

LÄMMASTIKU, FOSFORI, KAALIUMI JA KALTSIUMI EEMALDAMINE LAMMI-MADALSOOMULLAL KASVAVATE HEINTAIMEDE NIITELISEL KASUTAMISEL

K. Annuk

Eesti talus peeti lämmastikväetist liiga kalliks, et seda rohkesti kasutada. Kui kahekümnendate aastate lõpus alanud majanduskriis oli möödas ja II maailmasõda veel ei mõjutanud Eesti põllumajanduse olukorda, hakkas välja kujunema püsiv kaupade hindade vahekord. Toome näite 1934. aastast. Tartu meiereis maksti 1 kg piima eest talumehele 4,4 senti. Samal ajal oli piima turuhinnaks Tartus 7 senti kg. Järelikult piima tootja sai siis 62,9 % piima jaehinnast. See hinnavahe ei olnud puht turunduslik, tuleb veel arvesse võtta, et meiereist sai talumees lõssi tasuta tagasi, joogipiima müümisel mitte. Ammooniumsalpeetri eest tuli talumehel sel aastal maksta 12,4 senti kg. Ühe kilo meiereisse viidud piima eest sai osta ainult 355 g ammooniumsalpeetrit. Sellisest vahekorrast tulenevalt kasutati Eestis 1934. aastal 1 ha põllumaa kohta lämmastikku, väljendatuna salpeetrina, keskmiselt ainult 2,1 kg. See arv on üsna tühine, kuid tuleb arvestada, et põllule anti rohkesti laudasõnnikut, millega kaeti põllul kasvatatavate kultuuride lämmastikutarve. Ühe hektari väetamiseks ammooniumsalpeetriga oli vaja lämmastikväetise ostuks meiereisse ära anda 6 kg piima¹.

Kuuskümmend aastat hiljem (1994) oli olukord kardinaalselt muutunud. Piima tootjale maksti nüüd 153,3 s/kg. Piima tarbija ostis aga naturaalselt piima asemel 2,5 %-lise rasvasisaldusega piima, mille eest tuli maksta 408 s/kg. Siit võib tuletada, et näiteks toodetud 3,8 %-lise rasvasisaldusega piima 1 kg eest tulnuks tarbijal maksta koguni 619 s/kg (1 kg 2,5 %-st piima sisaldab 658 g 3,8 %-list piima). Piima tootja sai lõssiga lahjendatud (2,5 %-ne piim) piima jaehinnast 37,6 ja naturaalse piima (3,8 %-ne piim) hinnaga saanuks ta ainult 24,8 % selle jaehinnast. Ühe kilogrammi piima müügist saadud rahaga oli võimalik osta 958 g ammooniumsalpeetrit. Eesti vabariigi mineraalväetistega väetatud pinnal (404 558 ha) kasutati lämmastikväetist (ümberarvestatuna ammooniumsalpeetriks) 188 kg/ha. Kui arvestada aga, et mitte kogu statistikas näidatud mineraalväetisega väetatud pind ei saanud lämmastikväetisi, siis muutub esitatud 188 kg/ha väheusutavaks. Edasi saab tuletada, et 1 ha ammooniumsalpeetriga väetamiseks kulus piimatootjal väetise ostmiseks 196 kg piima eest saadud raha. Kõigist eeltoodust võib järeldada, et piim on läinud kallimaks, sest 1 kg piima müügist saadud rahaga saab praegu osta kallist ammooniumsalpeetrit 2,7 korda enam, kui see oli võimalik 60 aastat tagasi. Samas aga näeme, et piima tootjat "kooritakse" samuti palju intensiivsemalt, kuna temale antav osa piima jaehinnast eelmise perioodiga võrreldes on vähenenud – enne 62,9, nüüd 24,8 %. Ammooniumsalpeetriks ümberarvestatud lämmastikku kasutati nüüd koguni 89,5 (!) korda rohkem ja see väetis on suhteliselt vähem kallinenud kui piim. Ühe hektari N-väetisega väetamiseks tuleb nüüd piima müüa 32,7 korda rohkem kui kuuekümmend aastat eest. Tootjale makstava piima hinna suurenemine aga võrreldava aja vältel on olnud 34,8 korda. Talu tingimustes lämmastikväetise kalli hinna tõttu kasutati seda omal ajal niivõrd väikestes kogustes, et ei kogetud ka tema toime võimalikke negatiivseid tagajärgi.

Veel 1933. aastal oldi seisukohal, et madalsoonitudel lämmastikväetiste tarvitamine ei tasu (Sepper, 1933). Intensiivne soode ülesharimine II maailmasõja eel tulenes ka sellest, et siin oli võimalik toime tulla ilma kalli tšiilisalpeetrita või kulutada seda väga väikestes kogustes. Oma katsetele tuginedes kirjutab prof. L. Rinne (1940): *Parimaks lämmastikväetise normiks on osutunud 30 kg N hektarile, mis turba puuduliku lagunemisjärgu ja kõrge heina hinna juures seisab veel tasuvuse piires*. Lämmastiku efektiivsus kõrrelistest koosnevate heintaimikutega sookultuurniitudel oleneb turvasmulla lagunemisastmest, heintaimiku botaanilisest koosseisust ja põhiväetiste (PK) foonist. Eestis seni avaldatud andmete põhjal on ammooniumsalpeetri kasutamisel saadud 1 kg N kohta enamsaaki (kuivaines arvestatuna)

¹ Eeltoodud arvandmete allikaks ja aluseks on "Eesti Põllumajandus. Statistiline aastaraamat 1934".

järgmiselt – vähe lagundunud turvasmullal (30 kg N/ha) – 97 kg (Hirmo, 1970), keskmiselt lagundunud turvasmullal (50 kg N/ha) – 76 kg (Kruus, 1975) ja hästilagundunud turvasmullal (60 kg N/ha) – 20,6 kg (Jürgen, 1972).

Lämmastikväetise kasutamise ökonoomsus sõltub oluliselt heintaimiku produktiivsusest (Zürn, 1972). Ammooniumsalpeetri efektiivsust ja tema kasutuse mõningaid võimalikke negatiivseid tagajärgi lammi-madalsoomuldadel paiknevatel niitudel on autor käsitlenud juba ka varem (Annuk, 1973, 1980, 1982, 1992, 1994). On teada, et lämmastikuga väetamisel suureneb saagiga eemaldatav fosfori- ja kaaliumikogus, kuigi nende sisaldus saagi kuivaines võib seejuures isegi väheneda, põhjustades nn. lahjendusefekti (Lundegårdh, 1960, Knabe, 1966).

Alljärgnevalt käsitletakse kuue katseaasta keskmisi andmeid, kasutades viie erineva (üheliigiliste külvidena rajatud) heintaimiku (aas-rebasesaba 'Haljas', harilik kerahein 'Jõgeva 242', päideroog 'Pedja', ohtetu püsiliste 'Lehis', põldtimut 'Jõgeva 54') saagiga eemaldatud toitainete koguseid sõltuvalt kasutatud ammooniumsalpeetri annustest. Kõik heintaimikud kasvasid samades edaafilistes (hästikuivendatud, hästilagundunud sügaval lammi-madalsoomullal) ja kasutus- (kahe ja kolmeniitelise) tingimustes. Katseala mulda (0...20 cm kihis) enne katse alustamist iseloomustasid järgmised agrokeemilised näitajad: $\text{pH}_{\text{KCl}} - 4,5$, $\text{N} - 2,9$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 3,8$ mg/100 g, $\text{K}_2\text{O} - 24,0$ mg/100 g, $\text{CaO} - 1,3$ %, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2,3$ %, $\text{CaO} : \text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,56$, $\text{MgO} - 0,50$ %, $\text{Cu} - 1,72$ mg/kg, $\text{Co} - 0,56$ mg/kg. Fosfori- ja kaaliumväetised anti sügisel. Sõltuvalt katseskeemist külvati ammooniumsalpeeter jaotatult võrdsetes osades järgmistel tähtaegadel: pärast heintaimede kevadise kasvu algust, pärast esimest (kaheniiteline kasutus) ja pärast esimest ja teist (kolmeniiteline kasutus) niidet.

Igal niitelise kasutuse aastal võib saagiga eemaldatav taimetoitainete kogus põhjustada mulla vaesustumist lämmastiku, fosfori, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi osas, kui seda ei kompenseerita vastava väetisega (Jurkevitš, Busko, 1986). Niitelise kasutuse juures ei toimu taimetoitainete osalist tagastumist rohumaa kasutuse käigus, nagu see toimub karjamaal. Mitmeaastased kõrrelised heintaimed kasutavad suurtes kogustes ka mulla lämmastikku (70...100 N kg/ha, Rinne, 1940, ca 100 kg N/ha, Kozlov jt., 1982), lämmastikväetiste kasutamisel suureneb saagiga põhiliste taimetoitainete eemaldamine ligikaudu kahekordseks. Seejuures eemaldavad paljuliigilised heintaimikud enam lämmastikku ja tuhaelemente kui ühe- ja väheliigilised heintaimikud (Kozlov jt., 1982). Lämmastikväetised soodustavad saagi formeerumist seni kuni nad on varustatud vastavalt fosfori ja kaaliumiga (Gabovštjak jt., 1977). Lämmastikväetiste kasutamisel suureneb K, P ja Ca kontsentratsioon taimedes siis, kui nende elementide sisaldus mullas on suur ja väheneb, kui nimetatud elemente on mullas vähe (Korenkov jt., 1974, Filimov, 1985). Heintaimiku suve teise niite saak formeerub mulla lämmastiku abil (Jefimov, 1986). Autori katseandmetel sisaldab 1 ha-lt lammi-madalsoomuldadel kasvanud kõrreliste heintaimede saak (fosfor- ja kaaliumväetiste foonil) 120...180 kg lämmastikku (tabel 1). Taimede poolt kasutatud lämmastikust sisaldub 80...90 % niiteliselt koristatavas massis ja ainult 10...20 % tüüs ja juurtes (Filimonov, 1977). Teistel andmetel vastavalt 66 %, 13 % ja 21 % (Lillak, 1994). Ammooniumsalpeetri jaotatud andmine pisut vähendab taimetoitainete eemaldamist saagiga, võrreldes väetise ühekordse külvi (Filimonov, 1985). Turvasmulladel ei ole fosfor- ja kaaliumväetised taimedele ainult toiteelementide allikaks, vaid nad toimivad ka katalüsaatoritena, soodustades mulla mineraliseerumist ja selle lämmastikuvarude kasutamist (Sinkevits, 1985). Lämmastikväetised ise omakorda suurendavad fosfor- ja kaaliumväetiste toimet (Romašov, 1969, Zürn 1972). Orienteeruvalt arvestatakse, et kui kasvatada heintaimi heinaks, siis ühe tonni heintaimede kuivaine moodustamiseks on vajalik keskmiselt 20...25 kg N, 6...7 kg P_2O_5 , 15...20 kg K_2O (Sinitsõn, 1987) ja 6...11 kg CaO (Kozlov jt., 1982). Tegelikku toitainete kasutuskoefitsienti väetistest võimaldab määrata ainult isotoopide meetod. Nn. vahemeetod väljendab seda ainult ligikaudselt, sest ta ei arvesta täiendavat mullavarude lämmastiku kasutamist. Enam viljakamal mullal kasutavad taimed suuremas ulatuses mullalämmastikku. Eriti suureneb taimede täiendav mullalämmastiku ("ekstra" – N) tarbimine lämmastikväetiste kasutuse tingimustes (Jefimov, Tsarenko, 1988). Teada on, et pikemat aega kolmeniiteliselt kasutatud aladel saak langeb, taimetoitainete kontsentratsioon kuivaines jääb aga kõrgemaks kui kaheniiteliselt koristatud saagis ja taimetoitainete eemaldamine hektarisaakidega võib seetõttu ka väheneda, võrreldes selle heintaimikuga, kus saak koristati suve jooksul kaheniiteliselt (tabel 1).

Tabel 1. Taimetoitainete eemaldamine (kg) mullast saagiga, sõltuvalt lämmastikuannusest (kaheniiteline kasutus 0...150 kg N/ha, kolmeniiteline kasutus 0...300 kg N/ha). Foon: 120 kg P₂O₅/ha ja 240 kg K₂O/ha / Removal of plant nutrients from soil (kg) with yield, depending on the amount of nitrogen (twofold cutting 0...150 kg N/ha, threefold cutting 0...300 kg N/ha). Preceding fertilization: 120 kg P₂O₅/ha and 240 kg K₂O/ha

Niitmise sagedus, sort Frequency of cuttings, cultivar	Eemaldub 1 t kuivainega Removed with 1 ton dry matter				Eemaldub 1 ha saagiga Removed with 1 ha yield			
	N	P	K	Ca	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Kaheniiteline / Twofold								
‘Haljas’	26,9...	3,7...	38,2...	6,9...	183,7...	58,3...	313,9...	75,2...
	32,4	4,0	39,0	7,9	242,5	73,4	361,7	99,0
‘Jõgeva 242’	22,2...	3,4...	33,2...	4,4...	144,9...	52,2...	278,6...	44,4...
	28,0	3,8	40,4	5,3	193,1	60,6	298,0	50,8
‘Pedja’	17,8...	2,9...	25,9...	4,0...	137,1...	51,7...	239,2...	42,8...
	22,8	3,0	29,0	4,6	240,9	74,6	367,1	68,6
‘Lehis’	15,1...	2,4...	23,1...	3,8...	136,3...	49,9...	260,8...	48,4...
	19,8	2,9	24,3	4,7	223,3	76,0	307,3	73,8
‘Jõgeva 54’	17,8...	2,7...	24,3...	4,1...	123,4...	44,0...	202,1...	40,0...
	23,9	3,6	26,4	5,8	219,5	76,9	291,4	74,2
Kolmeniiteline / Threefold								
‘Haljas’	27,8...	4,3...	38,3...	5,5...	152,1...	55,2...	251,6...	42,1...
	37,6	4,6	40,5	6,6	274,6	72,9	338,5	63,1
‘Jõgeva 242’	29,2...	4,4...	34,5...	5,7...	165,1...	58,7...	264,7...	45,2...
	36,6	4,7	39,0	6,5	276,9	86,2	356,9	68,2
‘Pedja’	25,8...	3,7...	27,0...	5,2...	149,6...	50,1...	225,2...	42,3...
	35,1	4,1	35,3	6,2	259,6	76,4	341,4	69,7
‘Lehis’	22,8...	3,4...	32,6...	5,2...	136,6...	51,3...	263,6...	46,5...
	30,2	3,7	36,7	5,9	246,7	67,3	328,1	66,2
‘Jõgeva 54’	23,7...	3,4...	30,2...	5,3...	134,1...	45,2...	204,8...	47,9...
	34,6	4,1	32,6	5,9	300,0	79,2	314,5	71,5

Autori poolt korraldatud katse tulemusel, sõltuvalt väetamiseks kasutatud lämmastiku kogusest, heintaimikust ja niitmise sagedusest, on ühe tonni saagi kuivaine moodustamiseks vajalik 15,1...37,6 kg N, 5,6...11,1 kg P₂O₅, 27,7...48,6 kg K₂O ja 5,3...11,1 kg CaO. Lämmastikväetise koguste ja katses olnud heintaimikute kogusaagiga mullast taimetoitainete eemaldamise vahelisi seoseid iseloomustavad võrrandid on esitatud tabelites 2 ja 3. Tootmises paremal juhul kasutatavat fooni (P₂O₅ 60 kg/ha ja K₂O 120 kg/ha) pole vaja suurendada, kui ei kasutata lämmastikväetist. Meie kogemustel ei ole veel küllaldane lämmastikväetiste kasutamiseks nimetatud fosfor- ja kaaliumväetiste tase. Võrreldes fooniga (N₀PK) oli lämmastiku mõjul saagiga eemaldatavate toitainete kogused kolmeniitelisel kasutusel pisut suuremad (N – 1,7...2,2, P₂O₅ – 1,3...1,8, K₂O – 1,3...1,5, CaO – 1,4...1,6 korda) kui kaheniitelise kasutuse tingimustes (N – 1,3...1,8, P₂O₅ – 1,2...1,7, K₂O – 1,1...1,6, CaO – 1,1...1,9 korda).

Siit tuleneb, et lämmastiku, fosfori, kaaliumi ja kaltsiumi mullast väljaviimine saagiga suurenes maksimaalselt lämmastikväetise kasutamise korral vastavalt 2,2, 1,8, 1,5 ja 1,9 korda. Õeldu nähtub [joonistelt](#) 1...4, kus on näidatud saagiga eemaldatud nelja (N, P, K, Ca) taimetoitelemendi koguste (y) sõltuvus nii väetisena antud lämmastikust (x) kui liigist (sordist) ja kasutusagedusest. Kui võrrelda väetamiseks kasutatud taimetoitainete (N, P₂O₅, K₂O) koguseid ja nende eemaldamist saakidega, siis on ilmne, et lämmastikväetiste kasutamisel on siinsetel muldadel mulla vaesustumine fosfori, kaaliumi ja kaltsiumi osas para-

Tabel 2. Kaheniitelise kasutusega heintaimikute suve kogusaagiga taimetoitainete eemaldamist mullast (y) iseloomustavad regressioonivõrrandid sõltuvalt lämmastikväetise ($0...150$ kg N/ha, x) annusest / Regression equations characterizing removal of plant nutrients (y) from soil with summer total yield of grass stands utilized for twofold cutting, depending on the amount of nitrogen ($0...150$ kg N/ha, x)

Sort Cultivar	Regressioonivõrrand Regression equations	s	r
'Haljas'	$y(N)=199,24+0,316x$	40,42	0,443*
	$y(P_2O_5)=61,29+0,087x$	12,19	0,409*
	$y(K_2O)=312,22+0,355x$	80,49	0,270
	$y(CaO)=71,18+0,045x$	18,39	0,154
'Jõgeva 242'	$y(N)=154,46+0,240x$	26,18	0,501**
	$y(P_2O_5)=55,30+0,030x$	9,18	0,206
	$y(K_2O)=308,14+0,234x$	60,27	0,240
	$y(CaO)=44,22+0,034x$	6,63	0,310
'Pedja'	$y(N)=136,72+0,747x$	33,09	0,823***
	$y(P_2O_5)=50,75+0,163x$	15,32	0,563***
	$y(K_2O)=240,04+0,938x$	76,43	0,619***
	$y(CaO)=40,60+0,185x$	54,90	0,909***
'Lehis'	$y(N)=139,43+0,509x$	43,86	0,598***
	$y(P_2O_5)=48,55+0,182x$	17,57	0,559***
	$y(K_2O)=268,95+0,204x$	85,99	0,151
	$y(CaO)=49,32+0,168x$	8,35	0,794***
'Jõgeva 54'	$y(N)=129,56+0,664x$	32,83	0,789***
	$y(P_2O_5)=49,94+0,174x$	11,91	0,683***
	$y(K_2O)=222,78+0,526x$	53,94	0,530***
	$y(CaO)=45,54+0,210x$	11,05	0,773***

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

*** $P < 0,001$

tamatu ja seda isegi antud katses kasutatud fooni (P_2O_5 120 kg/ha, K_2O 240 kg/ha) tingimustes. Praegu tuleb lisaks lämmastikväetise kõrgele hinnale arvestada ka tema sellist võimalikku negatiivset toimet, mille tõttu madal-soomuldadel lüheneb heintaimikute produktiivne kasutusiga. Väetamisel tuleb silmas pidada ka N, P_2O_5 ja K_2O suhet, et vältida lämmastiku ühekülgset kasutust heintaimede poolt (Annuk, Kärblane, 1987). Lämmastikväetise kasutamise korral on fosfori, kaaliumi, magneesiumi ja tsingi suurenenud vajadusele juhtunud tähelepanu ka Roth (1970). Joonistel 1...4 näidatu on hoiatus, et siin ei ole tegu üksnes jooksva aastal raha raiskamisega, vaid ka kaasuv heintaimikute kasutusea lühenemine suurendab üldkokkuvõttes kulusid.

Lämmastiku saldo oli tavaliselt negatiivne. Alles väga suurte lämmastikväetise koguste (300 kg N/ha) korral muutus see kõigi liikide osas positiivseks. Saagiga on eemaldatud 36,7...71,8 % väetamiseks kasutatud fosforist. Fosfori saldo jäi kasutatud fosforväetiste koguste suhtes seega alati positiivseks. Autori katsetes oli põldtimutit ('Jõgeva 54') lämmastikväetisega väetades alati tegemist kaaliumi negatiivse saldogaga. Kaaliumi negatiivne saldo esines veel kaheniitelise kasutusega aas-rebasesaba ('Haljas'), hariliku keraheina ('Jõgeva 242') ja ohtetu püsikluste ('Lehis') juures. Päideroo ('Pedaja') heintaimiku puhul ilmnes kaaliumi negatiivne saldo lämmastikuga väetamisel (kaheniitelisel kasutusel) ja selle kasutusel N_{150} ja enam (kolmeniitelisel kasutusel). Lätis läbi viidud katsetes (Kudelin, 1988) on kõrrelistest koosnevate heintaimikute korral kõigi kasutusviiside (niitmine, karjatamine) ja seemnesevade keskmisena alati kaaliumi kasutust iseloomustanud selle negatiivne saldo. On

Tabel 3. Kolmeniitelise kasutusega heintaimikute suve kogusaagiga taimetoitainete eemaldamist mullast (y) iseloomustavad regressioonivõrrandid sõltuvalt lämmastikväetise ($0 \dots 300$ kg N/ha, x) annusest / Regression equations characterizing removal of plant nutrients (y) from soil with summer total yield of grass stands utilized for threefold cutting, depending on the amount of nitrogen ($0 \dots 300$ kg N/ha, x)

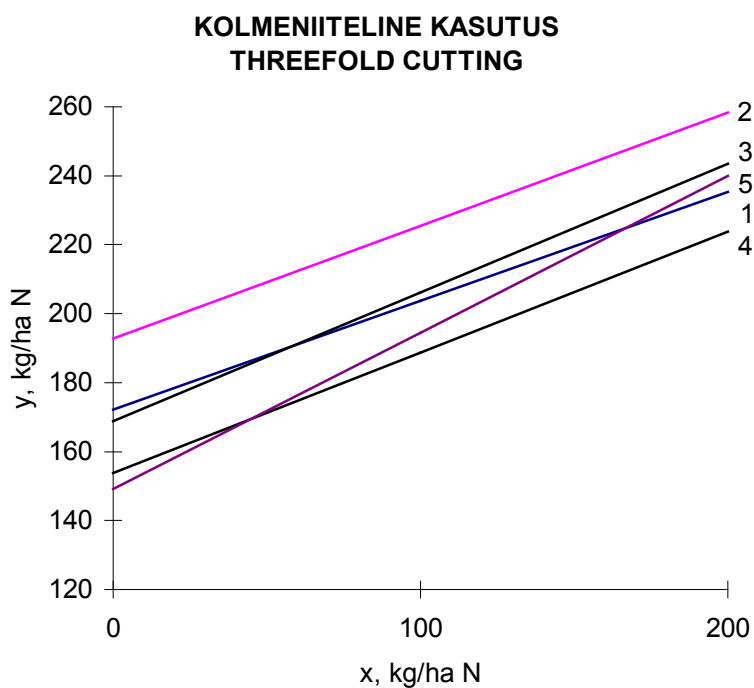
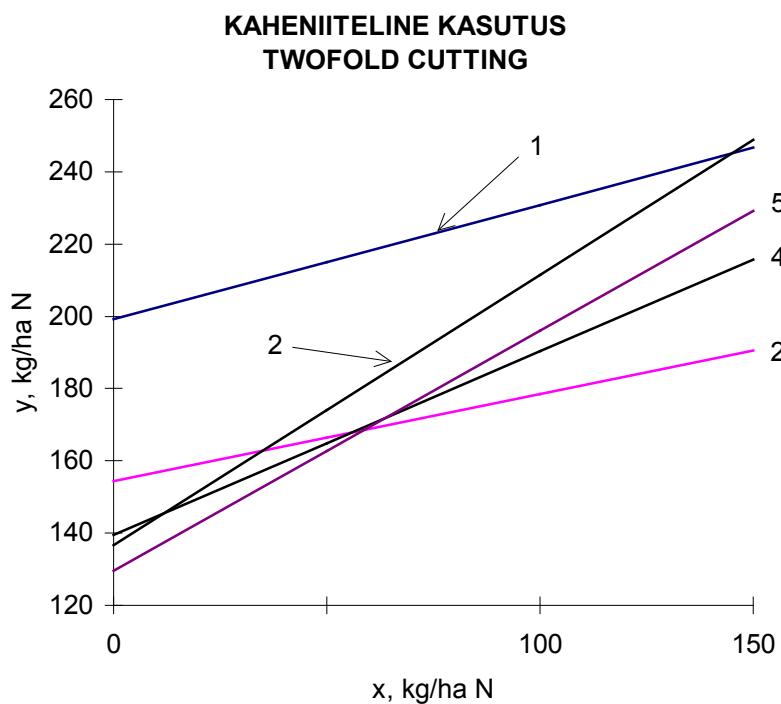
Sort Cultivar	Regressioonivõrrand Regression equations	s	r
'Haljas'	$y(N)=172,11+0,316x$	39,66	0,683 ^{***}
	$y(P_2O_5)=58,41+0,069x$	15,75	0,458 ^{**}
	$y(K_2O)=264,95+0,305x$	67,11	0,471 ^{***}
	$y(CaO)=48,24+0,054x$	8,49	0,602 ^{***}
'Jõgeva 242'	$y(N)=192,75+0,328x$	39,54	0,696 ^{***}
	$y(P_2O_5)=63,60+0,080x$	16,46	0,501 ^{***}
	$y(K_2O)=275,73+0,242x$	94,12	0,288
	$y(CaO)=52,37+0,062x$	10,33	0,576 ^{***}
'Pedja'	$y(N)=168,92+0,373x$	34,07	0,795 ^{***}
	$y(P_2O_5)=54,41+0,089x$	12,32	0,649 ^{***}
	$y(K_2O)=261,47+0,316x$	76,75	0,637 ^{**}
	$y(CaO)=47,62+0,100x$	7,86	0,830 ^{***}
'Lehis'	$y(N)=153,78+0,350x$	47,67	0,656 ^{***}
	$y(P_2O_5)=59,38+0,037x$	16,35	0,256 [*]
	$y(K_2O)=269,80+0,167x$	96,76	0,197
	$y(CaO)=48,94+0,052x$	11,57	0,469 ^{***}
'Jõgeva 54'	$y(N)=149,13+0,454x$	32,13	0,858 ^{***}
	$y(P_2O_5)=51,51+0,100x$	15,40	0,604 ^{***}
	$y(K_2O)=239,36+0,209x$	66,47	0,344 [*]
	$y(CaO)=53,71+0,084x$	12,05	0,637 ^{***}

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

*** $P < 0,001$

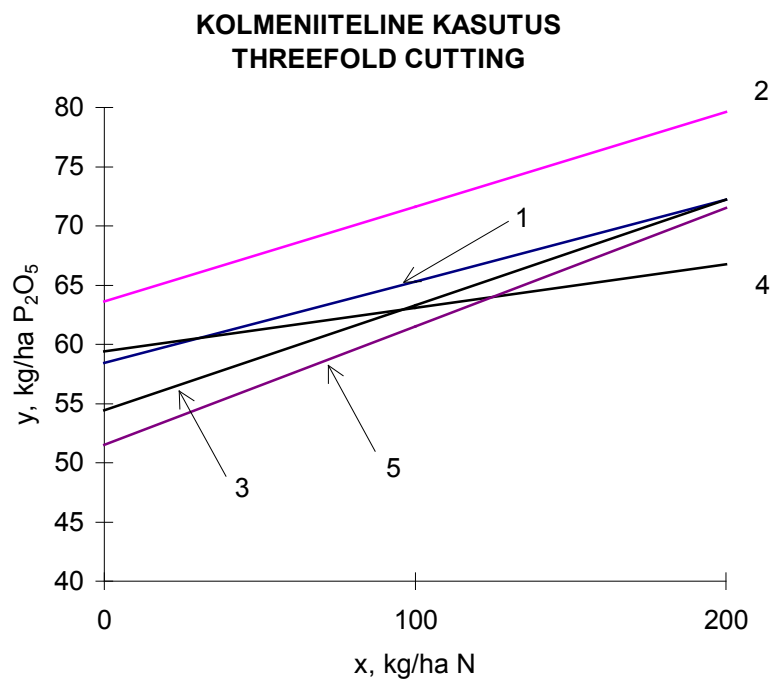
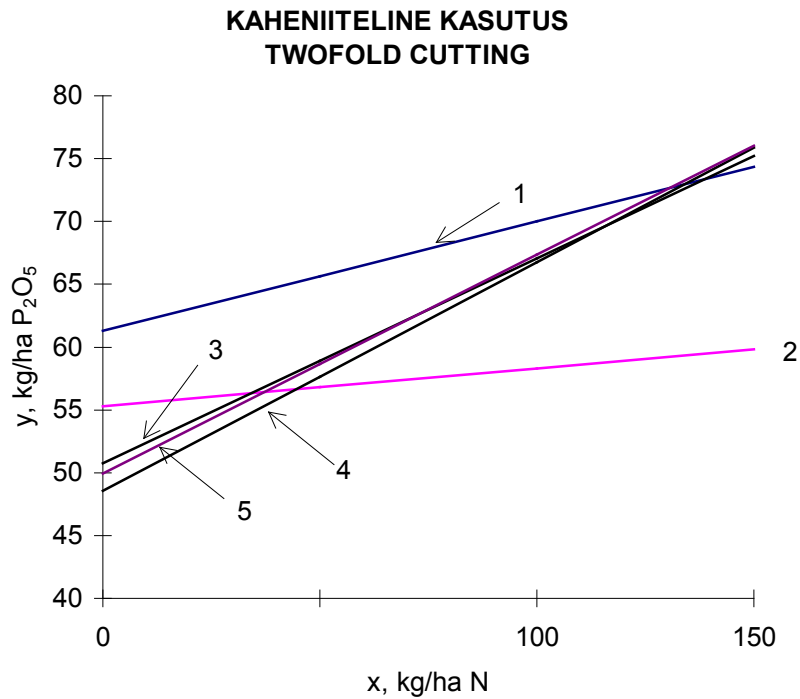
loomulik, et ammooniumsalpeetri koguste suurenedes väheneb lämmastiku kasutamise efektiivsus. Antud katsealal ei mõjutanud ammooniumsalpeetri jaotatud andmine seaduspäraselt saakidega eemaldatavat taimetoitainete kogust, kuid sageli põhjustas see nn. "lahjendusefekti", võrreldes lämmastikväetise ühekordse külviga. Väetamise järelmõjuaastal vähenes taimetoitainete eemaldamisel saagiga võrreldes eelnenud aastate keskmiste andmetega. Välja arvatud kaheniitelise kasutuse väetusvariant $N_0P_{120}K_{240}$. Analoogilist tulemust täheldati juba ka varem (Annuk, 1983). See selgus katsest, milles selgitati väetamise ärajäämise mõju saagi kujunemisele. Saagi langus väetamise ärajäämisel oli seal suurem, kus varem oli väetatud rikkalikumalt (NPK), võrreldes fooniga (PK). Teatud seost täheldati eelnenud aastate väetamiseks kasutatud ammooniumsalpeetri koguste ja saagiga lämmastiku eemaldamise vahel. Väetamise järelmõjuaastal puudus aga seos saagiga eemaldatud fosfori, kaaliumi ja kaltsiumi koguse ja väetamiseks kasutatud ammooniumsalpeetri koguse vahel.



1 – 'Haljas' 2 – 'Jõgeva 242' 3 – 'Pedja' 4 – 'Lehis' 5 – 'Jõgeva 54'

Joonis 1. 1 ha saagiga eemaldatav N (y, kg/ha)

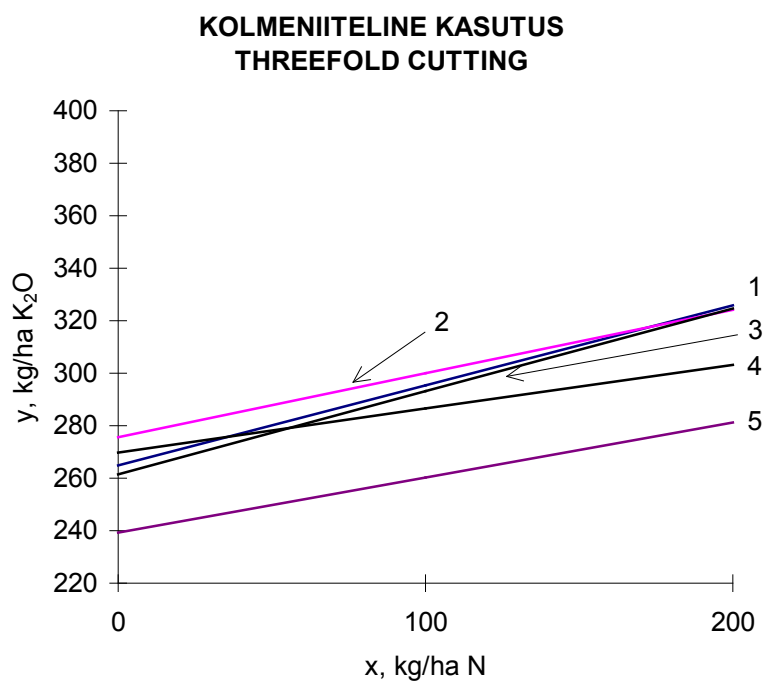
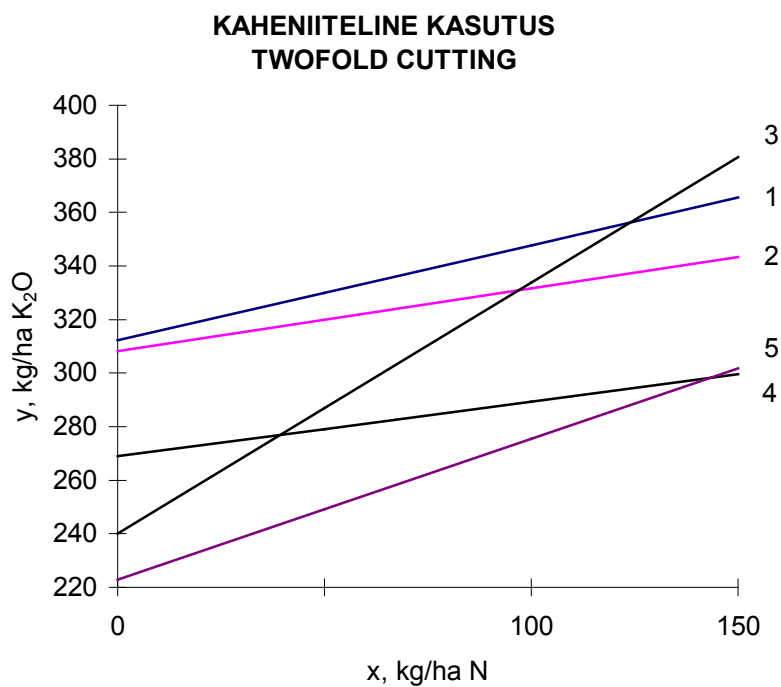
Figure 1. Amount of N removed with 1 ha yield (y)



1 – 'Haljas' 2 – 'Jõgeva 242' 3 – 'Pedja' 4 – 'Lehis' 5 – 'Jõgeva 54'

Joonis 2. 1 ha saagiga eemaldatav P_2O_5 (y , kg/ha)

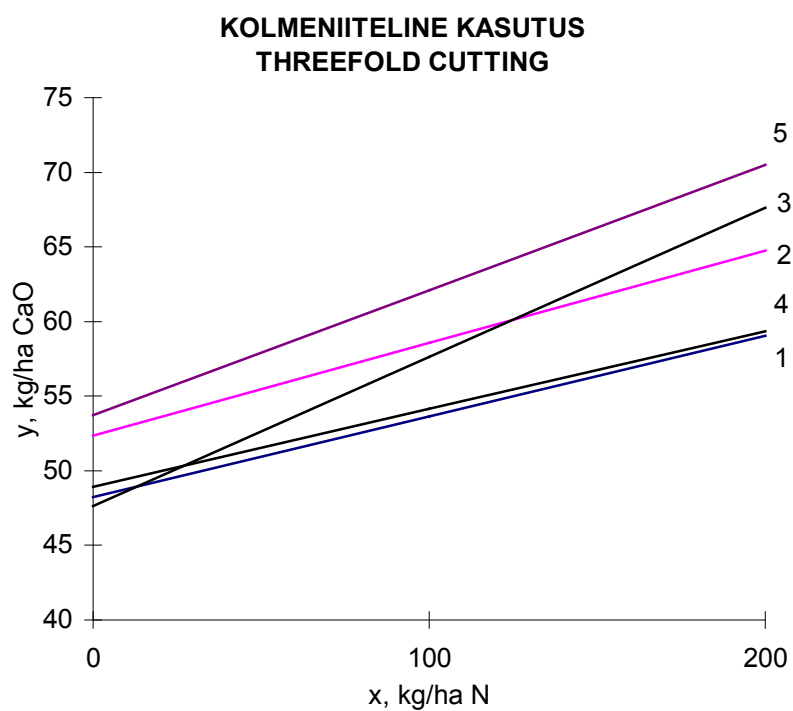
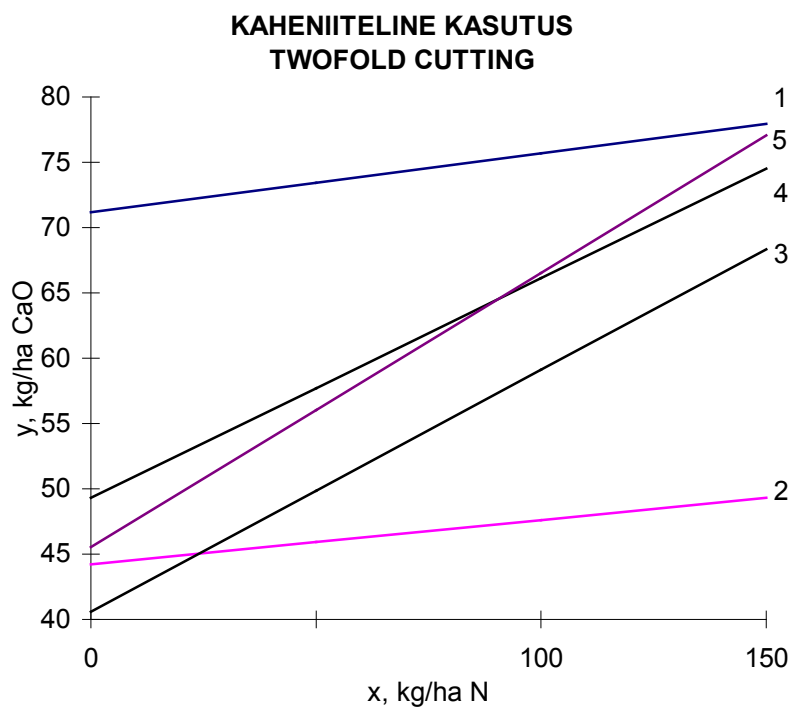
Figure 2. Amount P_2O_5 removed with 1 ha yield (y)



1 – 'Haljas' 2 – 'Jõgeva 242' 3 – 'Pedja' 4 – 'Lehis' 5 – 'Jõgeva 54'

Joonis 3. 1 ha saagiga eemaldatav K₂O (y, kg/ha)

Figure 3. Amount K₂O removed with 1 ha yield (y)



1 – 'Haljas' 2 – 'Jõgeva 242' 3 – 'Pedja' 4 – 'Lehis' 5 – 'Jõgeva 54'

Joonis 4. 1 ha saagiga eemaldatav CaO (y, kg/ha)

Figure 4. Amount CaO removed with 1 ha yield (y)

Kokkuvõte

Ammooniumsalpeetri mõjul suurenevad saakidega eemaldatavad taimetoitainete (N, P, K, Ca) kogused. Neid mõjutavad ka niitmise sagedus ja heintaimikute liigiline koosseis. Kui saagiga eemaldatavaid taimetoitainete koguseid väetamisega ei tagastata, siis viib see mulla vaesustumisele nende elementide osas. Taimetoitainete püsiv negatiivne saldo põhjustab aga saagi vähenemist ja koos sellega niitude produktiivse kasutusea lühenemist. Seepärast võib ammooniumsalpeetrit kasutada lammi-madalsoomuldadel ainult selleks vastava fooni (PK) loomise võimaluse korral.

Kirjandus

- Annuk, K. Ammooniumsalpeetri kasutamise mõningaid probleeme lammi madal-soo-turvasmuldadel. – Aktuaalset põllumajanduses 1973. – Tln., lk. 114...117, 1973.
- Annuk, K. Ammooniumsalpeetri kasutamise tulemusi vanematel madal-sookultuurniitudel. – Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. – Rohumaaviljelus, nr. 33, lk. 40...44, 1980.
- Annuk, K. Heintaimede lamandumisest tingitud kaod. – Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. – Rohumaaviljelus, nr. 18, lk. 41...45, 1982.
- Annuk, K. Heintaimede juurtemassist lammi-madalsoomuldadel. – Teaduse saavutusi ja eesrindlikke kogemusi põllumajanduses. – Rohumaaviljelus, nr. 34, lk. 28...31, 1983.
- Annuk: Аннук К. Создание и интенсивное использование полдерных лугов на торфяных почвах. — Тлн., 1992. - 199 с.
- Annuk, K. Lammi-madalsoomuldadel paiknevate polderniitude rajamise ja kasutuse iseärasusi. – EPA teadustööde kogumik nr. 178, lk. 105...108, 1994.
- Annuk, K., Kärblane, H. Toitainete suhtest lammi-madalsoomuldadel polderniitude väetamisel. – Põllumajanduse päevaprobleeme 1987. – Tln., lk. 45...47, 1987.
- Eesti Põllumajandus. Statistiline aastaraamat 1934. Tln., 1935. – 167 lk.
- Filimonov: Филимонов Д. А. Азотное удобрение сенокосов и пастбищ Нечернозёмной зоны. — Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора с-х. наук. — М., 1977. - 36 с.
- Filimonov: Филимонов Д. А. Азотное удобрение на сенокосах и пастбищах. — М., 1985. - 176 с.
- Gabovštiak jt.: Габовштиак И., Лацкович А., Волошин И., Войко И., Вечерник В. Потребность злаковых травостоев в фосфоре и калии при внесении высоких доз азота. — Сб. материалов XII Международного конгресса по луговодству. - М., 1977.
- Hirmo, E. Sookultuurniitude väetamisest lämmastikuga. – EMMTUI teaduslike tööde kogumik XX. – Tln., lk. 51...62, 1970.
- Jefimov: Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. Ленинград, 1986. - 264 с.
- Jefimov, Tsarenko: Ефимов В. Н., Царенко В. П. Удобрение сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных почвах. — М., 1988. - 124 с.
- Jurkevitsš, Busko: Юркевич И. Д., Бусько С. Р. Аккумуляция и биологический круговорот элементов питания в пойменных луговых биогеоценозах. — Общие проблемы биогеоценологии. - М., 1986. с. 193...195.
- Jürgen, H. Soo-kultuurniitude saagi tõstmise ja selle kvaliteedi parandamise võimalusi. – Dissertatsioon põllumajandusteaduse kandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. – Saku, 1972, 195 lk.
- Knabe, O. Kupferdüngung auf dem Grünland. – Feldwirtschaft, H. 10, S. 535...536, 1966.
- Korenkov jt.: Кореньков Д. А., Филимонов Д. А., Захаров В. Н. Действие азотных удобрений при интенсивном использовании луговых трав. — Агрохимия, №1 с. 8...16, 1974.
- Kozlov jt.: Козлов Л. Г., Михкиев А. И., Синькевич Е. И. Луговые агроценозы на мелиорированных землях. — Ленинград, 1982. - 180 с.
- Kruus, V. Lämmastikuga väetamine sookultuurniitudel. – Aktuaalset põllumajanduses 1974. – Tln., lk. 91...95, 1975.
- Kudelin: Куделин Б. П. Сеяные многолетние травы. — Рига, 1988. 334 с.
- Lillak, R. Rohukamarate botaanilise koostise, fütomassi ja saagi kvaliteedi kujunemine olenevalt niiterefi iimist ja vihmutamisest II. Roog-aruheina kvalitatiivsed iseärasused. – Agraarteadus, nr. 1, lk. 45...71, 1994.
- Lundegårdh, H. Pflanzenphysiologie. – Jena, 1960. – 171 S.
- Põllumajandus 1994. – Tln., 1995. – 129 lk.

- Rinne, L. Kultuurrohumaa väetamisest lämmastikuga ja orgaaniliste väetisainetega madalsool. – *Agronomia*, nr. 10, lk. 771...778, 1940.
- Romašov: Ромашов П. И. Удобрение сенокосов и пастбищ. — М., 1969. - 184 с.
- Roth, D. Ergebnisse von Stickstoffsteigerungsversuchen auf intensiv genutztem Flussaue - und Vorgebirgsgrünland. – *Zeitschrift für Landeskultur*, 1970, Bd. 11, H. 4, S. 255...272.
- Sepper, V. Madalsooniiidu kaaliväetuskatse Tooma Sookatsejaamas 1929...1932. a. – *Sookultuur*, nr. 12, lk. 73...76, 1933.
- Sinitsõn: Синицын Н. В. (ред.) Продуктивность пойменных лугов. — Минск, 1987. - 177 с.
- Sinkevitš: Синькевич Е. П. Пути регулирования плодородия торфяных почв Европейского Севера. — Ленинград, 1985. - 268 с.
- Zürn: Цюрн Ф. Удобрение сенокосов и пастбищ. — М., 1972. - 214 с.

REMOVAL OF NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM AND CALCIUM FROM ALLUVIAL SWAMPS WITH YIELD OF CEREAL GRASS STAND UTILIZED FOR CUTTING

K. Annuk

Summary

The effect of ammonium nitrate on the removal of plant nutrients (N, P, K, Ca) with increasing yield depends on the amount of applied ammonium nitrate, the frequency of cuttings and species of grass stands. Where plant nutrients removed with the yield are not returned through fertilizers, the soil will become depleted. A persistent negative balance results in a reduction in yield as well as productivity. Long-term continuous production should be applied to alluvial swamps only in the case of preceding fertilizer application (P, K).

ВЫНОС АЗОТА, ФОСФОРА, КАЛИЯ И КАЛЬЦИЯ С УРОЖАЕМ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ УКОСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОЙМЕННО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ

K. Annuk

Резюме

Под влиянием аммиачной селитры увеличиваются выносы с урожаем наряду с азотом и других питательных элементов (P, K, Ca). Вынос с урожаем питательных веществ зависит от доз аммиачной селитры, от частоты укосов и видового ботанического состава травостоев. Если выносимые с урожаями питательные вещества не покрываются вносом удобрений, тогда происходит обеднение почв по этим элементам. Постоянный отрицательный баланс питательных веществ является одной из причин уменьшения продуктивности и сокращения продуктивного долголетия сеяных лугов. Применение аммиачной селитры на пойменно-болотных почвах возможно только при условии возможности создания соответственного фона (PK).