

TEADUSTÖÖD

ÕUNAAEDADE VÄETAMISVIISIDE EFEKTIIVSUSEST ISTUTUSEELSE VARUVÄETAMISE JA PUUDE KASVUAEGSE VÄETAMISE KOMPLEKSKATSES

E. Haak

SUMMARY: *Complex experiment in apple orchard: fertilizing in store (before the planting) and during the growing seasons. In 1985–1999, an experiment was carried out at the Polli Horticultural Institute on the fertile soddy-podzolic soil. It was turned out that fertilizing with PK-fertilizers and manure in growing seasons gave only a little advantage. But one third of yield efficiency was obtained in pre-planting fertilizing in store (mineral PK fertilizers and manure) together with nitrogen fertilizing every year. The equivalent effect was obtained if manure (100 t per ha) plus mineral fertilizers P_2O_5 200 kg/ha, K_2O 200 kg/ha were used in pre-planting fertilizing (in the depth of 30–50 cm) or P_2O_5 700 kg/ha and K_2O 700 kg/ha (without manure) in preplanting fertilizing plus nitrogen every year were used. The quality of fruit: size and chemical composition didn't depend upon different fertilizing methods.*

Õunapuude eluiga, nende kasv, saagikus ja saagi kvaliteet olenevad väga paljudest asjaoludest, millest olulisemad on sort, pookealus, võra kujundamine ja hooldamine ning aia asukoht. Aia asukoha valikul on üheks olulisemaks teguriks mullastik ja mullaviljakus. Nii nagu teisedki kultuurtaimed, edenevad ka õunapuud paremini viljakamatel ja sügavamapõhjalistel muldadel. Mullaviljakust on võimalik parandada melioratiivsete abinõude ja väetamisega. Pika elutsükli jooksul kasutavad õunapuud üsna suurtes kogustes mullas olemasolevaid toitaineid, mis tuleb kompenseerida orgaaniliste ja mineraalväetistega. Seetõttu on väetamine õunaaedade agrotehnilise kompleksi olulisemaks koostisosaks ka viljakatel muldadel. Uurimused on näidanud, et viljapuud kasutavad põhitointaineid olenevalt paljudest teguritest väga erinevates kogustes, kuid nende omavaheline suhe on suhteliselt stabiilne. Taimefüsioloog Kobeli hinnangul vajavad viljapuud oma elutegevuseks $N:P_2:K_2O$ suhtes ligilähedaselt 2,5:1:3,5 (Kobel, 1957). Arvestades põhitointainete erinevat liikuvust mullas ja nende kättesaadavust viljapuude poolt, kujuneb väetistega muldaviidavate põhitointainete omavaheline suhe siiski teistsuguseks. Õunapuudele soovitatakse neid anda vahekorras 1:1:1 kuni 2:1:2. Iga-aastaseks väetamiseks soovitavad tegevaine kogused ulatuvad olenevalt mullaviljakusest 45 kg kuni 180 kg-ni. Mitmed uurijad (Krivorutško, 1988; Popova, 1975) järeldavad oma katsetulemustest, et PK-väetisi ei olegi otstarbekas õunapuudele anda igal aastal, vaid suuremates kogustes perioodiliselt 2–5 a. järel, kuna iga-aastase ja perioodilise väetamise efektiivsus on ligilähedaselt samaväärsed.

Õunapuude väetistevajadus oleneb peale mullastik-kliimaatiliste tingimuste veel sordist, pookealustest, puude istutustihedusest, aia hooldustasemest, puude vanusest jt. teguritest. Pollis korraldatud väetuskatsete tulemuste põhjal on soovitatud tugevakasvulistel pookealustel kandealastele õunapuudele anda keskmise viljakusega liivsavimuldadel igal aastal ha kohta N 80...120, P_2O_5 60...90 ja K_2O 80...120 ning noortele õunapuudele 20...30% võrra vähem (Agrotehnilised soovitused..., 1981).

Õunapuude PK-väetistega väetamise efektiivsus ei olene üksnes väetiste annustest, vaid ka väetamise viisist, mida on suhteliselt vähem uuritud.

Õunapuude aktiivse juurestiku põhimass paikneb autori varasemate uurimuste (Haak, 1964) järgi rohkem künnikihis, haritavates reavahedes aga 20...40 cm sügavusel, seepärast on mullapinnale või pinnalähedasse mullakihti antud PK-väetistest toitaineid omastamine õunapuude poolt tõenäoliselt vähene. PK-väetiste efektiivsuse suurendamiseks oleks neid vaja õunapuudele anda sügavamale, puude juurte paiknemise piirkonda, mis aga kahjustaks puude juuri. Koduaias, kus õunapuid on vähe, on võimalik väetisi anda sügavamale lahustena kangiga löödud aukudesse, suurtootmises ei ole see mehhaniseeritud tehnoloogia puudumise tõttu mõeldav. Perspektiivsemaks sügavamate mullakihtide PK-ühenditega rikastamise viisiks on mulla istutuseelne varuväetamine mineraalsete PK-väetiste ja sõnnikuga.

Õunaaia istutuseelset varuväetamist on Polli Aianduse Instituudis keskmise raskusega liivsavimullal senini uuritud kahes pikaajalises katses, kus pearõhk on asetatud istutuseelsele sügavväetamisele. Esimeses, A. Siimoni poolt 1953. a. rajatud katses uuriti 50 cm sügavuse plantaažkünni alla antud sõnniku (40 t/ha) ja PK-väetiste (P_2O_5 120, K_2O 120) koosmõju noorte viljapuude juurestiku arengule ja võrsete kasvule ning mulla mikrobioloogilisele tegevusele kuni puude kandeikka jõudmiseni. Katsetulemustest selgus, et sügavkünni alla antud väetiste mõjul oli mulla mikroorganismide arvukus sügavamates kihtides ligi kaks korda suurem kui samade väetiste hariliku künni alla andmisel. Intensiivsem oli puude juurestiku ja võrsete kasv ning puud hakka-

sid varem vilja kandma. Sügavkänniga kobestatud mullas levisid puude juured ühtlaselt, hariliku künni puhul levisid juured ühtlaselt ainult kobestatud mullaga istutusaugu laiuselt ning hakkasid kobestamata mullakihi jõudes ülespoole suunduma (Siimon, 1961).

1965. a. rajati Pollis 1990. aastani kestnud kaheosaline sügavvætuse katse, kus istutuseelselt anti ha kohta varuvætised – sõnnik 100 t/ha, P_2O_5 180 ja K_2O 180 – 50 cm sügavuse sügavkünni alla ainult puude ridade kohale 3 m laiuste ribadena. Reavahedesse anti sügavkünni alla samasugune kogus varuvætisi 5 aasta pärast, eeldades, et selleks ajaks hakkavad õunapuude juured istutuseelselt sügavvætatud ribast juba kaugemale levima. Sellisel varuvætise foonil olid puude kasv ja saagikus ilma täiendava vëetamiseta 20 aasta jooksul rahuldavad, puude täiendav pinnalähedane vëetamine erinevates kombinatsioonides sõnniku ja mineraalvëetistega puude kasvu ja saagikust ei mõjutanud (Haak, 1997).

Katse eesmärk, materjal ja metoodika

Kolmas istutuseelse varuvëetamise katse rajati Polli Aianduse Instituudis 1985. a. erinevate istutuseelse varuvëetamise ja puude kasvuaegse vëetamise viiside komplekskatsena, mis võimaldab hinnata istutuseelselt ja puude kasvu ajal antud vëetiste mõju õunapuudele nii eraldi kui ka koosmõjuna. Samaaegselt oli katse eesmärgiks võrrelda, hariliku ja sügavkünni alla varuvëetisena antud sõnniku ja PK-vëetiste ning ilma sõnnikuta antud suuremate koguste PK-vëetiste efektiivsust. Katse rajati keskmise raskuse ja keskmise viljakusega liivsavisel kamarleemullal õunasordiga 'Talvenauding' tugevakasvulisel kloonalusel E 56, mis istutati aeda vahekaugusega 6x4 m.

Katses oli 5 istutuseelse varuvëetamise varianti ning kõikidel istutuseelse varuvëetamise foonidel vëetati õunapuid nende kasvu ajal 5 erinevas kombinatsioonis. Kokku oli komplekskatses 25 erinevat vëetisvarianti.

A. Istutuseelne varuvëetamine

- I. Vëetamata, harilik künd (kontroll) / *Without fertilizing, common ploughing (control)*
- II. Sõnnik / *Manure 100 t, P_2O_5 200, K_2O 200, sügavkünd / subsoil ploughing*
- III. P_2O_5 700, K_2O 700, sügavkünd / *subsoil ploughing*
- IV. P_2O_5 700, K_2O 700, harilik künd / *common ploughing*
- V. Sõnnik / *Manure 100 t, P_2O_5 200, K_2O 200, harilik künd / common ploughing*

B. Puude kasvuaegne vëetamine

- I. Vëetamata / *Without fertilizing (kontroll / control)*
- II. N 120 igal aastal / *every year*
- III. N 120 igal aastal / *every year, P_2O_5 , K_2O 240 üle aasta / every second year*
- IV. Var. 3 + sõnnik / *manure 100 t üle 5 aasta / after every 5 years*
- V. Var. 3 + P_2O_5 500, K_2O 500 üle 5 aasta / *after every 5 years*

Pärast istutuseelset varuvëetamist määrati katsevariantidel mulla huumuse- ja põhitaitainete sisaldus 0...25 ja 25...50 cm sügavusel, alates puude viljakande algusest 1992. a. kuni 1999. aastani arvestati katsepuude saagikust ja vilja keskmist massi, uuriti viljade keemilist koostist ja säilivust. Katsepuude vegetatiivset kasvu hinnati 1991...1999. a. tüve ümbermõõdu aastase juurdekasvu ja katse lõpetamisel viimase mõõtmise andmetest tuletatud tüve ristlõike pinna järgi.

Katsetulemused ja arutelu

Pärast istutuseelset varuvëetamist muutus olenevalt vëetise liigist ja vëetamise sügavusest märgatavalt mulla huumuse- ja põhitaitainete sisaldus nii 0...25 kui ka 25...50 cm sügavusel (tabel 1).

Tabel 1. Mulla huumuse- ja põhitaitainete sisaldus pärast varuvëetamist
Table 1. Content of humus and main mineral elements in soil, after fertilizing in store

Variant nr.	Huumus % Humus, %		P_2O_5 mg/100 g		K_2O mg/100 g		Üldlämmastik % Total N, %	
	0...25	25...50	0...25	25...50	0...25	25...50	0...25	25...50
I	2,09	1,29	11,17	6,8	17,3	12,3	0,10	0,07
II	1,90	1,82	16,3	23,7	23,3	21,2	0,10	0,09
III	1,49	1,66	13,0	25,3	22,2	26,3	0,07	0,09
IV	1,94	1,19	14,7	9,2	24,0	20,3	0,10	0,06
V	2,24	1,63	19,7	12,0	26,3	23,7	0,12	0,09

Mulla huumuse- ja üldlämmastiku sisaldust mõjutab varuväetamine suhteliselt vähe. Hariliku künni alla antud sõnniku mõjul suurenes vähesel määral huumusesisaldus 0...25 cm ja sügavkünni alla antud sõnniku mõjul 25...50 cm sügavusel. Oluliselt muutus varuväetamise mõjul aga mulla P_2O_5 - ja K_2O -sisaldus. Arvukaid uurimistulemusi kokku võttes hindab Fiedler keskmise raskusega muldadel õunapuudele optimaalseks P_2O_5 -sisalduseks 0...20 cm sügavusel 14...23 ja 20...40 cm sügavusel 7...16 kg 100 g mulla kohta ning optimaalseks K_2O -sisalduseks vastavalt 14...25 ja 8...12 mg/100 g (tsit. Friedrich, 1977, järgi). Sellest lähtuvalt oli istutuseelselt varuväetamata mulla K_2O -sisaldus õunapuudele optimaalne ning P_2O_5 -sisaldus madal. Pärast varuväetamist oli ka P_2O_5 -sisaldus 0...25 cm sügavusel ning hariliku künni alla antud varuväetiste mõjul ka 25...50 cm sügavusel õunapuude jaoks optimaalsel tasemel. Sügavväetuse mõjul suurenesid 25...50 cm sügavusel märgatavalt nii P_2O_5 - kui ka K_2O -sisaldus, ületades õunapuude jaoks optimaalse taseme ligikaudu kahekordselt. P_2O_5 -sisaldus oli 25...50 cm sügavusel isegi oluliselt kõrgem kui 0...25 cm sügavusel. Järelikult kindlustas hariliku künni alla antud varuväetis õunapuudele optimaalsed, sügavväetis aga isegi optimaalsest paremad toitumistingimused.

Katsepuude tüve übermõõdu aastane juurdekasv oli aastati erinev. Kõige suurem (4,3...4,9 cm) oli see vähese saagiga 1998. ja kõige väiksem (2,1...2,9 cm) saagirohkel 1999. a. Puude vegetatiivse kasvu ja saagikuse pöördvõrdeline korrelatsioon esines ka teistel katseaastatel, kuid vähemal määral. Kõikide väetiskombinatsioonide statistiliselt usutav positiivne mõju õunapuude tüve jämeduse juurdekasvule esines ainult puude esimesel viljakandaastal (1992. a.), teistel aastatel kindlasuunalist väetiste mõju puude tüve jämenemisele ei esinenud. Seevastu 1999. a. määratud kogu katseperioodi hõlmava puude tüve ristlõike pinna järgi otsustades oli puude vegetatiivne kasv intensiivsem istutuseelse varuväetise foonil peamiselt nende iga-aastaselt väetamisel ammoniumsalpeetriga, mõnel juhul ka NPK-väetistega. Puude kasvu ajal antud väetised ilma istutuseelse varuväetamiseta puude vegetatiivset kasvu ei parandanud (tabel 2).

Katsepuude saagikus oli alates viljakande algusest olenemata väetamisest perioodiline ning väetamise positiivne mõju saagikusele ei olnud kõikidel katseaastatel usutav, kuid kaheksa aasta kogusaak suurenes istutuseelse ja puude kasvuaegse väetamise koosmõjul 26...38% võrra. Istutuseelne varuväetamine ja puude kasvuaegne väetamine eraldi õunapuude saagikust üldjuhul oluliselt ei mõjutanud. Ilma istutuseelse varuväetamiseta suurenes saagikus 35% võrra ainult puude iga-aastaselt väetamisel N-väetistega koos perioodiliselt antud suuremate koguste PK-väetistega (P_2O_5 ja K_2O üle aasta 200 kg + üle 5 aasta 500 kg). Istutuseelse varuväetise foonidel saadi ligilähedaselt samas suurusjärgus enamsaak puude iga-aastaselt väetamisel ainult ammoniumsalpeetriga N 120/ha. Lisaks N-väetistele puude kasvu ajal antud PK-väetised istutuseelsete varuväetiste foonil N-väetistega saadud enamsaaki oluliselt ei suurendanud, kulutused väetistele suurenesid aga märgatavalt (tabel 2).

Katsetulemustest selgus, et keskmise viljakusega ja keskmise raskusega liivsavimullal õunapuudele nende kasvu ajal antud PK-väetised puude kasvu ja saagikust oluliselt ei mõjuta. Ilmselt on selle peamiseks põhjuseks asjaolu, et väetisekülvikuga mullapinnale külvatuna ei satu väetistes sisalduvad PK-ühendid õunapuude juurte massilise paiknemise piirkonda. Olenevalt aia vanusest moodustab 1/3-1/2 aia pinnast mitteharitav võraalune riba, kus külvatud väetis jääb mulda viimata ning võib saastada isegi keskkonda, eriti kallakutel. Haritavates reavahedest on väetised kultivaatori või randaaliga võimalik viia kuni 15 cm sügavusele, ülemises 0...15 cm sügavuses mullakihi ja aga õunapuu juured korduva mullaharimisega hävitatud.

PK-ühendid on mullas väheliikuvad. Märgistatud P-ioonide liikumist uurides on selgitatud, et kahe kuu jooksul oli P^{32} mullas horisontaal- ja vertikaalsuunas edasi liikunud ainult 3 cm võrra. Õunapuude juurtega asustatud piirkonda varakevadel antud P^{32} avastati õunapuude pungades alles 42 päeva möödudes. Kui P^{32} anti piirkonda, kus juured olid mullaharimisega hävitatud, ei olnud ta selle aja jooksul õunapuude pungadesse veel jõudnud (Semin, Jefimov, 1966). Sama meetodit kasutades on leitud, et puude kasvu ajal õunapuudele antud P-väetistest kasutas õunapuu 2,5 kuu jooksul olenevalt väetamise viisist kõige rohkem 3...8%, enamasti aga ainult 1...2%, heintaimed omastasid seda aga 10...15 korda enam (Jazvitski, Kameneva, 1956). Niisutataval hallmuldadel tehtud katsetest on selgunud, et mullaharimise sügavusele antud K-väetisi omastavad viljapuud 40...50% ning P-väetisi 20...40% ulatuses, kusjuures K-ühendid jõuavad viljapuude organitesse 1 kuu ja P-ühendid alles 3...4 kuu jooksul pärast väetamist (Ostrouhova, 1965). Mullaniiskuse defitsiidi korral on nende omastamine kahtlemata veelgi halvem. Mullaharimissügavusele antud PK-väetiste ebapiisavale efektiivsusele viitavad paljud uurimistulemused (Bazarova, 1977; Boš, Boš, 1989; jt.). Järelikult on pinnalähedasse mullakihti antud PK-väetised õunapuude poolt halvasti kasutatavad, mida kinnitavad ka siin käsitletud katse tulemused. Ilma õunapuude juuri vigastamata on PK-väetisi ning sõnnikut võimalik viia soovitud sügavusse istutuseelse varuväetamisega. Õunaaia istutuseelset varuväetamist on uuritud erinevatel muldadel, erinevates kliimaoludes ning erinevate sortide ja pookealustega. Valdavalt on uuritud istutuseelset sügavväetamist ning enamasti saadud ka positiivseid tulemusi. Varuväetiste andmine 45...50 cm sügavuse plantaažkünni alla parandab lisaks sügavamate mullakihtide rikastamisele toitainetega ka mulla aeratsiooni. Esineb ka arvamusi, et rasketel muldadel ei ole soovitatav sügavkünni alla anda sõnnikut, sest halva aeratsiooni tõttu on pärsitud aeroobsete mikroorganismide tegevus ning sõnnik ei lagune (Voznjakovskaja, 1960). Rahuldavaid tulemusi on saadud ka varuväetiste andmisega 25 cm sügavuse künni alla (Potapov, 1975). Ka siin kirjeldatud katsetulemustest (tabel 2) selgub, et sügav-

väetamisega võrreldes ligilähedasel samas suurusjärgus enamsaak saadi varuväetiste andmisel tavalise 20...22 cm sügavuse künni alla. Vaatamata sügavkünni eelpool toodud eelistele on see tavalise künniga võrreldes kulukam ja tehniliselt raskemini teostatav. Katsetulemustest järeldub, et alati ei olegi selle järele vajadust. Tõenäoliselt on sügavküünd vajalik rasketel, halva aeratsiooniga muldadel. Samuti selgus katsetulemustest, et istutuseelse varuväetisena antud sõnnik 100 t/ha koos mineraalsete PK-väetistega P_2O_5 200 ja K_2O 200 ja ilma sõnnikuta suuremates kogustes (P_2O_5 700, K_2O 700) antud PK-väetised mõjutasid õunapuude saagikust koos igal aastal antud N-väetistega praktiliselt ühtemoodi, kulutused väetistele on aga väiksemad sõnniku ja väiksemates annustes mineraalsete PK-väetistega väetamisel. Võimaluse korral tulekski tavalise künni korral eelistada sõnniku ja mineraalsete PK-väetistega varuväetamist, sest sõnnik suurendab ka mulla huumusesisaldust ning loob eeldused mulla mikroorganismide aktiivseks elutegevuseks.

Tabel 2. Õunapuude kasv, saak ja väetamise tasuvus
Table 2. Growth and yield of apple trees and profit

Väetisvariantide nr. Variant of fertilizing		Tüve rist- lõike pind cm ² 1999. a. Trunk cross section area in 1999, cm ²	Kogusaak t/ha 1992...1999 Total yield 1992-1999, t/ha	Enamsaak t/ha Additional yield, t/ha	Enamsaagi maksumus tuh. kr. Price of additional yield, 1000 EEK	Väetiste maksumus tuh. kr. Cost of fertilizers, 1000 EEK	Kasum tuh. kr. Profit, 1000 EEK
Varuväe- tamine Fertilizing in store	Kasvuaegne väetamine Fertilizing during growing seasons						
I (k.)	1.	160	118	-	-	-	-
	2.	178	142	24	-	5,5	-
	3.	160	144	26	-	26,6	-
	4.	157	140	22	-	34,6	-
	5.	158	159*	41	123	41,3	81,7
II	1.	155	105	-	-	6,9	-
	2.	191*	149*	31	93,0	12,4	80,6
	3.	171	150*	32	96,0	33,5	62,5
	4.	169	154*	36	108,0	41,5	66,5
	5.	175	158*	40	120,0	48,2	71,8
III	1.	183*	116	-	-	10,3	-
	2.	197*	154*	36	108,0	15,8	92,2
	3.	179	157*	39	117,0	36,9	80,1
	4.	174	158*	40	120,0	44,9	71,5
	5.	193*	156*	38	114,0	51,6	62,4
IV	1.	160	122	4	-	10,3	-
	2.	185*	157*	39	117,0	15,8	101,2
	3.	174	163*	45	135,0	36,9	98,1
	4.	169	151*	33	99,0	44,9	54,1
	5.	174	153*	35	105,0	51,6	53,4
V	1.	167	126	-	-	6,9	-
	2.	174	155*	37	111,0	12,4	98,6
	3.	181*	162*	44	132,0	33,5	98,5
	4.	174	162*	44	132,0	41,5	90,5
	5.	174	161*	43	129,0	48,2	80,8
PD 95%		21	29				

* Katsevariantide nimetused vt. metoodika peatükis

* Essence of fertilizing variants see in chapter of methods

Saagi kvaliteedi näitajaid – viljade suurust, säilivust ja keemilist koostist – väetamine ei mõjutanud. Väetamise mõjul suurenes vähesel määral õunapuu lehtede N- ja P_2O_5 -sisaldus, nende P_2O_5 -sisaldust aga väetamine ei mõjutanud. Rohkem kui väetamisest olenes õunapuu lehtede põhitaitainete sisaldus katseaastate erinevatest ilmastikutingimustest ja muudest teguritest, mis ei võimalda õunapuude väetisevajadust Eesti muutlikes ilmastikutingimustes objektiivselt hinnata (Haak, 1999).

Kokkuvõte ja järeldused

Polli Aianduse Instituudis 1985...1999. a. keskmise viljakuse ja keskmise raskusega kamarleetmullal korraldatud õunaaedade varuväetamise ja puude kasvuaegse väetamise komplekskatse tulemustest võib kokkuvõttes järeldada järgmist.

- Ilma istutuseelse varuväetamiseta ei mõjuta puude kasvu ajal perioodiliselt reavahedes kuni 15 cm sügavuse mullaharimise alla ja võraalustes ribades mullapinnale antud sõnnik ja mineraalväetised oluliselt puude kasvu ja saagikust.
- Hariliku või sügavkünni alla varuväetisena ha kohta antud 100 t sõnnikut koos mineraalsete PK-väetistega P_2O_5 200 ja K_2O 200 või ainult mineraalväetistena antud P_2O_5 700 ja K_2O 700 ilma N-väetisteta puude kasvu ja saagikust ei mõjuta, kuid koos igal aastal ammooniumsalpeetriga N 120 väetamisega hoogustab puude kasvu ja suurendab puude saagikust umbes 1/3 võrra.
- Istutuseelse varuväetise foonil puude kasvu ajal lisaks N-väetistele antud PK-väetised ainult N-väetistega saadud enamsaaki ei suurenda, kuid oluliselt suurenevad väetamise kulud.
- Varuväetisena antud sõnnik ja PK-väetised viiakse künniga õunapuude juurte leviku piirkonda, nende mõju on pikaajaline, mis võimaldab viljakamatel muldadel väetada edaspidi õunapuid vähemalt kuni nende täiskandeikka jõudmiseni ainult N-väetistega.
- Viljade suurst, keemilist koostist ja säilivust katsetes kasutatud väetiste annused ei mõjutanud.

Kirjandus

- Bazarova: Базарова Л. В. Реакция молодых деревьев яблони на запасное внесение минеральных удобрений и способы предпосадочной подготовки почвы. – Биологические основы повышения урожайности с.-х. культур. Москва, с. 121...125, 1977.
- Boš: Бош А. М., Бош В. Р. Эффективность поверхностного внесения минеральных удобрений в плодоносящем яблоневом саду. – Пути интенсификаций садоводства и селекция плодовых и ягодных культур. Тула, с. 163...169, 1989.
- Friedrich, G. Der Obstbau. Leipzig. Radebeul, S. 311...312, 1977.
- Haak, E. Erinevate vahekultuuride mõju noortele viljapuudele Eesti NSV tingimustes. – Dissertatsioon, lk. 165...179, 1964.
- Haak, E. Õunapuude istutuseelne varuväetamine võimaldab väetisi kasutada ratsionaalsemalt. – Põldkatsed 1996. Jäneda Õppe- ja Nõuandekeskus, lk. 131...135, 1997.
- Haak, E. Õunapuu lehtede põhitaitainete sisalduse sõltuvus väetamisest ja muudest teguritest. – Agraarteadus, nr. 1, lk. 38...45, 1999.
- Jazvitski, Kameneva: Язвицкий М. Н., Каменева Г. С. Использование плодами культурами фосфорных удобрений. – Сад и огород, № 4, с. 15...19, 1956.
- Kobel: Кобель Ф. Плодоводство на физиологической основе. Москва, 1957. – 27 с.
- Krivorutško: Криворучко Г. И. Периодичность внесения минеральных удобрений в интенсивных горных садах. – Научные труды ВНИИ горного садоводства и цветоводства, № 35, с. 75...83, 1988.
- Ostrouhova: Остроухова С. А. Повысить эффективность удобрений. – Садоводство, № 10, с. 36...42, 1965.
- Porova: Попова Н. Е. Результаты 12-летних исследований по изучению периодичности внесения удобрений под яблоню. – Труды Молдавского НИИ садоводства, виноградарства и виноделия, № 2, с. 3...7, 1975.
- Potarov: Потапов В. А. Влияние предпосадочного удобрения на продуктивность яблони в условиях уплотненной посадки. – Агрехимия, № 7, с. 98...101, 1975.
- Semin, Jefimov: Семин В. С., Ефимов Г. Е. Фосфорное питание яблони. – Садоводство, № 12, с. 27...30, 1966.
- Siimon, A. Mulla ettevalmistamine rajatavas puuviljaaias. – Puuvilja- ja marjaaedade agrotehnika. Tln., lk. 13...16, 1961.
- Voznjakovskaja: Возняковская Ю. М. Влияние различных обработок и способов внесения удобрений на ход микробиологических процессов и ризосферы некоторых плодовых деревьев. – Труды института микробиологии, вып. 7, с. 49...53, 1960.