

KARBONAATKIVIMIJAHADE TOIMEST KASVUHOONEKÖÖGIVILJADELE TURVASSUBSTRAADIL¹

M. Järvan

Suurte turbavarude olemasolu tõttu kasvatatakse Eestis kasvuhoonekultuure peamiselt turvassubstraadil. Selle valmistamisel neutraliseeriti rabaturba happesus varasematel aegadel põhiliselt tolm põlevkivituhaga, taimede Mg-tarbe rahuldamiseks segati substraadisse imporditavat Mg-sulfaati. Kuid substraadi happesust saab reguleerida ka mitmete teiste kodumaiste ainete ga.

Eesti maapind on rikas alternatiivsete lubiväetiste poolest. Eelkõige tulevad arvesse mitmesuguse koostisega karbonaatkivimid – lubjakivi ja dolomiit. Nende kaevandamisel tekib põhitoodangu kõrval suurtes kogustes tootmisjäätke, mida pärast vajaliku peensusastmeni jahvatamist oleks majanduslikest ja keskkonناسäästlikest aspektidest lähtudes otstarbekas kasutada happeliste muldade lupjamiseks ja kasvusubstraatide neutraliseerimiseks. Lubjakivi- ja dolomiidijahude segamisel on vastavalt vajadusele võimalik valmistada mitmesuguse Ca:Mg suhtega neutraliseerimissegusid ning oluliselt vähendada või ka täielikult vältida Mg-väetiste impordi.

Materjal ja meetodika

Uurimistöö jaoks koguti geoloogiakandidaat Aada Teedumäe lahkkel juhendamisel Eesti erinevates piirkondades paiknevatest karbonaatkivimite maardlatest kivimite ja tootmisjäätke proove, mille keemiline koostis, sh. raskmetallisaldus määrati Riigi Taimekaitseameti Agrokeemiakeskuses. Valiti välja taimekasvatamiseks katseteks vajalikud karbonaatkivimid, vastavate partiide kohaletoomisel ja jahvatamisel abistas AS Harbet.

1995. a. eelkatsetes jälgiti mehaaniliselt purustatud dolomiitkivimite (7 partiid) erinevate fraktsioonide (1-2 mm ja alla 0,5 mm) toimet rabaturba neutraliseerimisel. Selleks määrati kahenädalaste intervallidega substraatide pH, Ca- ja Mg-sisaldus. Edasistes taimkatsetes kasutati turba neutraliseerimiseks kivimijahusid peensusastmega alla 0,2 mm.

1995. a. korraldati klaaskasvuhoones dolomiidijahude (Anelema ja Röstla) ja tolm põlevkivituhaga mõju võrdlemiseks katsed salatiga ning kurgi- ja tomatistikutega. Kontrollvariandiks oli põlevkivituhk Mg-sulfaadi (0,4 kg/m³) lisamisega, ligikaudu selline oli Eesti katmikaianduse praktikas enim kasutatud variant. Lubiväetise kogus oli kõigis katsevariantides ühesugune – 8 kg ühe kuupmeetri turba kohta, sama suur oli see ka kõigis 1996. a. katsetes.

1995. a. olid katsevariandid ning lubiväetiste Ca- ja Mg-sisaldused järgmised:

1. Anelema dolomiidijahu – Ca 18,7 %, Mg 12,1 %;
2. Röstla dolomiidijahu – Ca 18,4 %, Mg 11,7 %;
3. tolm põlevkivituhk – Ca 29,0 %, Mg 2,0 %;
4. tolm põlevkivituhk + Mg-sulfaat 0,4 kg/m³ (kontroll).

1996. a. korraldati katsed kasvuhoonekõõgiviljadega kahes seerias, seejuures turba neutraliseerimise variandid olid mõlemas seerias ühesugused.

1. Tolm põlevkivituhk – Ca 28,8 %, Mg 2,1 %;
2. Padise lubjakivijahu – Ca 33,9 %, Mg 2,4 %;
3. Anelema dolomiidijahu – Ca 19,6 %, Mg 11,5 %;
4. lubjakivijahu + dolomiidijahu 1:1;
5. lubjakivijahu + dolomiidijahu 3:1.

Esimese seeria katsetes kasvatati salatit, kurgi- ja tomatistikuid. Need kultuurid vajavad nõrgemat toitainete kontsentratsiooni, seepärast lisati 1 m³ substraadi kohta täisväetist (N 10,1 %, P 7,3 %, K 16,1 % + mikroelemendid) vaid 1,25 kg. Sellist täisväetise normi kasutati ka 1995. a. katsetes. Teise seeria katsetes kasvatati kurgi- ja tomatitaimi istikustadiumist kuni viljakande lõpuni ning substraat valmistati toitainerikkam (täisväetist 2,4 kg/m³), viljakande ajal anti taimedele ka NK-pealväetist.

Katsed viidi läbi nõu- ja konteinerkatsetena – salatiga 4 korduses, 10 taime ühes nõus; kurgi- ja tomatistikutega 8 korduses, à 1 potitaim; konteinerkatsed vilju kandvate kurgi- ja tomatitaimedega 3 korduses, à 2 taime konteineris. Jälgiti taimede kasvudünaamikat ning määrati salati, tomati- ja kurgiistikutete keskmine mass ning viljade saak. Analüüside jaoks võeti substraadi- ja taimeproove. Taimses materjalis määrati klorofüll, karotiin, nitraadid, mineraalained ja raskmetallid. Kahel korral analüüsiti kurgi ja tomati vilju ning degusteeriti tomateid.

Katsetulemused ja arutelu

¹ Selles artiklis käsitletakse ühte lõiku Eesti Teadusfondi toetusel toimuvast uurimistööst.

Uurides mehaaniliselt purustatud dolomiitkivimite erineva jämedusega fraktsioonide toimet rabaturba happesuse reguleerimisel, selgus, et 1-2 mm fraktsioon praktiliselt ei vähendanud substraadi happesust. Turba pH muutus vaid 0,11-0,24 ühiku võrra. Sellest võib järeldada, et dolomiidi kaevandamisel jäägina tekkivat peent fraktsiooni ei ole ilma eelneva jahvatamiseta võimalik kasutada taimede kasvukeskkonna reguleerimiseks.

Fraktsioon alla 0,5 mm vähendas turba happesust lubiväetise normi 8 kg/m³ puhul keskmiselt 1,65 (Röstla) kuni 1,85 (Anelema) pH-ühiku võrra; sama suur kogus tolm põlevkivituhka aga keskmiselt 2,74 ühiku võrra. Turba pH oli enam-vähem stabiliseerunud juba 2 nädalat pärast lubiväetise lisamist. Taimedele omastatava Ca sisaldus substraadis suurenes dolomiidijahudega neutraliseerimisel keskmiselt 350 mg/l ja põlevkivituhka puhul 690 mg/l, Mg-sisaldus vastavalt 260 ja 130 mg/l.

Kaltsiumi ja magneesiumi suhe toitekeskkonnas avaldab taimede kasvule ja arengule olulist mõju, sest taimede toitumisel käituvad Ca ja Mg antagonistidena. Ca:Mg suhe substraadis peab olema optimaalsetes piirides, ta ei tohi olla liiga lai ega liiga kitsas. Turba neutraliseerimiseks soovitatakse kasutada sellist lubiväetist, milles Ca ja Mg suhe karbonaatidena oleks 6,5:1 (Rinkis, Nollendorf, 1977), st. Ca:Mg suhe elementidena peaks olema umbes 9:1. 1995. a. katsetes kasutatud lubiväetistes olid Ca:Mg suhted järgmised: dolomiidijahudes 1,5-1,6 (liiga kitsas suhe), põlevkivituhas 14,5 (liiga lai suhe) ning variandis põlevkivituhk + Mg-sulfaat 10,4 (optimaalsele lähedane). Tingituna lubiväetiste erinevast neutraliseerimisvõimest oli substraadi pH_{KCl} dolomiidijahu variantides 5,5, põlevkivituhka puhul aga 6,5-6,6 (tabel 1). Käesolevates katsetes olnud kõõviljakultuuride jaoks ei ole pH_{KCl} 5,5 turvassubstraadil sugugi liiga madal ning kirjanduse andmeil on see pigem parem kui pH_{KCl} üle 6,5. Happesuse selline erinevus muidugi mõjutab mõningate taimetoitainete omastamist. Nendes katsetes ilmnas see eelkõige fosfori, aga ka raskmetallide puhul.

Selgus, et dolomiidijahudega neutraliseeritud turbal oli taimede mass märksa väiksem kui kontrollvariandis: salatil keskmiselt 22,4 %, tomatiistikutel 19,4 % ja kurgiistikutel 20,3 %. Tõenäoliselt oli põhjuseks Ca:Mg liiga kitsas suhe. Nende katsete tulemustest tulenes vajadus uurida edaspidi võimalust taimedele optimaalsema Ca:Mg suhte kujundamiseks erineva koostisega karbonaatkivimite jahude segamise teel.

Tabel 1. Dolomiidijahu ja põlevkivituhka mõju kõõviljakudele 1995. a. katsetes / *An effect of dolomite meal and oil-shale ash on vegetables in 1995*

	Anelema dolomiidijahu <i>dolomite meal</i>	Röstla dolo- miidijahu <i>dolomite meal</i>	Põlevkivituhk <i>Oil-shale ash</i>	Põlevkivituhk <i>Oil-shale ash</i> + MgSO ₄
Substraadis / In the substratum				
pH _{KCl}	5,5	5,5	6,5	6,6
Ca:Mg	2,5	2,2	9,2	6,9
Salat / Lettuce (sort / variety 'Cheshunt')				
taime mass / <i>plant weight, g</i>	32,1	30,4	39,6	41,5
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	1900	1969	1607	1673
karotiin / <i>carotene, mg/kg</i>	34,0	36,5	28,7	28,0
nitraadid / <i>nitrate, mg/kg</i>	2010	2294	3376	2938
P, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	1,17	1,18	0,70	0,76
K, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	8,65	8,73	14,5	10,9
Ca, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	0,99	0,90	1,02	1,09
Mg, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	1,26	1,11	0,67	0,75
Tomatiistikud / Tomato plants (sort / variety 'Belõi naliv')				
istiku mass / <i>plant weight, g</i>	43,7	43,6	53,6	50,4
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	6650	7011	5284	5522
P, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	0,87	0,88	0,42	0,45
K, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	5,28	5,68	5,13	5,55
Ca, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	1,50	1,55	2,45	2,50
Mg, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	0,98	1,18	0,79	0,86
Kurgiistikud / Cucumber plants (sort / variety F₁'HIIOH-412')				
istiku mass / <i>plant weight, g</i>	42,6	38,3	50,0	50,8
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	6183	6179	5336	5652
P, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	0,70	0,72	0,52	0,52
K, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	5,53	5,83	6,65	6,40
Ca, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	1,60	1,55	2,45	2,30
Mg, % kuivaines / <i>% of dry matter</i>	1,26	1,49	0,78	0,79

Tabel 2. Lubiväetiste mõju köögiviljadele 1996. a. katsetes / *An effect of liming manures on vegetables in 1996*

Köögivil, arengufaas <i>Vegetable, phase of development</i>	Põlevkivi- tuhk <i>Oil-shale ash</i>	Lubjakivi- jahu <i>Limestone meal</i>	Dolomii- djahu <i>Dolomite meal</i>	Lubjakivi + dolomiidijahu <i>Meal of limestone + dolomite</i>	
				1 : 1	3 : 1
Salat / Lettuce (sort / variety 'Cheshunt')					
mass / <i>weight, g</i>	28,0	24,8	22,5	25,2	26,6
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	1986	1826	2097	2155	1878
karotiin / <i>carotene, mg/kg</i>	18,0	21,6	21,7	20,6	25,5
nitraat / <i>nitrate, mg/kg</i>	1193	1193	855	1015	844
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,82	0,93	1,05	0,89	0,97
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	8,30	6,97	6,23	6,56	6,91
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	1,35	1,54	1,21	1,31	1,42
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,45	0,40	0,63	0,45	0,42
Tomat / Tomato (sort / variety F1'Ida')					
Istikustaadium / <i>Plant phase</i>					
mass / <i>weight, g</i>	63,9	61,3	58,3	62,4	58,3
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	4248	4126	5000	4208	4192
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,43	0,59	0,69	0,61	0,53
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	4,22	2,21	2,07	2,37	2,08
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	2,19	2,48	1,57	2,07	2,22
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,30	0,23	0,62	0,38	0,31
Viljakandestaadium / <i>Fruit phase</i>					
lehed / <i>leaves</i>					
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,59	0,91	1,01	0,94	1,01
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	4,08	2,83	3,04	2,87	2,70
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	2,70	2,70	2,82	2,73	3,09
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,58	0,48	0,89	0,58	0,62
viljad / <i>fruits</i>					
saak taimelt / <i>yield per plant, kg</i>	2,48	2,38	2,62	2,55	2,34
maitsehinne / <i>taste</i>	4,54	2,93	2,50	3,21	3,66
suhkur / <i>sugar, %</i>	3,66	3,57	3,54	3,92	3,69
org. happed / <i>org. acids, %</i>	0,60	0,59	0,54	0,52	0,52
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,55	0,64	0,63	0,63	0,62
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	4,02	3,98	3,88	3,39	3,31
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,31	0,31	0,34	0,33	0,31
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,18	0,17	0,17	0,15	0,14
Kurk / Cucumber (sort / variety F1'Strema')					
Istikustaadium / <i>Young plant phase</i>					
mass / <i>weight, g</i>	68,5	63,5	57,0	71,9	66,5
klorofüll / <i>chlorophyll, mg/kg</i>	5663	5449	6020	5981	5753
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,57	0,75	0,92	0,77	0,78
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	3,74	1,98	2,09	1,88	2,29
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	3,40	4,30	2,77	3,94	3,86
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,42	0,46	1,17	0,83	0,58
Viljakandestaadium / <i>Fruit phase</i>					
lehed / <i>leaves</i>					
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,48	0,60	0,67	0,65	0,61
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	2,19	1,73	1,73	2,01	1,71
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	6,49	7,27	7,27	7,64	7,66
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,73	0,76	1,54	1,05	0,98
viljad / <i>fruits</i>					
saak taimelt / <i>yield per plant, kg</i>	2,14	2,10	2,30	2,49	2,46
P, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,74	0,82	0,86	0,91	0,92
K, % k.-a. / <i>% DM</i>	4,92	4,53	4,54	4,86	4,87
Ca, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,65	0,60	0,59	0,62	0,70
Mg, % k.-a. / <i>% DM</i>	0,40	0,34	0,39	0,36	0,36

Dolomiidijahudes sisalduva Mg positiivse omadusena tuleb nimetada tema mõju lehepigmentide sünteesile. Baumeister ja Ernst (1978) märgivad, et Ca:Mg laiema suhte korral sünteesitakse rohkem karotinoide ja vähem klorofüllü, kitsama suhte korral aga rohkem klorofüllü ja vähem karotinoide kui normaalse Ca:Mg suhte korral. 1995. a. katsetes sisaldasid kõögiviljade lehed dolomiidijahu variantides 9,4-23,7 % rohkem klorofüllü ja salat 25,7 % rohkem karotiini kui kontrollvariandis. Dolomiidijahuga neutraliseeritud substraadil sisaldas salat keskmiselt 26,8 % vähem nitraate. Lubiväetiste keemilisest koostisest põhjustatuna sisaldus dolomiidijahu puhul taimedes alati rohkem Mg, kuid vähem Ca. Erinevused taimede P-sisalduses olid tõenäoliselt tingitud katsesubstraatide happesuse erinevustest; salati ja kurgilehtede suurem K-sisaldus põlevkivituha variantides aga selle lubiväetisega lisandunud kaaliumist.

1996. a. esimese seeria katsetes pikeeriti taimed substraatidele 2 nädalat pärast nende valmistamist. Selleks ajaks oli pH peaaegu stabiliseerunud, kuid jätkus Ca ja Mg üleminek taimedele omastatavasse vormi. Kuu aja möödudes oli Ca- ja Mg-sisaldus oluliselt suurenenud ning Ca:Mg suhe kõigis substraatides veidi kitsenenud.

Selgus, et salati, kurgi- ja tomatitaimede kasvule ei mõjunud hästi nii Ca kui ka Mg ühekülgne liig substraadis, sest taimede mass oli kõige väiksem just puhta lubjakivi- ja dolomiidijahu variantides (tabel 2). Kui turba neutraliseerimiseks kasutati lubjakivi- ja dolomiidijahu segusid 1:1 ja 3:1, siis oli salatitaimede keskmine mass kuni 18,2 % ja kurgitaimedel kuni 26,1 % suurem kui puhta dolomiidijahuga.

Lubiväetiste erinevus ei mõjutanud usutavalt kõögiviljade kuivainesisaldust, samuti vilikõögiviljade nitraadisisaldust, mis iseenesest on niigi väikesed. Mg-rikas lubiväetis vähendas salati nitraadisisaldust nagu 1995. a. katseski. Klorofüllü sisaldus taimelehtedes oli alati suurim dolomiidijahuga neutraliseeritud substraadil, dolomiidijahu lisamine lubjakivijahule mõjutas klorofüllü sünteesi samuti positiivselt.

Kurgisaak oli kivimijahude segude 1:1 ja 3:1 kasutamisel usutavalt suurem kui põlevkivituha ja lubjakivijahu variantides. Tomatisaakides usutavaid erinevusi ei ilmnenud. Küll aga ilmnisid suured erinevused tomatite degusteerimisel, mida komisjon tegi kahel korral. Kõrgeim maitsehinne (keskmiselt 4,54) omistati põlevkivituha neutraliseeritud substraadil kasvatatud tomatitele, halvimal hinded (2,50 ja 2,93) aga dolomiidijahu ja lubjakivijahu ühekülgsetele variantidele. Kivimijahude segude kasutamine parandas oluliselt tomati maitset, ühtlasi suurendas mõnevõrra viljade suhkruisaldust ning vähendas orgaaniliste hapete sisaldust. Need ühendid teatavasti mõjutavad maitseomadusi.

Taimelehtede mineraalainete sisalduses ilmnisid samad seaduspärasused mis 1995. a. katsetes. Lubiväetiste erinev Ca- ja Mg-sisaldus kajastus peaaegu alati ka lehtedes. Põlevkivituha neutraliseeritud substraadil sisaldasid taimelehed reeglina märksa vähem P (tingituna kõrgest pH-st) ja rohkem K kui teiste lubiväetistega. Tomati- ja kurgiviljade mineraalainete sisalduses (v.a. P puhul) ei olnud enam nii reeglipäraseid erinevusi kui lehtedes.

Kirjandus

Baumeister W., Ernst W. Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. – Stuttgart-New York, 1978. – 416 S.

Rinkis, Nollendorf: Ринкис Г., Ноллендорф В. Оптимизация минерального питания полевых и тепличных культур. – Рига, 1977. – 168 с.

An Effect of Powdered Carbonate Rocks on Greenhouse Vegetables Grown on Peat Medium

M. Järvan

Summary

In Estonia there are carbonate rocks with a different content of Ca and Mg, the powdered production wastes of which can be used for neutralizing the growth media produced from bog peat, and for supplying plants with a sufficient amount of Mg. The effect of powdered limestone, powdered dolomite and their mixtures 1:1 and 1:3, as well as oil-shale ash on the growth, yield and chemical composition of lettuce, tomato and cucumber was compared. The rate of a lime fertilizer was 8 kg per m³ of peat.

It became evident that a too broad or a too narrow Ca:Mg ratio in lime fertilizers inhibited the growth of plants and decreased the yield. The Mg content in dolomite powder had a positive effect on the synthesis of leaf pigments.

The use of limestone and dolomite powders for neutralizing the peat medium increased the yields of lettuce and cucumber, and improved the taste of tomato.