

MINERAALELEMENTIDE SISALDUS ÕUNAPUU VILJADES JA LEHTEDES

L. Leis, A. Lepik, T. Lepiku, A. Karus

ABSTRACT. *Mineral content of apple fruits and leaves.* Effect of mineral nutrient on fruit quality, including quality for storage and the development of physiological disorders (e.g. bitter pit), depends upon nutrient content and nutrient balance in the fruit. Concentration of mineral constituents was determined in apple fruits and leaves. Varieties had been studied were autumn cultivars Sügisjooik and Liivi kuldrenett, and winter cultivars Talvenauding, Tellissaare and Lobo. Samples were collected from commercial apple orchard in South-Estonia. Mean soil pH(H₂O) was 5.9–6.5 in 1999 and 2000, respectively. Soil humus class was medium, fertility class for N was good, K, P, B and Cu high, and Ca, Mg, Mn and Zn satisfactory. The mean fruit macronutrients content (% DM) was for N 0.16 and 0.31, P 0.13 and 0.09, K 1.00 and 0.39, Ca 0.03 and 0.02, Mg 0.04 and 0.02 in 1999 and 2000, respectively. In leaves the mean concentrations of macronutrients (% DM) were: N 2.1 and 2.3, P 0.4 and 0.2, K 2.0 and 1.1, Ca 1.2 and 1.4, Mg 0.4 and 0.3 in 1999 and 2000. In fruits concentration of N was in 2000 higher than in 1999, content of P, K, Ca and Mg was lower. Fruit macronutrient levels, except P, were lower or close to minimum values of published in literature data. Nutrient levels in the leaves were satisfactory, even high for P and K, in both years. Uptake of nutrients, except N, was in rainy and with low-sunlight vegetative season of 2000 lower. The mean ratio N/Ca was 4 and 22, K/Ca 41 and 25 in 1999 and 2000, respectively. The storage life of fruits was in 1999 when N/Ca << K/Ca longer than in 2000 with N/Ca ~ K/Ca. Incidence of bitter pit on fruits of Sügisjooik with K/Ca ratio 26.5 had widely occurred in 1999.

Keywords: apple fruit, mineral nutrient content, fruit quality, calcium, storability.

Sissejuhatus

Viimasel ajal on Eestis elavnenud aiandussaaduste kasvatamine. Suur osa kohalikul turul pakutavast, eriti Lõuna-Eestis, pärineb suhteliselt väikestest tootmistaludest. Puuviljadest on enam levinud väärtuslikke toitaineid ning bioloogiliselt aktiivseid ühendeid sisaldavate õunte kasvatamine. Toiteelementide tasakaalustatud sisaldus on eriti tähtis puuviljade kvaliteedi püsimisel nende pikemaajalisel säilitamisel. Just säilitamisel ilmnevad mitmed õunte füsioloogilised kahjustused (nt kooretäpilisus), mis on tingitud toiteelementide suhte ja Ca-sisalduse mittevastavusest optimaalsele. Viljade mineraalse koostise määramine annab ühelt poolt võimaluse eelnevalt hinnata saagi kvaliteeti ning prognoosida viljade vastupanuvõimet säilitamisel ilmnevatele füsioloogilistele kahjustustele. Lisaks makroelementide sisaldusele tuleb tähelepanu pöörata ka mikroelementidele, sest paljud neist mõjutavad otseselt makroelementide omastatavust taimedes. Käesolevas artiklis käsitletakse Lõuna-Eesti tootmistalus kasvatatud õunte makro- ja mikroelementide sisaldust aastatel 1999 ja 2000, eesmärgiga leida seoseid viljade mineraalainetega varustatuse ja kvaliteedi vahel.

Võtmesõnad: õunad, toiteelementide sisaldus, viljade kvaliteet, kaltsium, säilivus.

Materjal ja meetodika

Käesolevas töös analüüsiti sügisortide 'Sügisjooik' ja 'Liivi kuldrenett' ning talisortide 'Talvenauding', 'Tellissaare' ja 'Lobo' vilju ja lehti. Proovid koguti enne viljade koristamist Lõuna-Eestis asuvast tootmistalust. Analüüsid tehti EPMÜ keemia osakonnas ja Helsingi Ülikoolis. Kuivainesisalduse määramiseks kaaluti peenes-tatud proovid enne ja pärast kuivatamist ventileeritavas kuivatuskapis 60 °C juures. Makro- ja mikroelementide sisaldus määrati pärast jahvatatud proovide täiendavat kuumutamist 105 °C juures analüsaatoril CHN-900 ning induktiiv-plasma-massispektromeetril ELAN 6000 ICP-MS. Õunapuude kasvukohast võetud mulla proovid analüüsiti EPMÜ Mulliteaduse ja Agrokeemia Instituudis ja Viljaluspalvelu OY laboris (Mikkeli, Soome).

Aiandussaaduste saagikus ja kvaliteet sõltuvad suurel määral nii mulla tüübist ja selle viljakusest ning harimisest, kultuuri hooldamisest kui ka agrometeoroloogilistest tingimustest. 1999. a suve iseloomustasid keskmisest märgatavalt kõrgem õhutemperatuur, päikesepaiste, sademetevaegus. 2000. a suvi oli suhteliselt soe, aga vihmane. 1999. a suvel kasteti õunapuid vastavalt vajadusele. 1999. aastal algas aktiivne vegetatsiooniperiood (ööpäeva keskmine õhutemperatuur >10 °C) maikuu teise dekaadi lõpul. Kolme kuu (juuni–august) keskmine õhutemperatuur oli Tartu lähistel 18,1 °C (paljuaastane keskmine 15,7 °C), sademete summa 113 mm

(50% normist), kusjuures esinesid põhiliselt hoo- ja äikesevihmad. Päikesepaistet oli neil kuudel 885 tundi (norm 722). Õhuniiskus oli vaid juunis normilähedane – keskmiselt 73% (norm – 72%) (Agrometeoroloogiline ülevaade, 2000). 2000. aasta suvi oli tervikuna normilähedase või pisut madalama temperatuuriga (keskmine 15,4 °C), võrdlemisi sajune (sademeid 251 mm) ja vähese päikesepaistega (juuni kuni august 583 tundi, kusjuures juulis vaid 148 tundi). Iseloomulik oli lühiajaliste kuumalainete vaheldumine pikemate mõõdukalt soojade perioodidega. Õhk oli enamasti normaalsest niiskem – 77% (norm 75%) (Agrometeoroloogiline ülevaade, 2001). Niivõrd erinevate ilmastikutingimuste mõju viljade kuivainesisaldusele kui ühele õunte kvaliteedi näitajale on analüüsitud V. Nõmme jt (2001) artiklis.

Vaadeldud õunaaia mulla agrokeemilised näitajad on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Mulla agrokeemilised näitajad aastatel 1999–2000
Table 1. Agrochemical characteristics of soil in 1999–2000

Näitaja <i>Characteristic</i>	Keskmine väärtus / <i>Mean value</i>	
	1999	2000
pH(KCl)	5,2	5,4
pH(H ₂ O)	6,0	6,2
üld- / <i>total N (%)</i>	0,14	0,14
NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	–	<10
Huumus / <i>humus</i>	keskmine / <i>medium</i>	keskmine / <i>medium</i>
K (mg/100 g)	28	32
P (mg/100 g)	35	36
Ca (mg/l)	–	1725
Mg (mg/l)	–	195
B (mg/l)	–	1,1
Cu (mg/l)	–	7,6
Zn (mg/l)	–	6,0
Mn (mg/l)	–	51

Analüüsitud mullad on mõõdukalt happelised (pH(KCl) vahemikus 5,0–5,7, pH(H₂O) 5,9–6,5). 'Sügisjooniku' kasvukohas oli mulla pH mõlemal aastal küllalt madal: pH(KCl) 4,5 ja 5,0 ning pH(H₂O) 5,2 ja 5,9. Muldade huumusesisaldus on keskmine. Varustatus toiteelementidega hea (N), kõrge (K, P, B, Cu) või rahuldav (Ca, Mg, Mn, Zn). Samas tuleb märkida, et sellise mulla happesuse juures on paljude elementide (Ca, Mg, ka P, K) omastamine taimede poolt raskendatud (Kärblane, 1996). Optimaalne pH kaltsiumi ja magneesiumi omastamisel taimede poolt on 7,0–8,5, fosforil 6,5–7,5 ning kaaliumil 6,0–7,5 (Westwood, 1993).

Tulemused ja arutelu

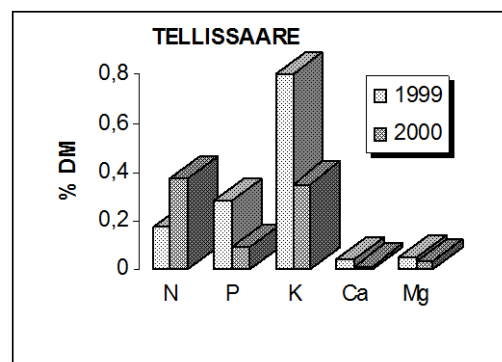
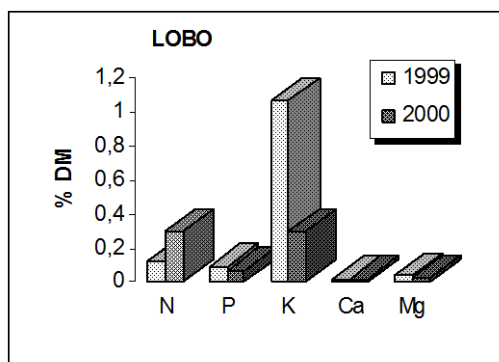
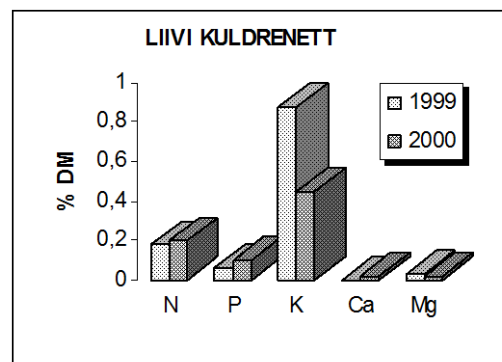
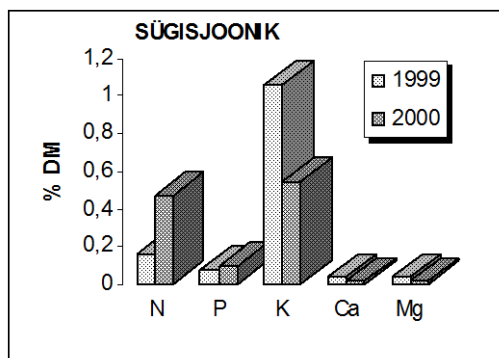
Makroelementide sisaldus õuntes ja ka lehtedes aastatel 1999 ja 2000 on esitatud tabelis 2. Puuviljade kvaliteedi püsimine pikema aja jooksul sõltub suurel määral nende keemilisest koostisest. Sharples'i (1980) uurimuses on toodud makroelementide soovitatav sisaldus säilitusõuntes: N 50–70 mg, P >11 mg, K 130–160 mg, Ca ja Mg 5 mg 100 g⁻¹ värsketes viljades. Analüüsitud õuntes on toiteelementide sisaldus enamuses madalam soovituslikust, eriti 2000. aastal. N-sisaldus õuntes jäi 1999. a. vahemikku 15–30 mg, 2000. a 23–54 mg, P-sisaldus oli vastavalt 8–47 ja 8–13 mg, K-sisaldus 110–143 mg ja 29–62 mg, Ca kogus 3–7 ja 4–8 mg ning Mg-sisaldus vastavalt 4–8 ja 2–4 mg 100 g⁻¹ viljades.

Joonisel 1 on esitatud makroelementide sisaldus (% kuivainest) nelja mõlemal aastal vaadeldud sordi – 'Sügisjoonik', 'Liivi kuldrenett', 'Lobo' ja 'Tellissaare' – viljades. Võrreldes tulemusi näeme, et väga suuri erinevusi ei ole – muutuste suund on enamuses sama. N-sisaldus õuntes on 2000. a kõikide sortide korral märgatavalt suurem kui 1999. a, P-sisaldus oli mõnevõrra suurem või vähenenud, K-, Ca- ja Mg-sisaldus aga väiksem kui 1999. aastal.

Lehtedes samal ajal nii selgepiirilisi ja suuri makroelementide sisalduse muutusi ei esine, v.a K- ja Ca-sisalduses. Võrreldes toiteelementide sisaldust (% kuivainest) lehtedes ja viljades ilmneb, et N-sisalduse suhe lehed/viljad on 2000. aastal 2–2,5 korda suurem kui 1999. a; sortide lõikes on 'Sügisjooniku' puhul eelnimetatud aastatel vastavad suhted 5,7 ja 14,4, 'Lobol' vastavalt 8,7 ja 18,3 ning 'Tellissaarel' 5,7 ja 12,3. Erandiks on 'Liivi kuldrenett', kus need suhted on praktiliselt samad: 9,5 ja 10 vastavalt 2000. ja 1999. a. Kaaliumisisalduse kohta olid nimetatud suhted aastatel 2000 ja 1999 vastavalt 2 ja 5 ('Sügisjoonik'), 3,3 ja 1,5 ('Liivi kuldrenett'),

Table 2. Makroelementide sisaldus õuntes ja lehtedes (% kuivaines) aastatel 1999–2000
Table 2. Macroelement content in apple fruits and leaves (% DM) in 1999–2000

Sort / Variety	N		P		K		Ca		Mg	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Viljad / Fruits										
'Sügisjoonik'	0,16	0,47	0,08	0,10	1,06	0,55	0,04	0,02	0,04	0,02
'Liivi kuldrenett'	0,18	0,20	0,06	0,10	0,88	0,45	–	0,02	0,03	0,02
'Lobo'	0,12	0,30	0,09	0,07	1,07	0,30	0,02	0,02	0,04	0,03
'Talvenauding'	–	0,22	–	0,07	–	0,20	–	0,03	–	0,02
'Tellissaare'	0,17	0,37	0,28	0,09	0,80	0,35	0,04	0,01	0,05	0,03
Keskmine / Mean	0,16	0,31	0,13	0,09	1,00	0,39	0,03	0,02	0,04	0,02
Lehed / Leaves										
'Sügisjoonik'	2,3	2,7	0,7	0,2	5,3	1,1	0,5	1,3	0,6	0,3
'Liivi kuldrenett'	1,9	1,9	0,2	0,3	1,3	1,5	1,3	1,6	0,3	0,3
'Lobo'	2,2	2,6	0,2	0,2	1,4	1,0	1,7	1,2	0,2	0,3
'Talvenauding'	–	2,2	–	0,2	–	1,2	–	1,2	–	0,3
'Tellissaare'	2,1	2,1	0,3	0,2	2,2	0,9	1,4	1,6	0,4	0,4
Keskmine / Mean	2,1	2,3	0,4	0,2	2,0	1,1	1,2	1,4	0,4	0,3



Joonis 1. Makroelementide sisaldus (% kuivainest) aastatel 1999–2000 sortide 'Sügisjoonik', 'Liivi kuldrenett', 'Lobo' ja 'Tellissaare' viljades

Figure 1. Content of macronutrients (% DM) in apple fruits of varieties 'Sügisjoonik', 'Liivi kuldrenett', 'Lobo' and 'Tellissaare' fruits in 1999–2000

3,3 ja 1,3 ('Lobo'). 'Tellissaares' viljades oli ka kaaliumisisalduse suhe lehed/viljad mõlemal aastal praktiliselt sama – 2,6 ja 2,7. Kaltsiumisisalduse puhul oli suhete erinevus kuni 5-kordne, magneesiumi korral 1–2,5-kordne, kusjuures 2000. aastal oli vastava elemendi sisalduse suhe lehed/viljad väiksem. Kõrvutades elementide sisalduse suhet lehed/viljad, võib järeldada, et lämmastiku akumulatsioon viljadesse on olnud 2000. a tunduvalt suurem, kaltsiumil ja magneesiumil aga väiksem kui 1999. a põuasel suvel. Eespool toodud mulla viljakuse andmetest selgub, et toiteainete sisaldus mullas on olnud rahuldav (Ca, Mg), hea (N), kõrge (K, P). Ka on toiteainete sisaldus lehtedes enamuses võrreldav erinevate autorite (Bould jt, 1983; Westwood, 1993; Viljaluusalvelu OY, 1997; Dris jt, 1999) poolt esitatud viljade normaalset kvaliteeti tagava mineraalide sisaldusega: N 1,9–2,4%, P vahemikus 0,14–0,20%, K 1,1–1,5%, Ca 1,0–2,0% ning Mg 0,25–0,35% kuivainest. Seega võib erinevus lehtede ja õunte toiteelementide sisalduses, sh Ca-sisalduses, vaadeldud aastatel olla tingitud eeskätt väga erinevatest ilmastikutingimustest. 1999. aasta oli põuane, kuid väga päikeseline. Samas on valguse suurema intensiivsuse korral toiteelementide kasutamine taimede poolt täielikum, mis tagab viljade parema varustatuse mineraalainetega (Westwood, 1993). Ca-sisaldus viljades mõjutab suurel määral õunte säilivust (Dolega, Link, 1998; Ben, El Sayed, 1999). Et Ca akumulatsioon viljadesse peamiselt 4–6 nädala jooksul pärast õitsemist (Carbó jt, 1998), pritsiti mõlemal aastal talisortide puid täiendavalt Kemira Ca-vedelväetisega (70 g/10 l veele) umbes 50 päeva pärast õunapuude õitsemist.

Erandlik on makroelementide sisaldus 1999. a 'Sügisjookniku' lehtedes, kus fosforit, kaaliumi ja magneesiumi oli rohkem – vastavalt 0,7%, 5,3% ja 0,6%. Kaltsiumisisaldus oli tunduvalt väiksem, keskmiselt 0,5%, mis võib olla tingitud ka magneesiumi kui konkureeriva elemendi suuremast sisaldusest. Suur kaaliumisisaldus kiirendab uute võrsete kasvu, tõstab vee tarvidust, kuid samal ajal vähendab Ca liikumist viljadesse (Shear, 1982). Tähelestatud erinevus võrreldes ülejäänud sortide vastavate näitajatega võib olla tingitud mulla happelisusest: 'Sügisjookniku' kasvukohas oli 1999. a mulla pH(KCl) 4,5 ning pH(H₂O) 5,2. Viljades oli nende elementide sisaldus seejuures võrreldav teiste sortidega.

Tabel 3. Mikroelementide sisaldus õuntes ja lehtedes (mg kg⁻¹ kuivaine) aastatel 1999–2000
Table 3. Microelement content in apple fruits and leaves (mg kg⁻¹ DM) in 1999–2000

Sort / Variety	Mn		Zn		Fe		B		Cu	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
<i>Viljad / Fruits</i>										
'Sügisjooknik'	4	2,2	200	43	37	15	61	25	6	5
'Liivi kuldrenett'	2	1,3	34	28	36	33	20	29	2	3
'Lobo'	3	2,5	19	12	100	16	73	18	6	2
'Talvenauding'	–	1,2	–	28	–	17	–	30	–	3
'Tellissaare'	4	1,3	192	9	18	21	58	21	3	2
Keskmine / Mean	3,3	1,7	111	24	48	20	53	25	4	3
<i>Lehed / Leaves</i>										
'Sügisjooknik'	41	111	114	29	131	216	26	29	21	9
'Liivi kuldrenett'	68	58	115	25	127	183	47	33	6	10
'Lobo'	27	57	31	15	89	135	22	17	4	3
'Talvenauding'	74	26	29	24	141	124	23	34	4	7
'Tellissaare'	62	70	51	18	164	156	34	25	7	8
Keskmine / Mean	54	68	68	22	130	163	30	28	8	7

Mikroelementide sisaldus õuntes (tabel 3) on 2000. a mõnevõrra väiksem kui 1999. a. Analüüsitulemused viitavad asjaolule, et mikroelementide sisalduses esineb suuremaid kõikumisi ning ilmselt sõltub see suuremal määral kasvukohast ja ilmastikust. Toodud kinnitab ka kirjanduses (Souci jt, 1994; Toit ja toitumine, 1997) toodud andmete suur erinevus: Mn-sisaldus vahemikus 48–90 µg, Zn-sisaldus 70–103 µg, Fe 220–480 µg, Cu 42–53 µg, ning B-sisaldus 245 µg 100 g⁻¹ õuntes. Meie analüüsitud õuntes jäi Mn-sisaldus (arvutatuna 100 g õunte kohta) vaadeldud aastatel kirjanduses toodud piiridesse või sellest natuke alla, eriti 2000. a (11–28 µg). Tsinki sisaldasid viljad enamasti rohkem (1999. a. kuni 3260 µg, 2000. a kuni 490 µg). Fe-sisaldus oli võrreldav (enamikus 2000. a proovides alumise piiri lähedal – 174–230 µg), Cu-sisaldus oli 2000. a üldiselt väiksem (25–36 µg). Booriga varustus oli mõlemal aastal väga hea (1999. a sisaldasid talvesordid ligi 1000 µg B 100 g viljade kohta). Õunapuud on küllalt tundlikud Zn defitsiidi suhtes (Marschner, 1995). Zn-sisalduse alumine kriitiline piir lehtedes on kirjanduse (Bould jt, 1983; Westwood, 1993) andmetel 15–20 mg kg⁻¹ kuivaines, maksimaalne kriitiline sisaldus 300 mg kg⁻¹ kuivaines. Analüüsitud proovides jäi Zn-sisaldus enamuses alumise piiri lähedusse.

Õunte kvaliteet ja säilivus sõltub nii makroelementide sisaldusest kui ka nende suhtelisest sisaldusest viljades. On üldtuntud, et suur N-sisaldus viljades vähendab nende kvaliteeti ja säilivust (Thompson, 1996). Õunapuude liigne väetamine N-väetistega mõjub õunte aroomile, vähendab nende värvuse intensiivsust ja vastupanuvõimet füsioloogilistele kahjustustele (Tagliavini jt, 2000; Ben, El Sayed, 1999). Viljade kaltsiumipuudus

kasvuperioodil avaldub enamasti alles koristusjärgus või -järgselt, kui neil ilmneb kooretäpilisus. Thompsoni (1996) ülevaates on toodud, et kahjustus tekib, kui õuntes on alla 4,5 mg Ca 100 g⁻¹ värskes viljas ning K- ja Ca-sisalduse suhte K/Ca väärtus on üle 30. Tabelis 3 on toodud N/Ca ja K/Ca suhtarvud õuntes.

Tabel 4. N, K ja Ca suhteline sisaldus õuntes aastatel 1999–2000

Table 4. N, K and Ca concentration ratios in apples in 1999–2000

Sort <i>Variety</i>	N / Ca		K / Ca	
	1999	2000	1999	2000
'Sügisjooknik'	4	23,5	26,5	27,5
'Liivi kuldrenett'	–	10	–	22,5
'Lobo'	6	15	53,5	15
'Tellissaare'	4	37	20,8	35

Esitatud andmetest selgub, et 1999. a oli 'Lobo' viljades K/Ca suhe üle 30. Vaatamata sellele kooretäpilisust ei täheldatud. Ulatuslikult esines kahjustus aga 'Sügisjookniku' viljadel. Üldiselt oli 1999. a N/Ca << K/Ca. Talvesortide 'Lobo' ja 'Tellissaare' viljad säilitasid kaubandusliku välimuse ja maitseomadused märtsi-aprillikuuni. 2000. a kooretäpilisust vaadeldud sortidel ei esinenud, kuid õunte säilivus oli tunduvalt halvem kui eelmisel aastal. 2000. a sügis oli pikk ja soe, mille tõttu jahutusseadmeteta hoidlas püsis temperatuur suhteliselt kaua kõrgem kui 4 °C. Samas oli õuntes suhe N/Ca tunduvalt kõrgem kui 1999. a ning ligikaudu võrdne suhtega K/Ca, v.a 'Liivi kuldrenett' viljades. Kõrge N/Ca suhe kiirendab vananemisprotsessi õuntes ning seega vähendab nende säilivust (Ben, El Sayed, 1999).

Järeldused

Õunte mineraalsete toitainete sisaldus sõltub vegetatsiooniperioodi ilmastikust: päikeselisel aastal on see tunduvalt suurem.

Õunte säilivust mõjutab lämmastiku- ja kaltsiumisisalduse suhe viljades: 2000. a, mil suhe N/Ca oli tunduvalt suurem kui 1999. a, püsisid õunad kvaliteetsena tunduvalt lühema aja jooksul.

Õunte säilitamisel avalduv füsioloogiline kahjustus kooretäpilisus ei ole seotud ainult suhte K/Ca väärtusega (soovituslikult K/Ca < 30), vaid on keerukam erinevate tegurite koosmõju tulemus.

Ca-sisalduse suurendamiseks õuntes ja füsioloogiliste kahjustuste ennetamiseks tuleks pritsida õunapuid Ca-vedelväetisega rohkem kui üks kord.

Koostöö ja meile osutatud abi eest avaldame tänu prof R. Kõllile EPMÜ Mullateaduse ja Agrokeemia Instituudist, dr R. Dris'ile Helsingi Ülikoolist ja talunik A. Ootsingule.

Kirjandus

- Agrometeoroloogiline ülevaade 1999/2000 põllumajandusaastast. Tallinn, 2000.
- Agrometeoroloogiline ülevaade 2000/2001 põllumajandusaastast. Tallinn, 2001.
- Ben, J., El Sayed, M. M. Concentration of mineral constituents in apples cv. Gloster and some factors determining their quality. *Acta Hort.*, 485, p. 55...59, 1999.
- Bould, C., Hewitt, E. J., Needham, P. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Her Majesty's Stationery office. London, 1983.
- Carbó, J., Guanter, G., Bonany, J. Effect of calcium sprays on apple fruit quality relationship with fruit mineral content. *Acta Hort.*, 466, p. 119...124, 1998.
- Dolega, E. K., Link, H. Fruit quality in relation to fertigation of apple trees. *Acta Hort.*, 466, p. 109...114, 1998.
- Dris, R., Niskanen, R., Fallahi, E. Relationships between leaf and fruit minerals and fruit quality attributes of apples grown under northern conditions. *J. of Plant Nutr.*, 22 (12), p. 1839...1851, 1999.
- Kärblane, H. (koostaja). *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium. Tallinn, 1996.
- Marschner, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Cambridge, UK, 1995.
- Nõmm, V., Karus, V., Lepiku, T., Kõlli, R., Leis, L., Pällin, R., Oraste, L., Lepik, A. Kui valite õuna. *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised* 15, lk 55...58, 2001.
- Sharples, R. O. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in United Kingdom. In: Atkinson, D., Jackson, J. E., Sharples, R. O., Waller, W. M. (Ed.) *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths. London, p. 17...28, 1980.

- Shear, C. B. A closer look at water as the prime factor in calcium-related disorders. In: Scaife, A. (Ed.). Plant Nutrition. Commonwealth Agricultural Bureaux. UK, p. 607...612, 1982.
- Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H. Food Composition and Nutrition Tables. 5th edition. Scientific Publishers. Stuttgart, 1994.
- Tagliavini, M., Zavalloni, C., Rombolá, A. D., Quartieri, M., Malaguti, D., Mazzanti, F., Millard, P., Marangoni, B. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. Acta Hort., 512, p. 131...140, 2000.
- Thompson, A. K. Postharvest Technology of Fruit and Vegetables. Oxford. Blackwell Science Ltd., 1996.
- Toit ja toitumine III. Toidu keemilise koostise tabelid. Tallinna Tehnikülikool. Toiduainete instituut. Tallinn, 1997.
- Viljaluusalvelu OY. Viljavuustutkimuksen tulkinta avomaan puutarhaviljelyssa. Viljaluusalvelu OY. Mikkeli, Finland, 1997. Referred in: Dris, R. and Niskanen, R. 1998. Nutritional Status of Commercial Apple Orchards in the Åland Islands. Acta Agric. Scand., Sect. B. Soil and Plant Sci., 48, p. 100...106.
- Westwood, M. N. Temperate Zone Pomology. Physiology and Culture. 3rd edition. Timber Press, Inc. Portland, OR, 1993.

Mineral Content of Apple Fruits and Leaves

L. Leis, A. Lepik, T. Lepiku, A. Karus

Summary

Direct effect of mineral nutrients on fruit quality, including quality for storage and the development of physiological disorders (e.g. *bitter pit*), depends upon nutrient content and nutrient balance in the fruit. There is not enough information about nutrients content in apple fruits of local varieties. The aim of this investigation was to study elementary content of apple fruits and leaves grown in Estonia. Varieties have been studied were autumn cultivars *Sügisjoonik*, *Liivi kuldrenett*, and winter cultivars *Talvenauding*, *Tellissaare* and *Lobo*. Samples of apple fruits were collected in full maturity stage from commercial apple orchard located in South Estonia in 1999–2000. Concentration of mineral constituents was determined in apple fruits and leaves on analyser CHN – 900 and inductively coupled plasma mass spectrometry ELAN 6000 ICP – MS in the University of Helsinki. Soil samples were analysed in the Estonian Agricultural University and Viljaluusalvelu OY, (Mikkeli, Finland). Mean pH(H₂O) was 5.9 and 6.5 in 1999 and 2000 respectively. Soil humus class was medium, fertility class for N was good, K, P, B and Cu high, and Ca, Mg, Mn and Zn satisfactory.

The mean fruit macronutrients content (% DM) was for N 0.16 and 0.31, P 0.13 and 0.09, K 1.00 and 0.39, Ca 0.03 and 0.02, Mg 0.04 and 0.02 in 1999 and 2000 respectively (Table 2). The mean concentration of macronutrients (% DM) in leaves was: N 2.1 and 2.3, P 0.4 and 0.2, K 2.0 and 1.1, Ca 1.2 and 1.4, Mg 0.4 and 0.3 in 1999 and 2000 (Table 2). In fruits concentration of N was in 2000 higher than in 1999, content of P, K, Ca and Mg was lower. Fruit macronutrient levels, except P, were lower or close to lower values compared with published in literature (Souci et al., 1994) values. Nutrient levels in leaves were satisfactory or higher (for P and K) in both years compared with recommended (Viljaluusalvelu OY, 1997) values. Uptake of nutrients, except N was in rainy vegetative season of 2000 lower (Figure 1). The fruit mean of N/Ca ratio was 4 and 22, and K/Ca ratio 41 and 25 in 1999 and 2000 respectively (Table 3).

Micronutrients content in apple fruits was lower in 2000 compared with 1999 (Table 3). Apple trees are relatively sensitive to lack of Zn (Marschner, 1995). Our results showed that Zn concentration in leaves was close to the lower value published in literature (20–50 mg kg⁻¹ DM, Bould et al., 1983).

The storage life of fruits was in 1999, when N/Ca << K/Ca, longer (for late cultivar *Tellissaare* up to March-April) than in 2000, when N/Ca ~ K/Ca. Incidence of *bitter pit* on fruits *Sügisjoonik* with K/Ca ratio 26.5 had widely occurred in 1999.

In general, the fruit uptake of mineral nutrients a great deal depends upon soil fertility and climatic conditions. Storability of fruits decreased as a result of high ratio of N/Ca ~ K/Ca. To avoid apple fruit postharvest diseases it will be rational to increase number of foliar applications with solution of calcium compounds.