a. keskmine) 6,7 sü.<sup>16</sup>

<sup>9</sup> O. Hallik, Agrokeemia. Tallinn, 1963, lk. 122—124, 157—160, 185—192.

<sup>10</sup> A. Nõmmik, Väetuskatsete tulemusi Tartu ümbruskonna taludes 1927—1933. «Agronoomia» 1934, nr. 4, lk. 138.

<sup>11</sup> A. Käsebier, Väetuse ühiskatsete kokkuvõtted 1924—1931. «Agronoomia» 1933, nr. 2, lk. 53.

<sup>12</sup> I. Aamisepp, A. Vaher, Väetuskatsed söögihernega. «Agronoomia» 1940, nr. 9, lk. 676.

<sup>13</sup> L. Rinne, Soonniidu kaaliväetis. «Agronoomia» 1938, nr. 5, lk. 335.

<sup>14</sup> A. Piho, L. Raave, Väetamine suurendab pealtparandavate looduslike rohumaa saagikust. «Sotsialistlik Põllumajandus» 1964, nr. 1, lk. 14.

<sup>15</sup> R. Toomre, Lämmastikväetiste kasutamisest kultuurkarjamaal. Rohumaaviljelus I. Tallinn, 1958, lk. 88.

<sup>16</sup> L. Raave, Fosforväetiste kasutamisest kultuurkarjamaa väetamisel. Teaduslik-tehnilise informatsiooni bulletään nr. 8, 1962, lk. 38.

Tabel 2

**Mineraalväetiste kasutamise efektiivsus Taanis**  
(28 a. jooksul tehtud 11 308 tootmiskatse andmeil)

	Põhitoodangu enamsaak, sü									
	Rukis	Taliniisu	Oder	Kaer	Kartul	Suhkru- peet	Sööda- peet	Kaalikas	Naeris	Hein
<b>Savimuldadel</b>										
1 kg N kohta	21,2	20,4	18,7	13,9	22,4	24,0	22,1	19,9	11,3	14,3
1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kohta	7,2	1,9	3,8	2,8	7,2	5,7	4,1	7,9	5,4	4,7
1 kg K <sub>2</sub> O kohta	0,2	1,1	1,9	0,7	4,9	1,3	3,9	1,8	2,1	3,5
Enamsaak 3 kg toitainet kohta (1 kg N + 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 kg K <sub>2</sub> O)	28,6	23,4	24,4	17,4	34,5	31,0	29,1	29,6	18,8	22,5
<b>Liivamuldadel</b>										
1 kg N kohta	18,9	—	18,2	12,6	22,4	—	20,1	22,9	15,5	15,2
1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kohta	5,4	—	4,1	3,2	5,4	—	4,6	9,8	7,5	4,0
1 kg K <sub>2</sub> O kohta	0,8	—	2,4	1,0	6,5	—	4,4	3,0	2,5	5,9
Enamsaak 3 kg toitainet kohta (1 kg N + 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 kg K <sub>2</sub> O)	25,1	—	24,7	16,8	34,3	—	29,1	35,7	25,5	25,1
Mineraalväetiste efektiivsus savi- muldadel, võrrel- des liivamuldade- ga (liivamulda- del = 100)	113,9	—	98,8	103,6	100,5	—	100	82,9	73,7	89,6

Kuna meie vabariigis mineraalväetiste efektiivsuse selgitamiseks korraldatud katsete kohta avaldatud tulemused on väga lünklikud (vajalikke andmeid ei ole mitte kõigi kultuuride kohta, osa katseid olid liiga lühiajalised ja mõnedki andmed tuginevad ainult ühe või teise katsejaama tulemustele), siis on siinkohal otstarbekas kasutada ka vennasvabariikide ja naabermaade andmeid, mis on saadud tootmises korraldatud masskatsetest.

NSV Liidu eri piirkondades pikema aja kestel tootmises korraldatud masskatsete kokkuvõtteid näitavad,<sup>17</sup> et läänetsoonis (Leningradi ja Pihkva oblast ning Valgevene NSV) saadi mineraalväetiste kasutamisel järgmisi enamsaake.

Talirukis (458 katset) andis 1 kg N kohta 15,6 sü, 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 8,8 sü ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 4,0 sü teri rohkem. Väetamata põllu keskmine saak oli 8 ts hektarilt.

Oder (184 katset) andis 1 kg N kohta 25,5 sü, 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 6,1 sü ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 9,1 sü teri enam. Väetamata põllult saadi hektarilt keskmiselt 8,3 ts.

Kaer (650 katset) andis 1 kg N kohta 13,7 sü, 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 5,4 sü ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 3,2 sü enamsaaki. Väetamata põld andis keskmiselt 11,2 ts teri hektarilt.

Ristik (286 katset) enamsaak oli 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kohta 14,8 sü ja 1 kg K<sub>2</sub>O kohta 13,9 sü. Väetamata põllult saadi keskmiselt 32,5 tsentnerit heina hektarilt.

Erilist huvi pakuvad Taanis ja Soomes läbiviidud masskatsete tulemused, kuna mineraalväetistega tehtud katsetes on väetamata põllu agrofoon Taanis tunduvalt kõrgem kui Soomes. Taanis kasutati 1961/62. aastal 1 hektari kohta keskmiselt 136,5 kg

<sup>17</sup> Л. Л. Балашева, Действие азота, фосфора и калия на урожай полевых культур по районам Союза ССР. Л., 1932, lk. 48—52.

Tabel 3

## Mineraalväetiste efektiivsus väetamise aastal Lõuna-Soome siseosas

		Enamsaak 1 kg toitaine kohta, sü			Enamsaak 3 kg toitaine kohta (1 kg N + 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 kg K <sub>2</sub> O), sü
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<i>Teraviljad</i>					
Rukis:	teri	13,1	6,4	0,8	20,3
	õlgi	3,0	1,6	0,2	4,8
	K o k k u	16,1	8,0	1,0	25,1
Suviniisu:	teri	12,8	2,9	2,2	17,9
	õlgi	4,4	0,9	0,4	5,7
K o k k u		17,2	3,8	2,6	23,6
Oder:	teri	14,0	3,1	1,9	19,0
	õlgi	5,1	0,7	0,4	6,2
	K o k k u	19,1	3,8	2,3	25,2
Kaer:	teri	12,6	3,3	1,7	17,6
	õlgi	6,2	1,3	0,6	8,1
	K o k k u	18,8	4,6	2,3	25,7
<i>Rühvelkultuurid</i>					
Kartul		11,4	7,3	2,9	21,3
Suhkrupeet:	juurikaid	6,3	3,0	2,3	11,6
	pealseid	6,3	0,9	1,1	8,3
	K o k k u	12,6	3,9	3,4	19,9
Söödakaalikas:	juurikaid	10,2	7,4	1,4	19,0
	pealseid	5,7	0,8	0,5	7,0
	K o k k u	15,9	8,2	1,9	26,0
Söödapeet:	juurikaid	14,8	5,6	3,0	23,4
	pealseid	6,1	0,6	1,1	7,8
	K o k k u	20,9	6,2	4,1	31,2
Naeris:	juurikaid	15,6	6,8	1,7	24,1
	pealseid	3,1	0,4	0,6	4,1
	K o k k u	18,7	7,2	2,3	28,2
Söödakapsas		12,5	4,4	2,9	19,8
<i>Heinakultuurid</i>					
Ristikurikkad põllud (ristikut 50—100%)		12,8	4,3	1,9	19,0
Ristikusegused põllud (ristikut 10—50%)		15,4	3,6	1,9	20,9
Kõrreliste heintaimede põllud (ristikut alla 10%)		18,0	3,3	1,7	23,0
Haljassegatis		14,1	5,1	4,0	23,2

toitainet, sellest oli N 42,7 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 36,7 kg ja K<sub>2</sub>O 57,1 kg. Toitainete suhe oli seega 1 : 0,9 : 1,3. Soomes kasutati samal aastal ühe hektari kohta 88,3 kg toitainet, millest N oli 22,1 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 37,7 kg, K<sub>2</sub>O 28,5 kg ja toitainete suhe 1 : 1,7 : 1,3.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Handledning om gödselmedel och kalk. Stockholm, 1962, lk. A V : 7.

Mineraalväetiste efektiivsuse uurimiseks tehakse Taanis igal aastal tootmises ühtse meetodika alusel 2000—2500 katset. Käesolevale küsimusele vastuse saamiseks on meil kasutada 11 308 tootmiskatse andmed, mis on saadud 28 aasta kestel, sellest 6177 katset savimuldadel ja 5231 liivamuldadel.<sup>19</sup>

Taani massiliste tootmiskatsete andmed näitavad, et savimuldadele mineraalväetiste lisamisel andis suuremat enamsaaki rukis, nisu, oder, kartul, suhkrupeet, söödapeet ja kaalikas, väiksemat enamsaaki andsid kaer, naeris ja hein. Liivamuldadel andis sel puhul kõige väiksemat enamsaaki kaer (vt. tab. 2).

Soomes on massilisi tootmiskatseid ühtse meetodika alusel tehtud pikemat aega, et välja selgitada lämmastik-, fosfor- ja kaaliumväetiste kasutamise efektiivsust erinevate kultuuride puhul. 30 aasta jooksul on tehtud 25 600 katset. Kuna mineraalväetiste kasutamine annab Soome keskosas 15—20 protsenti suuremaid, lõunaosa rannikuäärses piirkonnas aga 8—10 protsenti väiksemaid enamsaake kui Lõuna-Soomes siseosas, siis on meil vaadeldava küsimuse selgitamiseks õigem kasutada mitte Soome keskmisi, vaid ainult Lõuna-Soomes siseosa (Turu, Pori, Häme ja Uusimaa lääni) kui Eestile kliimatiliste ja mullastikutingimuste poolest üsna lähedase kohta käivaid andmeid. Need andmed pärinevad katsetest, mis on tehtud savi- ja liivsavimuldadel täisväetise foonil. Põhitoodangu osas on kasutatud 2414, kõrvaltoodangu osas 799 katse andmeid.<sup>20</sup> Katsed toimusid agrofoonil, mis hektarilt andis 1700—2500 sü. Andmed käivad koristatud saagi kohta, heinakultuuride puhul võib ädala enamsaagiks arvestada täiendavalt 20—30% koristatud enamsaagist.

Soomes tehtud masskatsete tulemustest selgub, et sõltuvalt kultuurist annab 1 kg

Tabel 4

Suviteraviljade keskmised enamsaagid mineraalväetistega väetamise puhul<sup>21</sup>

	Suviteraviljade terade enamsaak 1 kg toitainekohta, sü			Enamsaak 3 kg toitainekohta (1 kg N + 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 kg K <sub>2</sub> O), sü
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Savi- ja liivsavimuldadel	13,1	3,1	2,0	18,2
Liiv- ja saviliivimuldadel	11,3	3,0	2,8	17,1
Turvasmuldadel	8,2	4,1	3,0	15,3

Kõigis neis mineraalväetiste toitainete efektiivsuse katsetes on kasutatud nn. normaal- ehk ühekordseid annuseid. Seega on eri maadest pärinevad andmed omavahel enam-vähem võrreldavad.

Kultuurid ei kasuta kõiki mineraalväetistes leiduvaid toitaineid ära andmise aastal, vaid toituvad nende arvel ka järgnevatel aastatel. Lämmastikväetiste mõju arvestatakse tavaliselt vaid väetusaastal. Nende järelmõju on märgitud heinapõldudel ning selle arvel saadud enamsaak moodustab 20—30% väetamisaasta enamsaagist. Nagu näitavad

lämmastikku (N) 11,4 (kartul) kuni 20,9 sü (söödapeet), 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3,3 (kõrrelised heintaimed) kuni 8—8,2 sü (rukis, söödakaalikas) ja 1 kg K<sub>2</sub>O 1 (rukis) kuni 4,1 sü (söödapeet) enamsaaki. Kolme kilogrammi toitainekohta (1 kg N + 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 1 kg K<sub>2</sub>O) saadi Soomes väetise andmise aastal põhi- ja kõrvaltoodangu enamsaagiks kultuurist sõltuvalt 20—31 söötühikut.

Mineraalväetiste efektiivsuse sõltuvust mullastikust iseloomustavad suviteraviljadega korraldatud masskatsete tulemused (tab. 4).

<sup>19</sup> Oversigt over de for landbruget vigtigste resultater of Statens forsøg i plantekultur. København, 1936, lk. 100; Agerdyrkningslaere. Bind II, København, 1957, lk. 151.

<sup>20</sup> F. Tennberg, Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa. Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina. Helsinki, 1955, lk. 127; O. Pohjakallio, Viljelysmaiden lannoitus Suomessa lannoituskokeiden valossa. Helsinki, 1933.

<sup>21</sup> F. Tennberg, Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa, lk. 135.

R. Toomre uurimused<sup>22</sup> on lämmastikväetiste järeilmõju suur ka kultuurkarjamaadel.

Tabel 5

Kõigi kultuuride keskmine enamsaak mineraalväetiste 1 kg toitainet kohta (täisväetise kasutamisel)

	Enamsaak 1 kg toitainet kohta, sü			Enamsaak 3 kg toitainet kohta (1 kg N + 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 1 kg K <sub>2</sub> O), sü
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Keskmine enamsaak mineraalväetistega väetamise aastal				
Soome katsete alusel	14,9	4,8	3,3	23,0
Rootsi katsete alusel	16,8	6,6	4,7	28,1
Rootsis, võrreldes Soomega (Soome = 100)	112,3	137,5	142,4	122,2
Keskmine enamsaak koos järeilmõjuga				
Soome katsete alusel	14,9	14,0	5,3	34,2
Rootsi katsete alusel	16,8	13,3	8,2	38,3
Rootsis, võrreldes Soomega (Soome = 100)	112,8	95,0	154,7	112,0

Teiste põllukultuuride puhul ei ole nende järeilmõju ilme. Fosforväetiste järeilmõju on pikaajaline, kuna muld seob fosforit. Seda näitab oma uurimustes ka T. Nõges.<sup>23</sup> Soome katsete alusel on fosforväetiste järeilmõju väetamisaja möjuga võrreldes keskmiselt 150–200%, seega on nende kogumõjul saadud enamsaak 2,5–3 korda suurem väetamise aastal saadud enamsaagist. Järeilmõju on ka kaaliumväetistel. Soome katsete andmetel annab see 75–100% väetamise aastal saadud enamsaagist. Keskmiselt arvestatakse superfosfaadi järeilmõju koefitsiendiks 2,5 ja kaalisoolal 1,6.<sup>24</sup> Taanis kolmes katsejaamas 10 aasta kestel erinevatel muldadel toimunud katses kasutasid taimed mineraalväetistega antud lämmastikust 4 aasta jooksul ära 70, fosforpentoksiidist 22 ja kaaliumoksiidist 79 protsenti.<sup>25</sup>

Nagu tabelist 5 näeme, on mineraalväetiste kasutamise efektiivsus Rootsis märksa suurem kui Soomes. Üheks oluliseks põhjuseks on kõrgem agrofoon. Ka Taanis oli mineraalväetiste kasutamise efekt suurem kui Soomes.

Tabel 6

Väetisannuste suurendamise mõju saagikusele<sup>26</sup>

Väetis	Saak		
	keskmise annuse puhul	2 korda suurema annuse puhul	3 korda suurema annuse puhul
Lämmastikväetis (N)	1	1,5	1,9
Fosforväetis (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1	1,6	2,1
Kaaliumväetis (K <sub>2</sub> O)	1	1,7	2,4

Mineraalväetiste annuste suurenedes ei suurene saagi juurdekasv samas proportsioonis, vaid tagasihoidlikumalt. Kui väetiste kogust suurendada kahekordseks, tõuseb

<sup>22</sup> R. Toomre, Kultuurkarjamaade väetamine. Pikaajalised kultuurkarjamaad Eesti NSV-s. Tallinn, 1958, lk. 76.

<sup>23</sup> T. Nõges, Uurimistulemusi soo-kultuuriniitude alalt. 50 aastat sookultuuri-alast uurimistööd Eestis. Tallinn, 1960, lk. 214.

<sup>24</sup> F. Tennberg, Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa, lk. 172.

<sup>25</sup> Agerdyrkningslaere, Bind II, lk. 121.

<sup>26</sup> F. Tennberg, Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa, lk. 141.

kõigi kultuuride saak keskmiselt 1,6-kordseks, kolmekordse väetiskoguse puhul aga ainult 2,1-kordseks (vt. tab. 6).

Mineraalväetiste kasutamisel saadud enamsaak sõltub suuresti ka ilmastikust. Aastatel, mil suve esimene pool on kuiv, on fosfor- ja kaaliumväetiste efektiivsus väiksem, kuid lämmastikväetiste oma suurem. Vihmastel suvedel suureneb aga fosfor- ja kaaliumväetiste, kuid väheneb lämmastikväetiste efektiivsus. Headel aastatel on enamsaak kaks või rohkem korda suurem kui halbadel (tab. 7). Seejuures jääb aga küllaltki ühtlaseks erinevate väetisannuste puhul saadava enamsaagi tõusu suhteline koefitsient. Seda kinnitavad Taanis liivamuldadel paiknevatel kaerapõldudel lämmastikväetistega tehtud pikaajalise katse tulemused.<sup>27</sup>

Tabel 7

## Lämmastikväetiste koguste mõju kaera terasaagi tõusule ilmastikust sõltuvalt

	Terasaak hektarilt (ts) ilma lämmastikväetiseta	Terade enamsaak hektarilt (ts), kui lämmastikväetist anti salpeeterväetisena hektarile					Terasaak hektarilt (ts), kui salpeeterväetist anti 5 ts hektarile
		1 ts	2 ts	3 ts	4 ts	5 ts	
Headel saagiaastatel (5 a. keskmine)	15,6	8,8	15,6	19,4	23,5	25,8	41,4
Keskmisel saagiaastatel (7 a. keskmine)	13,0	6,4	11,3	14,7	15,5	16,4	29,4
Halbadel saagiaastatel (5 a. keskmine)	9,9	5,1	7,8	8,8	8,6	9,3	19,2
Headel saagiaastatel, võrreldes halbade saagiaastatega (halvad saagiaastad = 100)	158	173	200	220	273	277	216

Mineraalväetiste majandusliku efektiivsuse hindamisel kasutatakse mitmeid mooduseid. Tavaliselt võetakse kasutatud väetise toitaine maksumus ja selle arvel saadud enamsaaki võrreldakse vastavate saaduste riiklike kokkuostuhindadega. Tihti kasutatakse niisugustes arvutustes mineraalväetiste väljalaskehindu. See aga teeb nende väetiste majandusliku efektiivsuse arvutuse tulemused ebatäpseks, kunstlikult suurendatuks.

Mineraalväetiste majandusliku efektiivsuse täpsemaks hindamiseks tuleb arvestada kõiki kulutusi, mis on tehtud enamsaagi saamiseks. Arvesse tuleb võtta nii nende väetiste ostuhind (tööstuse väljalaskehind + kaubanduslikud juurdehindlused), majandisse transportimise kulud, säilitamiskulud majandis, mineraalväetiste põllule ja rohumaadele veo ning külvi kulud, samuti enamsaagi koristamise kulud.

Ammooniumsalpeetri väljalaskehinnaks on 48,90 rbl., superfosfaadil 17 rbl. ja kaalisoolal (40%) 7 rbl. t. Lisades neile kaubanduslikud juurdehindlused ja transpordikulud kuni majandini, läheb Kesk-Eesti majanditel 1 t ammooniumsalpeetrit maksma 56 rbl., 1 t superfosfaati (raudteetranspordil) 18,90 rbl. ja 1 t kaalisoola 13,60 rbl. Seega läheb majanditele ammooniumsalpeeter 14—15, superfosfaat 11—12 ja kaalisool 94—95 protsenti väljalaskehindadest kallimaks. Arvestades ka mineraalväetiste säilitamise kulud majandis, nende põllule ja rohumaadele veo ning külvi kulud ja enamsaagi koristamise kulud, kujunevad kulutused kõigi kultuuride keskmise enamsaagi tootmisel 1 kg toitaine kohta järgmisteks: ammooniumsalpeetri lämmastiku (N) puhul 32,9 kop., superfosfaadi fosforpentoksiidi puhul ( $P_2O_5$ ) 17,6 kop. ja kaalisoola kaaliumoksiidi puhul ( $K_2O$ ) 8,2 kop.

Näeme, et sõltuvalt väiksematest või suurematest annustest on mineraalväetistega

<sup>27</sup> Agerdyrkningslaere, Bind II, lk. 106.



Tabel 8

## Mineraalväetiste kasutamisel saadud enamsaagi ühe söötühiku keskmine omahind ja mineraalväetiste kasutamise tasuvus

	Lämmastik- väetise (ammoonium- salpeetri) puhul	Fosforväetise (superfosfaadi) puhul	Kaaliumväetise (40% kaali- soola) puhul	Keskmiselt, kui N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ja K <sub>2</sub> O suhe on võrdne
Enamsaagi ühe sü keskmine omahind (kop.) väetamise aastal, kui kasutada:				
ühekordset väetisannust	2,2	3,7	2,5	2,8
kahekordset väetisannust	2,8	4,5	2,8	3,4
kolmekordset väetisannust	3,2	5,0	3,0	3,7
Mineraalväetiste tasuvuse % enamsaagis, vääridatuna loomakasvatussaaduste kaudu:				
ühekordse väetisannuse kasutamisel	273	122	226	193
kahekordse väetisannuse kasutamisel	193	82	193	141
kolmekordse väetisannuse kasutamisel	156	64	173	122

väetamisel kõikide kultuuride keskmise enamsaagi omahind väetamise aastal lämmastikväetiste (ammooniumsalpeetri) puhul 2,2—3,2 kop. sü, fosforväetiste (superfosfaadi) puhul 3,7—5 kop. sü ja kaaliumväetiste (40% kaalisoola) puhul 2,5—3 kop. sü. Kui arvestada ka järelmõju, mis esineb eriti fosfor- ja kaaliumväetistel, siis on enamsaagi ühe söötühiku omahind fosforväetiste puhul 1—2 kop. ja kaaliumväetiste puhul 1,9—2,1 kop.

Kasutades mineraalväetisi selliselt, et kõigile kultuuridele antakse lämmastikku, fosforpentoksiidi ja kaaliumoksiidi enam-vähem võrdselt, nagu seda tehakse mitmetes teistes maades, tuleb enamsaagi ühe söötühiku omahinnaks ühekordsete väetisannuste puhul 2,8 kop., kahekordsete väetisannuste puhul 3,4 kop. ja kolmekordsete väetisannuste puhul 3,7 kop.

Vabariigi põllumajanduses 1963. aastal kasutatud mineraalväetiste toitainetest moodustas N 20,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 38,6% ja K<sub>2</sub>O 40,9%, seega oli nende suhe vastavalt 1 : 1,9 : 2,0. Kõigi kultuuride enamsaagi ühe söötühiku keskmiseks omahinnaks kujunes ühekordsete annuste kasutamisel 2,9 kop., kahekordsete annuste kasutamisel 3,5 kop. ja kolmekordsete annuste kasutamisel 3,8 kop.

Otseselt realiseeritavate taimekasvatussaaduste osas võib mineraalväetiste efektiivsust väljendada realiseerimishinna ja mineraalväetiste arvel saadud enamsaagi omahinna suhtena või tasuvuse näitajana enamsaagi alusel kujunenud kasumi ja enamsaagi omahinna suhtena, mis on väljendatud protsentides. Peamine osa taimekasvatussaadustest kasutatakse aga loomasöödana. Nii kasutatud taimekasvatussaaduste osas on mineraalväetiste tasuvust otstarbekohane näidata kasumi ja enamsaagi omahinna suhtena, mis on väljendatud protsentides. Kasum on tuletatud loomakasvatussaaduste kaudu vääridatud söötühiku rahalise hinde alusel. 1963. aastal oli vabariigi sovhoides vääridatud ühe söötühiku keskmiseks hindeks 8,2 kop.

Eespool esitatud andmete alusel oli mineraalväetiste kasutamise tasuvus nende andmise aastal lämmastikväetiste puhul 273—156, fosforväetiste puhul 122—64 ja kaaliumväetiste puhul 226—173 protsenti (tab. 8). Praegu kasutusel olevate väetiste vahekorra juures on keskmine tasuvus ühekordsete annuste puhul 183, kahekordsete annuste puhul 134 ja kolmekordsete annuste puhul 116 protsenti.

Kokku võttes võime väita, et mineraalväetiste kasutamisel annavad kõik kultuurid suuri enamsaake. Enamsaakides, mida eri kultuurid andsid, esineb küll teatud erinevusi, mis aga ei ole nii suured, et ühte või teist kultuuri sellest lähtudes mineraalväetiste andmisel eelistama hakata kui eriti efektiivset — kõik nad andsid küllaltki suuri enamsaake. Seega on meie sovhoosides ja kolhoosides, kus maad tuleb kasutada nii, et kõik kultuurid annaksid maksimaalseid saake, õigustatud mineraalväetiste andmine vajalikes kogustes kõikidele kultuuridele, lähtudes väetistarbekaartidest, eelistamata üht või teist kultuuri. Kui mineraalväetisi ei olé kasutada vajalikus koguses, tuleb eelistada vastavate mineraalväetiste andmist konkreetsetest tootmistingimustest lähtudes neile kultuuridele, mis sel puhul annavad teatud ulatuses suuremaid enamsaake. Suurendades antavad mineraalväetiste kogused normaalannustega võrreldes kolmekordseks, jääb nende arvel saadud enamsaagi omahind veel niivõrd madalaks, et alandab tunduvalt loomakasvatussaaduste omahinda. Seega on meie oludes kõigiti põhjendatud isegi kolmekordsete väetisannuste kasutamine kõikide kultuuride puhul.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut

Saabus toimetusse  
28. X 1964

Э. ВИНТ

## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Резюме

Развитие химической промышленности в Советском Союзе дает все больше минеральных удобрений и возможность для более широкого их использования. Поскольку до сих пор минеральные удобрения производятся еще в недостаточном количестве, был поставлен принцип — вносить их под те культуры, которые обеспечивают наибольший эффект. При этом неизбежно возникает вопрос, какие это культуры и какую прибавку урожая та или иная из них даст при внесении минеральных удобрений. Настоящая статья посвящена рассмотрению этой проблемы. Кроме того, в ней показывается средняя экономическая эффективность использования минеральных удобрений в Эстонской ССР по всем культурам.

Эффективность минеральных удобрений по различным культурам выясняется при помощи соответствующих опытов. В связи с тем, что на результаты удобрения влияет сложный комплекс факторов (климатические условия, почва, агротехника и др.), результаты опытов действительны лишь при соответствующих условиях. Чтобы было возможно сделать обобщения, нужно располагать массовыми результатами опытов за сравнительно длительный период.

Для изучения влияния минеральных удобрений в нашей республике проведено значительное количество опытов. Исследования, проведенные на экспериментальных станциях, показывают, что 1 кг азота (N) увеличил урожайность зерновых в среднем на 15,3—30,4, картофеля — на 19,1, кормовой брюквы — на 18,9—25,5 и многолетних трав, в составе которых преобладала тимофеевка, — на 19,5 корм. ед. 1 кг  $P_2O_5$  повысил урожайность зерновых на 3,5—7, картофеля — не менее чем на 5,9, кормовой брюквы — на 15,3 и многолетних трав — на 19 корм. ед. 1 кг  $K_2O$  дал прибавку урожая по зерновым 4,1—5,8, картофелю — 5,6—12,1, брюкве — 6,9 и многолетним травам — 5,7 корм. ед. Массовые опыты, проведенные в производстве, показывают, что по некоторым культурам возможно получение еще большей прибавки урожая.

В связи с тем, что опубликованные в нашей республике результаты опытов по определению эффективности минеральных удобрений нельзя считать полными, в анализ включены данные, полученные в соседних странах, в первую очередь в Дании и Финляндии.

В Дании для исследования эффективности минеральных удобрений ежегодно проводится 2000—2500 производственных испытаний. Как явствует из 11 308 таких опытов,

проведенных в Дании за 28 лет (табл. 2), большую прибавку урожая при внесении минеральных удобрений дали на глинистых почвах: озимая рожь и пшеница, ячмень, картофель, сахарная свекла, брюква и кормовая свекла, а меньшую — овес, турнепс и многолетние травы. На песчаных почвах самую незначительную прибавку урожая дал овес. С учетом прибавки урожая основной продукции на 3 кг действующего вещества (1 кг N + 1 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 1 кг K<sub>2</sub>O) прибавка урожая зерновых составила 17,4—28,6, картофеля и кормовых корнеплодов — 18,8—34,5 и многолетних трав — 22,5 корм. ед.

В Финляндии за 30 лет проведено 25 600 опытов по изучению эффективности удобрений. Анализ результатов 2414 опытов, проведенных в центральной части Южной Финляндии (в льян Турку, Пори, Хямэ и Усима), показывает, что на 3 кг действующего вещества было получено основной и побочной продукции: зерновых — 23,6—25,7, картофеля и корнеплодов — 19,9—31,2 и многолетних трав — 19—23,2 корм. ед. (см. табл. 3).

При использовании минеральных удобрений следует учитывать, что фосфорные и калийные удобрения имеют весьма сильное последствие. В Финляндии средним коэффициентом последствия суперфосфата считается 2,5 и калийной соли — 1,6. В среднем по всем культурам прибавка урожая в Финляндии в год внесения удобрений составила: на 1 кг N — 14,9, на 1 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 4,8 и на 1 кг K<sub>2</sub>O — 3,3 корм. ед., в Швеции соответственно 16,8, 6,6 и 4,7 корм. ед. В Финляндии средняя прибавка урожая вместе с последствием составила: на 1 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 14,0 и на 1 кг K<sub>2</sub>O — 5,3 корм. ед., в Швеции соответственно 13,3 и 8,2 корм. ед. В Дании эффект от применения минеральных удобрений больше, чем в Финляндии, что объясняется в основном более высоким агрофоном.

Увеличение доз минеральных удобрений дает прибавку урожая не в тех же пропорциях, а более медленно. При увеличении дозы минеральных удобрений по всем культурам в среднем вдвое урожайность увеличивается: в случае азотных удобрений в 1,5, фосфорных — в 1,6 и калийных — в 1,7 раза. При увеличении дозы минеральных удобрений в три раза, урожайность увеличивается соответственно в 1,9, 2,1 и 2,4 раза.

Для более полной оценки экономической эффективности минеральных удобрений следует учитывать все расходы, произведенные для получения прибавки урожая, т. е. как покупную цену удобрений (отпускная цена промышленности + торговая наценка), транспортные расходы, расходы по хранению, затраты по перевозке и посеву, так и расходы по уборке прибавки урожая. В условиях центральной Эстонии все упомянутые расходы в расчете на 1 кг действующего вещества составляют: при внесении азота (аммиачной селитры) — 32,9 коп., фосфора (суперфосфата) — 17,6 коп. и калия (40%-ной калийной соли) — 8,2 коп.

В зависимости от меньших или больших доз минеральных удобрений себестоимость прибавки урожая в среднем по всем культурам в год внесения удобрений составит по азотным (аммиачная селитра) — 2,2—3,2 коп./корм. ед., фосфорным (суперфосфат) — 3,7—5 коп./корм. ед. и калийным (40%-ная калийная соль) — 2,5—3 коп./корм. ед. С учетом последствия фосфорных и калийных удобрений себестоимость кормовой единицы прибавки урожая составит у фосфорных удобрений 1—2 коп. и у калийных — 1,9—2,1 коп. При реализации прибавки урожая через продукцию животноводства рентабельность минеральных удобрений составляет в год внесения (в зависимости от доз): по азотным удобрениям 273—156, фосфорным — 122—64 и калийным — 226—173%. При соотношении удобрений, применяемом в настоящее время, средняя рентабельность при однократных дозах составляет 183, двукратных — 134 и трехкратных — 116%.

Приведенные расчеты подтверждают, что применение минеральных удобрений ведет к увеличению урожайности всех культур. Однако несмотря на то, что в прибавках урожая, полученных по разным культурам, и имеются некоторые различия, они не столь существенны, чтобы на их основании отдать предпочтение той или иной культуре как наиболее эффективной. Отсюда следует, что все культуры нуждаются в минеральных удобрениях, количество которых определяется исходя из карт потребности в удобрениях и конкретных производственных условий. Трехкратное увеличение количества вносимых минеральных удобрений снизит себестоимость прибавки урожая настолько, что заметно снизится и себестоимость животноводческой продукции. Следовательно, значительное увеличение количества используемых минеральных удобрений является экономически вполне обоснованным.

E. VINT

## EFFECTIVENESS OF MINERAL FERTILIZERS WITH DIFFERENT CROPS

*Summary*

The development of chemical industry in the U.S.S.R. has provided the agriculture with more mineral fertilizers and enabled their wider application. As mineral fertilizers are still scarce at the present stage, we are proceeding from the principle of reserving them in the first place for crops having greater effect. The question arises as to which crops to prefer and what the gain in yield of one or other crop is if treated with mineral fertilizers. The present article deals with the problem from this standpoint, the economic effectiveness of the use of mineral fertilizers being determined for all crops on the average.

The effectiveness of mineral fertilizers with different crops has been ascertained by means of corresponding fertilization experiments. As the effect of mineral fertilizers is influenced by weather, soil, agrotechnics as well as by several other factors, the results of experiments are valid in certain conditions only. Therefore, for drawing conclusions we must have obtained a lot of experimental results covering a longer period of time.

For the study of the effect of mineral fertilizers a great number of experiments has been carried out in our republic. According to the data received from experimental stations, 1 kg of N increased the yield of cereals by 15.3—30.4 food units on the average, potatoes — by 19.1 f. u., fodder swede — by 18.9—25.5 f. u. and hay (consisting mainly of timothy) — by 19.5 f. u. 1 kg of  $P_2O_5$  in powder superphosphate increased the yield of grain crops by 3.5—7 f. u., potatoes at least by 5.9 f. u., fodder swede by 15.3 f. u. and hay by 19 f. u. 1 kg of  $K_2O$  afforded gain in yield of grain crops 4.1—5.8 f. u., potatoes 5.6—12.1 f. u., fodder swede 6.9 f. u. and hay 5.7 f. u. Mass production experiments with some crops have afforded even bigger gains.

Since the data of the results of the experiments carried out for determining the effectiveness of mineral fertilizers are somewhat incomplete in our republic, we also consider the data of mass production experiments mainly sponsored by neighbouring countries — Denmark and Finland.

For studying the effectiveness of mineral fertilizers in Denmark, 2000—2500 experiments have been made in production every year. 11 308 production experiments sponsored during 28 years (table 2) proved that on loamy soils with mineral fertilizers rye, wheat, barley, potatoes, sugar beet, fodder swede, mangel afforded a bigger gain in yield, whereas oats, turnip and hay gave a smaller gain. On sandy soils oats gave the smallest yield. Considering the gain per 3 kg of nutrients (1 kg of N plus 1 kg of  $P_2O_5$  plus 1 kg of  $K_2O$ ) it amounted to 17.4—28.6 f. u. in grain crops, to 18.8—34.5 f. u. in potatoes and fodder rootcrops and to 22.5 f. u. in hay.

In Finland 25 600 production experiments have been carried out for fertilization study during the recent 30 years. 2414 experiments made in the central part of Southern Finland (Turu, Pori, Häme and Uusimaa districts) (table 3) prove that major and by-products were received per 3 kg of nutrients in grain crops 23.6—25.7 f. u., in potatoes and fodder rootcrops 19.9—31.2 f. u. and in hay crops 19—23.2 f. u.

While using mineral fertilizers it has to be borne in mind that phosphate and potash fertilizers have a considerable aftereffect. In Finland an average aftereffect factor of superphosphate is reckoned to be 2.5 and that of potash salt 1.6. As an average for all crops during a fertilization year gain in yield in Finland per 1 kg of N has been 14.9 f. u., per 1 kg of  $P_2O_5$  4.8 f. u. and per 1 kg of  $K_2O$  3.3 f. u., and in Sweden 16.8 f. u., 6.6 f. u. and 4.7 f. u. respectively. An average gain in yield with the aftereffect in Finland amounts to 14.0 f. u. per 1 kg of  $P_2O_5$  and to 5.3 f. u. per 1 kg of  $K_2O$ , in Sweden to 13.3 f. u. and 8.2 f. u. respectively. In Denmark the effect of the mineral fertilizer is more considerable than in Finland, one of the essential reasons for this being a higher level of agronomics.

An increase in the doses of mineral fertilizers does not raise gain in yield in the same proportion, but at a lower rate. Doubling the doses of fertilizers increases the yield for all crops treated with nitrogen fertilizers 1.5 times on the average, with phosphate fertilizers 1.6 and with potash fertilizers 1.7 times. Trebling the dose we get 1.9, 2.1 and 2.4 respectively.

In order to estimate the economic effect of mineral fertilizers more precisely, one has to consider all expenses on receiving gain in yield. We must take into account the purchase price of these fertilizers, transport costs to the farm, maintenance costs at the farm, the costs of transporting and applying mineral fertilizers in the fields and

grasslands as well as the costs of harvesting. In the conditions of Central Estonia all these costs per 1 kg of nutrients amount to, as follows: 32.9 kopeks with ammonium nitrate (N), 17.6 kopeks with superphosphate phosphoric acid ( $P_2O_5$ ) and 8.2 kopeks with potash salt ( $K_2O$ ).

Depending on smaller or bigger doses of mineral fertilizers, the costs of an average gain in yield of all crops during a fertilization year amount with nitrogen fertilizers (ammonium nitrate) to 2.2–3.2 kopeks per f. u., with phosphate fertilizers (superphosphate) to 3.7–5 kopeks per f. u. and with potash fertilizers (40 per cent potash salt) to 2.5–3 kopeks per f. u. Moreover, taking into account the aftereffect of phosphate and potash fertilizers, the cost of a food unit of grain with phosphate fertilizers amounts to 1–2 kopeks and with potash fertilizers to 1.9–2.1 kopeks.

The economic effect of mineral fertilizers in realizing the gain through cattle-breeding during the year of application depending on quantities is 273–156 per cent with nitrogen fertilizers, with phosphate fertilizers 122–64 per cent and with potash fertilizers 226–173 per cent. With the correlation of fertilizers in contemporary use, the average effect of single doses rises to 183 per cent, that of double doses to 134 per cent and treble doses to 116 per cent.

The data presented in the given article prove that all crops treated with mineral fertilizers give big yields. However, there exist certain differences in the gain of various crops, though they do not justify any preference concerning one or other crop as being especially effective owing to the application of the mineral fertilizers. The application of mineral fertilizers in necessary doses is justified with all crops in conformity with the tables for fertilization demands and concrete production conditions. Increasing the quantities of mineral fertilizers three-fold, the cost of the gain received at their expense still remains as low as to considerably reduce the cost of cattle-breeding products. An intense application of mineral fertilizers in much larger quantities is economically justified.

*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,  
Institute of Economics*

Received  
Oct. 28th, 1964