VÄETAMISE ABC

Jaan Kanger • Toomas Kevvai • Leonhard Kevvai • Heino Kärblane
Alar Astover • Ene Ilumäe • Enn Lauringson • Valli Loide • Priit Penu
Livi Rooma • Karli Sepp • Liina Talgre • Uno Tamm

PÕLLUMAJANDUSUURINGUTE KESKUS
AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE

Väljaandja: Põllumajandusuuringute Keskus
Toimetaja: Jaan Kanger
Kaanefoto: Jaan Kanger
Kujundus: AS Ecoprint
Saku, 2014

Kasutajale

Käesolev vihik on oluliselt täiendatud trükk 1998-nda aasta väljaandest. Põhjalikumalt on lahti kirjutatud, haljasväetisi, külvikordi ja viljavaheldust, sõnniku kasutamist ning väetamise majanduslikku tasuvust käsitlevad peatükid. Väetamissoovitused ja normide täpsustused on esitatud tabelitena, millele lisatud lühikesed selgitavad tekstid. Vihiku lõpus on näidis, milline võiks olla põllumehe väetiste kasutamise plaan ja juhendid selle täitmiseks käesolevas vihikus toodud materjalide põhjal. Et looduses ei ole kahte ühesugust põldu, siis on loomulik, et siin toodud nõuanded ei suuda arvestada kõiki põldude eripärasid, kuid asjast huvitunud põllumees võib selle vihiku soovituste abil väetada oma põlde kartmata oluliselt eksida. Loomulikult on siin toodud väetamise soovitustes ainult väike osa teadmistest, mida aastakümnete jooksul on sel alal kogutud ja otstarbekas on hankida lisateavet vastava ala spetsialistidelt või seda ala käsitlevast kirjandusest.

Kuna mitme tabeli sisu on omavahel seotud, tuleks tutvuda kogu vihiku materjaliga.

Autorid tänavad kõiki, kes vihiku koostamisele ja väljaandmisele kaasa aitasid.

SISUKORD

SÕNASELETUSI 5

10 MULLAOMADUST, MIDA PEAKS VÄETAMISE PLANEERIMISEL JÄLGIMA 6

VÄETISTARBE GRADATSIOON 9

MAGNEESIUMITARVE 13

VÄÄVLITARVE 14

MIKROVÄETISED 15

KÜLVIKORD JA VILJAVAHELDUS 16

HUUMUSBILANSI ARVESTAMINE 17

HALJASVÄETISED 19

MULLAREAKTSIOON JA LUPJAMINE 22

VÄETAMISE MAJANDUSLIK TASUVUS 26

KULTUURIDE VÄETAMINE 30

ROHUMAADE VÄETAMINE 36

TAIMETOITEELEMENTIDE NORMIDE TÄPSUSTAMINE 38

SÕNNIK 40

VÄETISKOGUSTE LEIDMINE TAIMETOITEELEMENDI JÄRGI 43

VÄETAMISPLAANI KOOSTAMISE JUHEND 45

LISAD 47

SÕNASELETUSI

Taimetoiteelementideks nimetatakse keemilisi elemente, mis on vajalikud taime kasvamiseks ja arenguks ning millest ühtegi pole võimalik asendada talle omaste funktsioonide tõttu mõne teise keemilise elemendiga. Taimed sisaldavad paljusid keemilisi elemente, kuid väetamise seisukohalt pakuvad huvi need elemendid, milledest taimedel on antud tingimustes puudus, st need, mis pidurdavad taimede normaalset kasvu. Meie tingimustes on sellisteks elementideks lämmastik (N), fosfor (P), kaalium (K) ja mõned mikroelemendid.

Mullaanalüüsi eesmärgiks on leida, kui palju sisaldab konkreetne muld taimedele omastatavaid taimetoiteelemente, milline on mulla huumusesisaldus, pH (mullareaktsioon) jne.

Väetistarve - pikaajaliste katsete ja kogemuste põhjal on lepitud kokku mullaanalüüsi tulemuste tõlgendamisel ja liigitatud mullad taimedele omastatavate taimetoiteelementide sisalduse järgi. Väga suur ja suur väetistarve tähendab, et muld on antud toiteelemendist vaene; väike ja väga väike väetistarve näitab, et muld on uuritava taimetoiteelemendiga piisavalt varustatud. Väetistarve avaldatakse iga taimetoiteelemendi kohta eraldi, st, et sama mulla fosforitarve (P-tarve) võib olla suur, kaaliumitarve (K-tarve) aga väga väike. Mida suurem on antud taimetoiteelemendi tarve, seda rohkem vajavad taimed vastavaid väetisi.

Mulla huumusesisaldus - huumus on suhteliselt stabiilsete orgaaniliste ainete kogum mullas, millest oluliselt sõltub mullaviljakus. Et mulla võime varustada taimi lämmastikuga on otseses seoses mulla huumusesisaldusega, võetakse mulla huumusesisaldust arvesse lämmastikväetiste tarbe määramisel.

Mulla orgaanilise süsiniku sisalduse määramisel leitakse kogu orgaanilises aines sisalduv süsinik. Mulla huumusesisalduse ja orgaanilise süsiniku sisalduse vaheline seos sõltub mitmetest mullaomadustest ja kõigub laias vahemikus. Keskmiseks üleminekukoefitsiendiks nende kahe näitaja vahel on 1,72, mida võib kasutada andmete ligikaudsel võrdlemisel.

$$\text{Huumus} = C_{org} \times 1{,}72$$

$$C_{org} = \text{Huumus} : 1{,}72$$

Mulla pH ehk **mullareaktsioon** avaldab mõju taimetoiteelementide omastatavusele ja taimede kasvule. Happelist mullareaktsiooni reguleeritakse muldade lupjamisega. Käesolevas töös käsitletakse pH väärtusi määratuna KCl lahusest. Mullareaktsiooni määramiseks kasutatakse ka teisi väljatõmbelahuseid nagu $CaCl_2$ ja vesi, kuid tulemused ei ole omavahel ega meil kasutatavaga otseselt võrreldavad.

Väetis on materjal, mis sisaldab ühte või mitut taimetoiteelementi, mille õigel kasutamisel tõuseb saak ja selle kvaliteet. Väetised jagunevad orgaanilisteks ja mineraalväetisteks.

Mineraalväetiste toiteelementide sisaldus avaldatakse protsentides. Nii näiteks tähendab P-9, et antud väetis sisaldab 9% fosforit. Kompleksväetised on markeeritud kolme peamise toiteelemendi sisaldust näitava numbrikombinatsiooniga, näiteks 17:7:14. See tähendab, et antud väetis sisaldab 17% N, 7% P ja 14% K. Markeeringul esitatakse taimetoiteelemendid alati kindlas järjekorras NPK.

Mõnel juhul, kui väetise pakendil on fosfori- ja kaaliumisisaldus esitatud oksiididena (P_2O_5, K_2O), tuleb PK-sisalduse leidmiseks kasutada järgmisi ümberarvestuse koefitsiente:

$$P = P_2O_5 \times 0{,}44 \qquad P_2O_5 = P \times 2{,}3$$

$$K = K_2O \times 0{,}83 \qquad K_2O = K \times 1{,}2$$

Sõnniku taimetoiteelementide sisaldus oleneb loomaliigist, nende söötmisest ja allapanust ning sõnniku säilitamise tingimustest. Käesolevas vihikus on toodud mõne sõnnikuliigi taimetoiteelementide keskmine sisaldus.

Automorfsed mullad on tavaliselt positiivsetel pinnavormidel paiknevad veerežiimilt parasniisked ja põuakartlikud mullad, millel põhjavee mõju mullaprofiilis puudub.

Hüdromorfsed mullad on negatiivsel pinnavormil paiknevad mullad, kus põhjavesi ulatub sageli mullaprofiili ülemisse ossa või isegi maapinnani (soomullad).

Mineraliseerumine – mulla orgaanilise aine lagunemine mineraalühenditeks.

Tähtis on ka taimetoiteelementide tasakaalustatud kasutamine, mis tähendab, et kui mingil põhjusel ei anta põllule näiteks PK-väetisi vastavalt vajadusele, siis peab ka N-väetise normi oluliselt korrigeerima. Vastasel juhul ei suuda taim "liias" antud taimetoiteelementi efektiivselt kasutada, mille tulemusena väheneb väetamise tasuvus ning saagi kvaliteet.

10 MULLAOMADUST, MIDA PEAKS VÄETAMISE PLANEERIMISEL JÄLGIMA

1. **Mulla huumusseisund**- orgaanilise aine sisaldus mullas, mida mõõdetakse orgaanilise süsiniku (Corg) sisaldusega. Mulla Corg sisaldus väheneb teraviljade ja rühvelkultuuride kasvatamisel ja suureneb peamiselt rohumaakultuuride (iseäranis liblikõieliste kultuuride) viljelemisel. Kui mulla Corg sisaldus langeb alla 1,2 %, siis halvenevad märgatavalt erinevad mullaomadused. Huumusseisundi hindamisel tuleb arvestada ka Corg varu muutustega, mis sõltub nii Corg sisaldusest kui ka huumushorisondi tüsedusest ning mulla mahukaalust.

2. **Mulla lõimis** ehk erineva suurusega osakeste vahekord mullas. Mullas võivad ülekaalus olla suured liivaosakesed või väikesed saviosakesed. Vastavalt sellele on tegemist kas liivmullaga, savimullaga, või vahepealsete versioonidega - saviliiva või liivsavidega. Lõimisest sõltub otseselt muldade kasutamine ja seejuures ka väetamise planeerimine. Lõimise leiab mullakaardil olevast lõimise valemist. Optimaalsed on keskmised lõimised nagu saviliiv (tähis sl), kerge (ls1) ja keskmine (ls2) liivsavi.

3. **Mulla liik** - väljendatakse mulla šifriga ja tinglikult on tegemist mulla nimetusega, milles võetakse kokku paljud erinevad mullaomadused ja tekke eripärad. Mullaliigi saab iga põllumees leida mullakaardilt. Parima viljakusega mullad Eestis on leostunud (Ko) ja leetjad (Kl) mullad.

4. **Mulla veerežiim ja selle varieerumine**, kus põuakartlikel muldadel valitseb veedefitsiit ja hüdromorfsetel ehk liigniisketel muldadel esineb kasutamist piirav liigvesi. Veerežiim on märgitud mulla šifris, kus g täht mulla nimetuses tähendab ajutist liigniiskust mullaprofiilis ja G alalist liigniiskust suuremal osa aastast.

5. **Mulla happesus ehk mullareaktsioon**, mis mõjutab kõiki mullas toimuvaid protsesse, sealhulgas toitainete omastamist väetistest. Liighappelises mullas ei suuda taimed toitaineid omastada ja need kuhjuvad mulda, andes seega ka mullaanalüüsi tulemustes eksliku signaali toiteelemente piisavusest. Happelises mullas kuhjuvad Al, Fe ja Mn ning võivad saada kultuuridele toksiliseks. Optimaalne mulla pH_{KCl} on 6…6,7.

6. **Mulla bioloogiline aktiivsus** tuleb tagada piisava orgaanilise aine lisamisega. Vähene bioloogiline aktiivsus pärsib toiteelementide jõudmist taimeni ning vähendab seega väetamise efektiivsust.

7. **Mulla korese** sisaldus, mille tagajärjel väheneb mulla peenese sisaldus ja halvenevad paljud mullaomadused. Korese sisaldus on samuti esitatud mullakaardil lõimise valemis ja kores esineb tavaliselt kruusa (tähis kr), räha (r), veerise (v) või klibuna (kl)

8. **Muldade kivisus**, mis takistab mulla kvaliteetset harimist ning vähendab muldade veehoiu- ja toiteelementide sidumise võimet.

9. **Mullastiku kirjusus** ehk erinevate omadustega muldade vaheldumine raskendab kvaliteetse ja optimaalse agrotehnika rakendamist.

10. **Maapinna kalded** tekitavad erosiooniohu, erosiooni tõttu paigutatakse mullaosakesi laskuvate vetega ühest kohast teise ning positiivsetel pinnavormidel toimub mullaviljakuse langus. Kallakulistel aladel on raskendatud ka agrotehnika rakendamine, sh olulisel määral ka väetamine.

Järgnevates tabelites ongi toodud erinevate muldade kasutussobivus nii põllukultuuride (tabel 1) kui heintaimede (tabel 2) kasvatamiseks mitmesuguseid mullaomadusi arvesse võttes. Tabelites kasutatavate lõimise, korese jt lühendite seletus on lisas 1 ning maa-ameti kodulehe mullakaardi rakendusel (http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html), kust on võimalik katastri või põllumassiivi numbri kaudu otsida täpsemat infot oma põllu kohta.

Tabel 1. Automorfsete ja hästi kuivendatud hüdromorfsete muldade kasutussobivus **põllukultuuride** kasvatamiseks.

Mulla tüüp		Mulla kood	Lõimis	Oder	Rukis	Nisu	Kaer	Teravili keskm.	Tatar	Lina	Põldhein	Segatis	Hernes	Söödajuurvili	Kartul
Pk*	Rendsiinad	Kh'', Kr, Kk	r_2-r_3 sl, ls, (l)												
	Leostunud ja leetjad	Kop, Klp	l, l/sl												
	Leetunud	Lkp	l, krl, sl/l												
Automorfsed mullad	Rendsiinad	K	r_{1-2} (v_{1-2}) sl, ls												
	Leostunud ja leetjad	Ko, Kl	l, sl/l												
			sl, ls												
			ls_3, s												
	Näivleetunud	LP	sl/ls, ls_1/ls_2												
	Leetunud	Lkl-III	l, sl/l												
			sl, ls												
			ls_3, s												
Hästi kuivendatud hüdromorfsed mullad	Rendsiinad, leostunud	Khg, Gh	sl, ls (l, s)/p												
		Kg, Gk	$r_{2...3}$ (v) sl, ls												
		Kg, Gk, Kog, Go	sl, ls/p (l, s/p)												
	Leostunud ja leetjad	Kog, Klg, Go, G(o), Gl	l												
			sl, ls												
			ls_3, s												
	Näivleetunud	LPg, LPG	sl/ls												
	Leetunud	Lkg, LkG	l												
			sl, ls												
			ls_3, s												
	Turvastunud	Go1	t_3												
		Gl1	t_2												
	Turvas	M, AM	t_3												
		M, SM	t_{1-2}												
		R, SR	t_1												

*Pk – põuakartlikud mullad

Kultuurmaaks sobimatud: Kh', Gh1, Gk1, L, LG1

Sobivusskaala: hea, rahuldav, halb, ei sobi

Tabel 2. Automorfsete ja hästi kuivendatud hüdromorfsete muldade kasutussobivus **heintaimede** kasvatamiseks

Mulla tüüp		Mulla kood	Lõimis	Ohtetu luste	Timut; harilik aruhein	Kerahein	Aas-rebasesaba	Päideroog	Aasnurmikas	Soonurmikas	Karjamaa-raihein	Punane ristik	Roosa ristik	Lutsern	Lupiin	Mesikas
Pk*	Rendsiinad	Kh'', Kr, Kk	r_2-r_3 sl, ls, (l)													
	Leostunud, leetjad	Kop, KIp	l, l/sl													
	Leetunud	Lkp	l, krl, sl/l													
Automorfsed mullad	Rendsiinad	K	r_1-$_2$ (v_{1-2}) sl,ls													
	Leostunud, leetjad	Ko, KI	l, sl/l													
			sl, ls													
			ls_3, s													
	Näivleetunud	LP	sl/ls, ls_1/ls_2													
	Leetunud	LkI-III	l, sl/l													
			sl, ls													
			ls_3, s													
Hästi kuivendatud hüdromorfsed mullad	Rendsiinad, leostunud	Khg, Gh	sl, ls (l, s)/p													
		Kg, Gk	r_{2-3} (v) sl, ls													
		Kg, Gk, Kog, Go	sl, ls/p (l,s/p)													
	Leostunud, leetjad	Kog, KIg, Go, G(o), GI	l													
			sl, ls													
			ls_3, s													
	Näivleetunud	LPg, LPG	sl/ls													
	Leetunud	Lkg, LkG	l													
			sl, ls													
			ls_3, s													
	Turvastunud	Go1	t_3													
		GI1	t_2													
	Turvas	M, AM	t_3													
		M, SM	$t_{1...2}$													
		R, SR	t_1													

*Pk – põuakartlikud mullad

Kultuurmaaks sobimatud: Kh', Gh1, Gk1, L, LG1

Sobivusskaala: hea rahuldav halb ei sobi

VÄETISETARBE GRADATSIOON

Põllumajandustegevus, sealhulgas väetiste toime keskkonnale võib olla kahesuunaline. Väetiste oskuslikul ja otstarbekal kasutamisel paranevad taimede toitumistingimused, suurenevad põllumajanduskultuuride saagid ja paraneb saagi kvaliteet. Ülirikkalik või mitteoskuslik väetamine mõjutab aga keskkonda negatiivselt. See avaldub mullaomaduste ja taimekasvatussaaduste kvaliteedi halvenemises ning pinna- ja halvemal juhul ka põhjavee reostusriski suurenemises.

Oskuslik väetamine saab toimuda vaid siis, kui väetiste kasutajal on taimetoiteelementide vajaduse kõrval teada ka mulla toiteelementidega varustatus nn. väetistarve.

Eesti muldade väetistarbe süstemaatilisel määramisel kogutud mullaproovidest määrati muldade laktaatlahustuva fosfori ja kaaliumi sisaldus Egnér-Riehmi topeltlaktaatmeetodil (DL) ning mullareaktsioon (pH). Alates 2004. aastast mindi väetistarbe määramisel üle Mehlich 3 meetodile.

Vastavalt toiteelementide sisaldusele mullas jaotatakse mullad väetistarbe klassidesse: kõrgema toiteelementide sisaldusega mullad on väiksema väetistarbega ning madalama toiteelementide sisaldusega mullad suurema väetistarbega.

Väetistarbe klasside iseloomustus taimetoiteelementide sisalduse järgi mullas ja väetamise ligikaudne vajadus:

Väetistarbe klass ja klassi tähis	Iseloomustus
Väga suur 1	Toiteelemendi sisaldus mullas väga madal. Väetamise vajadus väga suur – 1,5-2-kordne kogus saagiga eemaldatavast kogusest, et täiendada ja ühtlustada mullavarusid; väga suur väetamisefekt.
Suur 2	Toiteelemendi sisaldus mullas madal. Väetamise vajadus suur – 1,3-1,5-kordne kogus saagiga eemaldatavast kogusest, et ühtlasi täiendada ja ühtlustada mullavarusid; suur väetamisefekt.
Keskmine 3	Toiteelemendi sisaldus mullas keskmine ehk piisav. Väetamine vastavalt saagiga eemaldatavale kogusele, säilitusväetamine; väike väetamisefekt.
Väike 4	Toiteelemendi sisaldus mullas kõrge. Väetamise vajadus väike, 0,5-kordne kogus saagiga eemaldatavast kogusest, kuni sisaldus langeb keskmisele sisaldustasemele; väetamisefekt enamasti puudub.
Väga väike 5	Toiteelemendi sisaldus mullas väga kõrge. Väetamine ei ole üldjuhul vajalik, väetamisefekt puudub; perioodiliselt teha mullaanalüüse sisalduse kontrollimiseks.

Väetistarbe klasside jaotus toiteelementide sisalduse järgi määratuna Mehlich 3 meetodil on toodud tabelis 3. Selles jaotuses on arvestatud ka mulla lõimist, mis võimaldab väetisi täpsemini kasutada. Mulla lõimisest sõltub kaaliumi-, magneesiumi- ja boori- ning ka lubiväetiste tarve.

Tarbeastmete lühendid lihtsustavad väetistarbe andmete kandmist põlluraamatusse, näiteks: P 3; K 1; Mg 2-3, Cu 4, Mn 5, mis tähendaks vastavalt keskmist fosforitarvet, väga suurt kaaliumitarvet, suurt kuni keskmist magneesiumitarvet, väikest vasetarvet ja väga väikest mangaanitarvet.

Juhul kui puuduvad andmed mulla lõimise kohta, võib kasutada gradatsiooni lühivarianti (tabel 4).

Tabel 3. Väetistarbe klassid ja toiteelementide sisaldused, mg/kg (alates 2013. aastast määratuna Mehlich 3 meetodil)

Mulla lõimis	Väetis-tarbe klass	Klassi tähis	P*	K*	Mg*	Cu*	Mn*	B** pH<5,6	B** pH>5,6
Mineraalmullad, orgaaniline süsinik C <9% (huumusesisaldus <15%)* **									
Liiv (l)	Väga suur	1	<20	<40	<30	-	-	<0,7	<1,0
	Suur	2	20...45	40…65	30…50	<1,5	<75	0,7…0,9	1,0…1,4
	Keskmine	3	46...90	66…115	51…65	1,5…2,5	75…150	1,0…1,4	1,5…2,1
	Väike	4	91...145	116…195	66…85	>2,5	>150	>1,4	>2,1
	Väga väike	5	>145	>195	>85	-	-		
Saviliiv (sl)	Väga suur	1	<20	<50	<35	-	-	<0,6	<1,0
	Suur	2	20...45	51…90	35…65	<1,5	<75	0,7…0,9	1,0…1,4
	Keskmine	3	46...90	91…140	66…90	1,5…2,5	75…150	1,0…1,4	1,5…2,1
	Väike	4	91...145	141…280	91…115	>2,5	>150	>1,4	>2,1
	Väga väike	5	>145	>280	>115	-	-		
Kerge liiv-savi (ls_1)	Väga suur	1	<20	<65	<45	-	-	<0,9	<1,3
	Suur	2	20...45	65…105	45…75	<1,5	<75	0,9…1,2	1,3…1,8
	Keskmine	3	46...90	106…170	76…105	1,5…2,5	75…150	1,3…1,8	1,9…2,7
	Väike	4	91...145	171…325	106…140	>2,5	>135	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>145	>325	>140	-	-		
Keskmine ja raske liivsavi (ls_2, ls_3)	Väga suur	1	<20	<75	<55	-	-	<0,9	<1,3
	Suur	2	20...45	75…130	55…100	<1,5	<75	0,9…1,2	1,3…1,8
	Keskmine	3	46...90	131…195	101…150	1,5…2,5	75…150	1,3…1,8	1,9…2,7
	Väike	4	91...145	196…360	151…190	>2,5	>150	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>145	>360	>190	-	-		
Savi (s)	Väga suur	1	<20	<130	<70	-	-	<0,9	<1,3
	Suur	2	20...45	130…195	70…130	<1,5	<75	0,9…1,2	1,3…1,8
	Keskmine	3	46...90	196…285	131…190	1,5…2,5	75…150	1,3…1,8	1,9…2,7
	Väike	4	91...145	286…500	191…245	>2,5	>150	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>145	>500	>245	-	-		
Glei-, turvastunud- ja turvasmullad, orgaaniline süsinik C >9% (huumusesisaldus >15%)* **									
Glei-, tur-vastunud- ja turvasmullad	Väga suur	1	<20	<140	-		-	<0,9	<1,3
	Suur	2	20…40	141…290	<190	<1,5	<75	0,9…1,2	1,3…1,8
	Keskmine	3	41…95	291…580	195…300	1,5…2,5	75…150	1,3...1,8	1,9…2,7
	Väike	4	96…170	>580	>300	>2,5	>150	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>170	-	-				

* Mehlich 3 väljatõmbelahus
** vesilahus
*** Huumusesisaldus = C_{org}×1,72

Tabel 4. Väetistarbe klassid ja toiteelementide sisaldused, mg/kg (alates 2013. aastast määratuna Mehlich 3 meetodil). Lühivariant

Väetistarbe klass	P*	K*	Mg*	Cu*	Mn*	Zn*	B** pH<5,6	B** pH>5,6
Mineraalmullad, orgaaniline süsinik C <9% (huumusesisaldus <15%)* **								
Väga suur	<20	<55	<45	-	-	-	<0,8	<1,0
Suur	20…45	56…130	45…100	<1,5	<75	<2,2	0,8...1,2	1,0...1,5
Keskmine	46…90	131…240	101…150	1,5…2,5	75…150	2,2...5,0	1,3...1,8	1,6...2,7
Väike	91…145	>240	151…220	>2,5	>150	>5,0	>1,8	>2,7
Väga väike	>145	-	>220	-	-			
Glei-, turvastunud- ja turvasmullad, orgaaniline süsinik C >9% (huumusesisaldus >15%)* **								
Väga suur	<20	<140	-	-	-	-	<0,9	<0,5
Suur	20…45	141…290	<190	<1,5	<75	<2,2	0,9...1,2	0,5...0,8
Keskmine	46…95	291…580	195…300	1,5…2,5	75…150	2,2...5,0	1,3...1,8	0,9...1,2
Väike	96…170	>580	>300	>2,5	>150	>5,0	<1,8	>1,2
Väga väike	>170	-	-	-	-			

* Mehlich 3 väljatõmbelahus
** vesilahus
*** Huumusesisaldus= C_{org}×1,72

Analüüsiandmete interpreteerimine ehk hinnangu andmine konkreetse mulla toiteelementide vajadusele on sõltuvalt kasutatud analüüsimeetodist erinev. Vanemate mullaanalüüside andmete hindamiseks olgu siinkohal ära toodud ka väetistarbe klassid kui muldade fosfori- ja kaaliumisisalduse määramisel kasutati DL-meetodit.

Tabel 5. Väetistarbe klassid ja toiteelementide sisaldused, mg/kg määratuna DL meetodil

Väetistarbe klass	Laktaatlahustuva P-sisaldus, mg/kg		Laktaatlahustuva K-sisaldus, mg/kg	
	mineraalmullas	turvasmullas	mineraalmullas	turvasmullas
Väga suur	<7	<19	<40	<125
Suur	7...19	20...58	40...80	125...250
Keskmine	20...48	59...143	81...170	251...500
Väike	49...105	144...314	>170	>500
Väga väike	>105	>314		

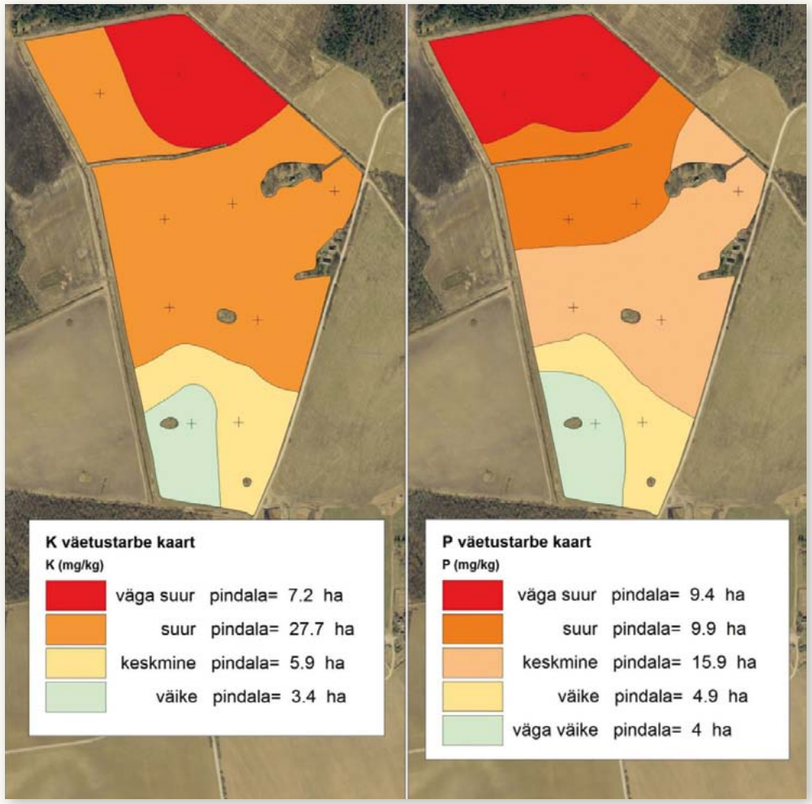
Tabelis 6 on toodud nende mikroelementide väetistarve, mille määramiseks kasutatakse teisi meetodeid ja väljatõmbelahuseid.

Tabel 6. Väetistarbe klassid ja toiteelementide sisaldused mikroelementidele, mg/kg

Väetistarbe klass	Tähis	S*	Mo**	Co***
Väga suur	1	-	-	<0,5
Suur	2	<20	<0,05	0,5…0,8
Keskmine	3	20…40	0,05…0,10	0,9…1,2
Väike	4	>40	>0,10	>1,2

* vesilahus
** ammooniumoksalaadi väljatõmbelahus
*** HNO_3 väljatõmbelahus

Muldade toiteelementide sisalduse analüüsi tulemused väljastatakse PMK laborist nii arvandmetena kui ka väetistarbe kaardi kujul, kus erineva väetistarbega alad on erinevalt värvitud (joonis 1). Analüüsiandmed kantakse väetistarbekaardile vaid siis kui mullaproove on kogunud PMK poolt litsentseeritud mullaproovivõtjad, kellel on võimalik proovivõtu kohad siduda geograafiliste koordinaatidega.



Joonis 1. Põllu kaaliumi ja fosfori väetistarbe kaart, kus + tähistab prooviala (3-5 ha) keskmist

MAGNEESIUMITARVE

Eesti põllumuldadest on 50-60% keskmise kuni väga suure Mg-tarbega. Kuna magneesiumi vajavate muldade pindala ületab suuresti lupjamist vajavate muldade pinna, siis kuigi lubiväetistega antakse mulda ka küllalti palju magneesiumi, ei kata see kaugeltki kogu põllumajanduses kasutatavate muldade magneesiumivajadust.

Osaledes paljudes protsessides koos lämmastiku ja fosforiga parandavad magneesiumväetised saagi kvantiteeti ja kvaliteeti. Samuti on täheldatud Mg positiivset mõju mügarbakterite juures, kus ta on suurendanud liblikõieliste kultuuride lämmastiku sidumise võimet. Mg-lembesemad põllukultuurid on mugul- ja juurviljad, liblikõielised ja ristõielised kultuurid rüps ning raps. Teraviljadest on kõige tundlikum Mg puuduse suhtes kaer. Magneesium tugevdab tärklise sünteesi teraviljade terades, mistõttu lüheneb terade valmimisaeg. Mg puudusel suureneb kartulimugulate vastuvõtlikkus haigustele ja mehaaniliste vigastuste risk.

Tabelis 7 ongi toodud magneesiumi soovitatavad kogused, lähtudes mulla keskmisest magneesiumitarbest ja väetatavast kultuurist. Kui mulla magneesiumitarve on suur või väga suur, tuleb magneesiumi annuseid suurendada vastavalt 1,5 ja 2 korda, kui väike, siis vähendada kaks korda. Muldade magneesiumitarbe klassid vastavalt magneesiumi sisaldusele mullas on toodud tabelites 3 ja 4.

Tabel 7. Põllukultuuride orienteeruv magneesiumitarve keskmise Mg-sisaldusega põllumuldadel

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Mg, kg/ha
Talinisu	5	10-15
	6-7	15-20
Talirukis, tritikale	4-5	10-15
	6	15-20
Oder, kaer	4-5	5-15
Raps, rüps	2,5	15-20
	3,5	20-25
Hernes, uba, vikk	3	10-15
Mais siloks, (kuivaines)	10-15	15-20
Kartul	20	10-15
	30-40	15-30
Põldhein, ristik, lutsern	40-60	20-30

Peale magneesiumi sisaldavate mineraal- ja orgaaniliste väetiste on oluliseks Mg allikaks lubiväetised, eriti dolokivijahu. Nendega võib mulda viia keskmise, suure ja väga suur magneesiumitarbe korral 50-150 kg Mg hektarile, mis katab enamiku põllukultuuride 2-3 aasta vajaduse.

VÄÄVLITARVE

Väävel on taimedele sama vajalik toiteelement kui N, P, K, Mg. Väävel soodustab teiste toiteelementide, eriti lämmastiku omastamist taimede poolt. Taimed on suutelised omastama mullast ainult mineraalseid väävliühendeid, peamiselt sulfaate. Et orgaanilised väävliühendid ei ole taimede poolt enamasti omastatavad ja et mullas enamik väävlist esineb orgaaniliste ühenditena, on taimede poolt omastatavate väävliühendite sisaldus mullas suhteliselt väike, enamasti <10 mg/kg. Kuna sulfaatioon on mullas kergesti liikuv, siis mullaanalüüsi tulemused peegeldavad suuresti mulla väävlisisalduse hetkeolukorda.

Kõige enam sisaldub taimedele omastatavat väävlit turvasmuldades, mineraalmuldadest on seda aga enam huumusrikastes rähkmuldades ning vähem huumusvaestes leetunud muldades. Et hinnata mulla väävliga varustatust taimekasvatuse ja väävelväetiste vajaduse seisukohalt, grupeeritakse mineraalmullad omastatava (vees lahustuva) väävli sisalduse alusel järgmiselt:

Väetistarbe klass	Sisaldus mullas, mg/kg
Suur	<20
Keskmine	20...40
Väike	>40

Põllumajanduskultuuride väävlivajadus on erinev. Suure väävlivajadusega on raps ja rüps ning liblikõielised heintaimed, mõnevõrra väiksema vajadusega taliteraviljad.

Tabelis 8 ongi toodud väävli soovitatavad kogused, lähtudes mulla väävli väetistarbest ja väetatavast kultuurist.

Tabel 8. Väävli ligikaudsed normid põllukultuuridele, kg/ha

Kultuur või kultuuride rühm		Väetistarbe klass	
		suur	keskmine
Suviteravili		10-20	5-10
Taliteravili		15-25	10-15
Suviraps, -rüps		40-60	30-40
Taliraps, -rüps	sügisel,	20-30	15-20
	põhikasvufaasis kevadel	30-50	20-30
Hernes		15-25	10-15
Kartul		15-25	10-15
Liblikõielised heintaimed		30-40	20-30
Mais		20-30	15-20
Rohumaad		30-40*	20-30*

*- jaotatult, iga niite järel koos lämmastikväetisega.

Taimede väetamisel väävelväetistega on oluline jälgida ka kasutatavate väetiste lämmastiku ja väävli suhet, mis rapsi ja rüpsi kasvatamisel peab olema 4-6:1 (mida kergem mulla lõimis, seda kitsam N:S) teraviljade puhul avaram – 10-15:1, rohumaadel 14-16:1.

MIKROVÄETISED

Mikroväetiste kasutamine on efektiivsem mullas vastava mikroelemendi suure tarbe puhul. Otstarbekaim mikroväetiste andmisviis on vastava mikroelemendiga rikastatud põhiväetise kasutamine, sest need väetised sisaldavad sobivas kontsentratsioonis mikroelemente ja seega on välistatud üle- või aladoseerimine. Sobivate põhiväetiste puudusel tuleks eelistada külvise töötlemist või taimede pritsimist mikroväetistega. Meie muldades esineb sagedamini vase-, boori- ja molübdeenipuudus.

Põllumajanduskultuuride mikroväetiste vajadus on erinev. Mikroelemendi suure vajaduse korral on väetamine kindlasti vajalik ka keskmise väetistarbe korral, väikese vajaduse korral aga suure või väga suure väetistarbe korral.

Tabel 9. Kultuuride mikroelementide vajadus

Kultuur	B	Mn	Cu	Zn	Mo
Nisu, oder	+	+++	+++	+	
Rukis	+	++	++	+	
Kaer	+	+++	+++	++	
Raps	+++	++	+	+	
Mais	++	++	++	+++	
Kartul	++	++	+	++	
Hernes	++	+++	+	+	
Põlduba	++	+	++	++	
Suhkrupeet	+++	++	++	+	
Põldhein	+	++	++	+	
Punane ristik	++	++	++	++	+++
Lutsern	+++	++	+++	++	+++

+ - väike; ++ - keskmine; +++ - suur vajadus

Tabelis 10 on toodud mõnede mikroelementide väetamissoovitused sõltuvalt väetistarbest. Murrujoone ees on väetisannus mikroelemendi mulda viimisel ja murrujoone taga juurevälisel väetamisel e taimede pritsimisel. Pritsimislahuse kulu hektarile on 200-300 l. Juureväline väetamine on vajalik Mn-väetiste manustamisel, väga suure ja suure väetistarbe korral ning siis kui taimed kannatavad põua käes.

Tabel 10. Mikroelementide kulunormid mulda andmisel ja väetamisel lehe kaudu, kg/ha

Väetistarbe klass	B	Mn	Cu	Zn
Väga suur, suur	2/0,4	0/1	4-5/1	7-10/0,3
Keskmine	1-2/0	0/0	3-4/0	5-7/0
Väike	0	0	0	0

Optimaalne aeg mikroväetistega pritsimiseks on kultuuriti erinev.

Kultuur	Arengufaas
Teravili	võrsumise lõpp – kõrsumise lõpp
Raps	varre pikenemine – õie pungade moodustumiseni
Mais	kasvukõrgus 40-60 cm
Kartul	kuni mugulate moodustamiseni
Lutsern, punane ristik	nuttimisest õitsemiseni
Karjamaarohi	kasvukõrgus 10-15 cm

KÜLVIKORD JA VILJAVAHELDUS

Arvestada tuleb eelkultuuri mõju järelkultuurile.

1. **Head eelviljad** on rühvelkultuurid (kartul, mais, sööda- ja söögijuurviljad), mitmeaastased heintaimed (nii liblikõielised kui kõrrelised) nii haljasväetis kui söödakultuurina ja must- e puhaskesa.

   Rühvelkultuuride väärtust eelviljana suurendab väetamine orgaaniliste väetistega ning kasvuaegne intensiivne harimine, mille tulemusena intensiivse mineraliseerumise toimel vabanevad toitained. Pikaajaline rühvelkultuuride viljelemine samal kohal võib aga vähendada mulla huumusesisaldust (rohke mullaharimise korral toimub orgaanilise aine ulatuslik lagunemine).

   Mitmeaastased heintaimed (nii liblikõielised kui kõrrelised) jätavad mulda juure- ja varrejäänustena rohkesti orgaanilist ainet ning muld rikastub sellest. Liblikõielised heintaimed koguvad mulda ka rohkesti õhulämmastiku. Heintaimed parandavad mulla struktuursust ja aktiveerivad mullaelustikku, mis oluliselt tõstab mulla viljakust ning vähendab tuule- ja vee-erosiooni. Heintaimi saab kasvatada ühel põllul mitu aastat järjest.

   Puhas- e mustkesa on hea eelvili, kuna mulla intensiivsel harimisel väheneb tõhusalt umbrohtumus, haigustekitajate ja kahjurite osakaal ja mulla harimise tõttu kiirenenud mineraliseerumisel vabaneb rohkem toitaineid. Kuna aga kiirenenud mineraliseerumise tõttu kaob mustkesa kasutamisel ka oluline hulk mulla orgaanilist ainet, lõhutakse mullastruktuuri ja suureneb toiteelementide leostumine, peaks mustkesa kasutamine umbrohtude tõrjumisel jääma nö viimaseks võimaluseks.

   Keskmise väärtusega eelviljad on üheaastased liblikõielised kultuurid või nende segukülvid (hernes, üheaastane lupiin, segatis, segavili, vikk, uba) ja raps, rüps, tatar, mais.

   Halvad eelviljad on teraviljad, eriti suviteraviljad. Teraviljade poolt mulda jäetud orgaaniline aine on lämmastikuvaene ja huumuse tekkel väheväärtuslik, taimejäänuste lagunemine aga aeglane. Teravilja jäänuste (juured, põhk) laguproduktidel on pärssiv mõju järelkultuurile (eriti teraviljale endale). Teravilja väärtust eelkultuurina saab mõnevõrra tõsta kõrrekoorimise ja sügiskünni koosmõjuga.

2. **Külvikord peaks sisaldama heintaimi**, kuna need parandavad mullastruktuuri, tõstavad orgaanilise aine sisaldust, aktiveerivad mullaelustikku, vähendavad umbrohtumust, paljusid haigustekitajaid ja kahjureid. Optimaalne on kasvatada heintaimi põllukultuuride külvikorras 1-3 aastat järjest.

3. **Üheaastased suvi- ja taliviljad peaks omavahel vahelduma**, et takistada talvituvate- ja suviumbrohtude levikut.

4. **Kultuuride liike, millel on suuremat kahju põhjustavaid ühiseid haigusi ja kahjureid, ei tohiks üksteise järel kasvatada.** Herne (valgemädanik), lina (kuivlaiksus) ning kartuli (tõusmepõletik) vahele soovitatakse jätta vähemalt 1 aasta.

5. **Enamus meil kasvatatavate 1-aastaste põllukultuuride üks ja sama liik ei talu enesele vahetut või liiga sagedast järgnemist.** Saagilangust põhjustavad sel juhul haiguste, kahjurite, umbrohtude ja kahjulike taimeeritiste osakaalu kasv mullas. See vähendab väetamise tõhusust ja tõstab toodangu omahinda. Kui sagedast vaheldumist külvikorras või endale järgnevust kultuur talub, määravad haiguste ja kahjurite kindlus ja tundlikus juure ning taimejäänuste lagunemisel tekkivate eritiste suhtes. Selle järgi, kuidas üks või teine kultuur talub iseendale järgnemist, võib nad tinglikult liigitada rühmadeks:

   - Ennast taluvad kultuurid, mida võib kasvatada samal kohal kaks või rohkem aastat, ilma et saak oluliselt langeks. Sellesse rühma kuuluvad mais, rukis, kõrrelised heintaimed, põlduba, kanep, tingimisi ka kartul.
   - Kultuurid, mida saagilanguse vältimiseks võiks uuesti samale põllule külvata pärast ühe- kuni kolme aastast vaheaega. Sellesse rühma kuuluvad oder, nisu, kaer.
   - Kultuurid, mida võiks samale põllule külvata pärast kolme- kuni kuue aastast vaheaega. Sellesse rühma kuuluvad lina, hernes, punane ristik, lutsern, mesikas, päevalill, peet ja raps, rüps, kapsas, jm ristõielised kultuurid.

Tabel 11. Erinevatele põllukultuuridele sobivad* eelviljad

Kultuurid	Sobivad eelviljad	Keskmiselt sobivad eelviljad	Vähesobivad eelviljad
Talirukis, talinisu	mesikas, ristik, põldhein, kaunviljad	varajane kartul, segatis, varajane oder, raps, rüps	lina, oder, suvinisu, taliteravili
Suvinisu	söödajuurvili, kartul, kaunvili, ristik, ristikurohke põldhein	talirukis, raps, rüps	suvinisu, oder, kaer, lina
Oder	kartul, söödajuurvili, kaunvili	taliteravili, ristik, raps, rüps, põldhein	lina, kaer, oder
Kaer	kartul, söödajuurvili, kaunvili, ristik	segatis, segavili, taliteravili, oder, suvinisu, raps, rüps	kaer, lina
Hernes, vikk, põlduba	kartul, söödajuurvili	taliteravili, suviteravili	segatis, hernes, vikk, raps, rüps
Kartul	kaunvili, liblikõielised	taliteravili, söödajuurvili	kaer, oder, suvinisu, kõrrelisterohke põldhein
Söödajuurvili	kaunvili, taliteravili	kartul, segatis, ristik	kaer, oder, suvinisu
Lina	kaunvili, ristik	taliteravili, söödajuurvili, segatis	kaer, oder, suvinisu, lina
Raps, rüps	teravili	ristik, mais	lina, ristõielised, hernes
Ristik	taliteravili, varajane oder	kaer, suvinisu, hiline oder	segatis, ristik
Mais	teravili, raps	mais	suvinisu

* sobivusel on arvestatud nii kultuuride iseenda taluvust kui ka teisi aspekte (haigused, kahjurid jm). Kui ei osutu võimalikuks külvata sobiva eelvilja järel, tuleks eelistada keskmiselt sobivaid eelvilju ja vältida vähesobivaid.

HUUMUSBILANSI ARVESTAMINE

Valdavalt on Eesti muldade künnikihi huumuse varu 60-90 t/ha. Mullaviljakuse seisukohalt on oluline, et künnikihi huumusbilanss oleks külvikorra rotatsiooni läbimisel tasakaalus või positiivne. Sel juhul huumusesisaldus mullas säilib või suureneb. Huumus on mullas otsene taimetoiteelementide säilitaja ja väetiste kõrval taimede varustaja nendega. Huumusesisalduse tõusul paraneb mulla üldine struktuursus ja aktiveerub mullaelustik, väheneb mullas olevate toksiinide ja haigustekitajate toime. Kokkuvõttes tõstab mulla kõrgem huumusesisaldus nii saake.

Olenevalt kasvatatavast kultuurist künnikihi huumusvaru aastas väheneb või kasvab. See on seotud kultuuri mulda jäävate juurte ja maapealsete jäänuste hulgaga. Samas sõltub huumusvaru muutus ka mullaharimise intensiivsusest ja sellest kui pika perioodi jooksul aastas on muld kultuuriga kaetud. Intensiivsema mullaharimise korral muld mineraliseerub kiiremini ja huumusvaru väheneb. Kui valitud kultuuridega pole külvikorras võimalik huumusbilanssi tasakaalustada, saab seda teha, andes lisaks sõnnikut, komposti või haljasväetisi. Sõltuvalt mulla tüübist, lõimisest ja niiskusesisaldusest on huumusesisaldust võimalik tõsta vaid teatud tasemeni.

Mulla huumusvaru keskmine **suurenemine** aastas järgmiste põllukultuuride kasvatamisel:

- lutsern, ristik, mesikas, ida-kitsehernes: 1,5*-2,0 t/ha
- liblikõielisterohke põldhein: 1,3*-1,5 t/ha
- kultuurkarjamaa: 1 t/ha
- kaunvili (koos põhuga): 0,15*-0,4 t/ha
- vahekultuurid: 0,1*-0,2 t/ha

- liblikõieliste allakülv teraviljale (ei künta sisse): 0*-0,2 t/ha
- liblikõieliste sügisene sissekünd koos teravilja põhuga: 0,9 t/ha
- liblikõieliste katteviljata külv kevadel: 0,5*-0,9 t/ha

*Väiksema saagikuse korral kasutada väiksemat numbrit.

Mulla huumusvaru keskmine **vähenemine** aastas järgmiste põllukultuuride kasvatamisel ja mustkesa pidamisel:

- kartul, köögivili: 2 t/ha
- mais (siloks): 1,7 t/ha
- teraviljad, lina, raps, rüps jt ristõielised õlikultuurid (põhk on eemaldatud): 1 t/ha
- üheaastased kõrrelised heintaimed: 0,7 t/ha
- mustkesa: 2,5 t/ha

Tabel 12. Orgaaniliste väetiste võime taastada mulla huumust

Sõnniku kuivaine sisaldus, %	Ühe tonni huumuse taastamiseks vajalik sõnniku ja teiste orgaaniliste väetiste kogus, t/ha
20	15
18	20
15	25
13	35
10	45*
8	70*
5	100*
3	180*
1,5	270*
Haljasväetis	45
Põhk (õhukuiv)	5

*Keskkonnakaitsest lähtuvalt võib nii suure sõnnikukogusega antavate toiteelementide hulk ületada seadusandluses kehtestatud piirnorme

Näide: huumusbilansi arvestus kahes erinevas külvikorras

Külvikorra 1 viljavaheldus

Kultuur viljavahelduses	Huumusbilanss sõnniku mitteandmisel, t/ha	Huumusbilanss allapanuta sõnniku (10-13% kuivaine) andmisel talinisule 40 t/ha ja maisile 40 t/ha
Ristikurohke põldhein 1. a	+1,5	+1,5
Ristikurohke põldhein 2. a	+1,5	+1,5
Talinisu	-1,0	0
Suviraps	-1,0	-1,0
Mais	-1,7	-0,7
Oder põldheina allakülviga	0	0
Huumusbilanss külvikorras	-0,7	+1,3

Külvikorra 2 viljavaheldus

Kultuur viljavahelduses	Huumusbilanss sõnniku mitteandmisel, t/ha
Valge mesikas	+2,0
Suvinisu	-1,0
Taliraps	-1,0
Oder ristiku allakülviga	0
Ristik	+2,0
Talinisu	-1,0
Kaer mesika allakülviga	0
Huumusbilanss külvikorras	+1,0

HALJASVÄETISED

Haljasväetiseks nimetatakse põllukultuuride haljasmassi, mis viiakse mulda kas kasvukohal või teiselt kasvukohalt (põllult) tooduna, et suurendada mulla viljakust.

Oluline on kasvatada külvikorras selliseid põllukultuure, mis muudaksid huumusbilanssi positiivsemaks ning suurendaksid kasutatava orgaanilise väetise hulka. Mulda viidava orgaanilise aine arvel paraneb muldade huumusseisund, sellest tulenevalt ka mulla toiterežiim, struktuursus, niiskusrežiim ja teised füüsikalised omadused. Rikkalik orgaanilise aine muldaviimine mõjub soodsalt mulla elustikule ja mulla bioloogilisele aktiivsusele. Liblikõieliste haljasväetiste toimel väheneb savimuldade sidusus ja paraneb vee läbilaskvus. Tugevama juurekavaga liblikõielised transpordivad sügavamatest mullakihtidest künnikihti mineraalseid toiteelemente ja aktiveerivad mulla mikroorganismide tegevust. Maheviljeluses on liblikõieliste haljasväetiskultuuride kasvatamine peamine võimalus rikastada mulda lämmastikuga. Liblikõielised haljasväetiste mõju olulistele mulla keemilistele ja füüsikalistele omadustele ei piirdu ühe aastaga, vaid võib kesta mitu aastat. Seega on liblikõieliste ulatuslikum kasvatamine vajalik eeskätt huumusevaestel ja puuduliku mikrobioloogilise tegevusega muldadel.

Enamlevinud liblikõieliste haljasväetiskultuuridena kasvatatakse punast ristikut ning valget mesikat. Sobivateks kultuurideks on veel lutsernid, vähemlevinud on harilik nõiahammas ja lupiinid. Valge mesikas ja lutsernid kasvavad hästi Põhja- ja Lääne-Eesti lubjarikastel muldadel, Kesk- ja Lõuna-Eestis on levikut takistanud happelised mullad. Nende piirkondade muldade lupjamine loob kasvuks soodsad tingimused ka nendes piirkondades. Punase ristiku kasvatamine sõltub mulla happesusest vähem.

Haljasväetiskultuuride kasvatamis- ja kasutamisviisid:

- **iseseisva põllukultuurina** - ühe- või kaheaastased liblikõielised kultuurid, mis külvatakse kevadel ja kasvavad põllul kogu vegetatsiooniperioodi
  - viiakse mulda taliviljade külvi eel;
  - viiakse mulda hilissügisel, kevadkülv;
  - viiakse mulda kevadel, kevadkülv;
  - teise kasvuaasta esimene saak koristatakse loomasöödaks ja ädal viiakse mulda sügisel
- **külv kattevilja alla**
  - kasv jätkub pärast kattevilja koristamist ja kasvanud ädal küntakse mulda sügisel hilja või varakevadel (nt punane ristik, itaalia raihein, timut);
  - teise kasvuaasta esimene saak koristatakse loomasöödaks ja ädal küntakse mulda talivilja eel või sügisel.
- **niite-haljasväetis** - haljasväetiskultuure kasvatatakse väljaspool külvikorda, haljasmass niidetakse ja veetakse väetatavale põllule, kus see mulda viiakse.
- **vahekultuurina** - pärast varavalmivate kultuuride saagi koristust külvatakse kiirekasvulisi kultuure (nt valge sinep, õlirõigas, rukis, keerispea, hernes, talirüps, tatar) või kultuuride segu, mis viiakse mulda sügisel või järgmisel kevadel.

Liblikõieliste haljasväetiskultuuride sobilikum külviaeg on varakevad. Haljasväetiskultuuride seemned külvatakse kattevilja üheaegselt. Kultuure, millel on teraviljadest ülekasvamise oht nagu valge mesikas ja lutsern, võib külvata ka kattevilja tärkamisel või hiljemalt 2–3 lehe faasis. Kui liblikõielise liiki kasvatatakse põllul esmakordselt, siis tuleb seemneid enne külvi segada taimeliigile vastava mügarbakteri preparaadiga, et soodustada mügarbakterite arengut ja lämmastiku sidumist õhust.

Otsekülvi kasutamisel võib valget mesikat külvata kõrde kuni 10. augustini.

Haljasväetiskultuuri kasvuaeg mõjutab taimiku biomassi kogust ja lämmastikusisaldust. Koos kasvuaja pikenemisega suureneb ka juurestiku mass, mis omakorda mõjutab järelkultuuri saaki. Mida kauem mitmeaastaseid haljaskultuure kasvatatakse, seda suurem on nende järelmõju. Haljasväetiskultuuri taimiku elutegevuse lõpetamiseks kasutatakse selle purustamist-hekseldamist, maharullimist, kamara purustamist (juurte läbilõikamist). Tavaviljeluses leiab kasutamist ka taimiku töötlemine üldhävitavate herbitsiididega. Seejärel põld küntakse või segatakse taimejäänused mulda randaaliga.

Kasutusel on tehnoloogia, kus kasutatakse ka kasvuaegset niitmist (1–2 korda). Niidetud ja hekseldatud haljasmass jäetakse põllule ja ädala kasvades küntakse see mulda koos eelnevalt põllule jäetud niidetega kas taliviljade külvi eel või hilissügisel. Selle võttega saab suurendada mulda viidava haljasmassi kogust ja seega ka mulla orgaanilise aine sisaldust.

Haljasväetiste sissekünni aeg ja taimiku koosseis mõjutavad lämmastiku väljaleostumist mullast. Kui haljasväetiskultuur on eelkultuuriks suviteraviljadele, on lämmastikukadude vähendamiseks otstarbekas see mulda viia hilja sügisel või kevadel. Lämmastiku kadude risk on seda suurem, mida kõrgem on haljasväetise lämmastikusisaldus. Haljasmassi varajasel muldakündmisel hakkab orgaaniline aine suhteliselt kiiresti mineraliseeruma ja vabanenud lämmastik (nitraat- ja ammooniumlämmastikuna) uhutakse sademete poolt mullast välja või lendub.

Haljasväetiskultuuride biomassi ning kattevilja põhu ja juurtega viiakse mulda suur kogus orgaanilist ainet, mis sisaldab rohkesti taimetoiteelemente ja mis esialgu on taimedele valdavalt omastamatud (tabel 13), kuid millest hilisema mineralisatsiooni käigus vabanevad taimedele omastatavad lämmastiku, fosfori ja kaaliumi vormid.

Tabel 13. Kattevilja põhu ja juurtega ning haljasväetiskultuuride biomassiga mulda viidud kogulämmastiku, -fosfori, -kaaliumi ja orgaanilise süsiniku kogused

	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	C, t/ha
Kattevilja külvatud liblikõielised (punane ristik, valge mesikas, lutsernid, nõiahammas) külviaastal	95–220	15–20	90–130	3–4
Kattevilja külvatud liblikõielised 2. kasvuaastal	200–300	20–30	170–230	4–6
Liblikõieliste kattevilja külv (ädal küntakse hilissügisel)	90–180	10–20	100–140	2,5–3,5
Hernes	50–90	8–10	40–80	1,8–2,3

Mulda küntud taimejäänuste lagunemist mõjutab oluliselt taimejäänuste süsiniku ja lämmastiku suhe (C:N). Orgaanilise aine mineraliseerumisel vabaneb lämmastikku seda rohkem, mida suurem on taimiku lämmastikusisaldus ning mida kitsam on haljasmaterjali C:N suhe. Noorest taimikumassist vabaneb lämmastik kiiremini, kui vananenud puitunud materjalist. Lisaks mõjutab taimejäänuste lagunemist ilmastik. Mulda küntud maapealsest biomassist toimub põhiline toitainete vabanemine 6 kuu jooksul, juurte lagunemine on aeglasem. Katsed näitavad, et 6 kuu möödudes vabaneb maapealsest biomassist keskmiselt 50% N ja C, 70-75% P ja 80% K. Juured lagunevad aeglasemalt kui maapealne mass ja toitainete vabanemine ja nende kasutamine järgnevate kultuuride poolt toimub pikema aja jooksul. Juurtest vabaneb 6 kuuga 30% kogulämmastikust, 20% orgaanilisest süsinikust, 55% kogufosforist ja 60% kogukaaliumist. 12 kuuga vabaneb maapealse massi kogulämmastikust kuni 75%, orgaanilisest süsinikust kuni 80%, kogufosforist kuni 82% ja kogukaaliumist 90%. Juurtest vabaneb 12 kuuga vastavalt 60% lämmastikku, 30% süsinikku, 70% fosforit ja 80% kaaliumi.

Seega toiteelementide bilansi arvutamisel tuleb arvestada kattevilja põhu ja juurtega ning haljasväetiskultuuride biomassiga mulda viidud lämmastiku järgnevaid koguseid, kg/ha:

	Esimesel järelmõjuaastal	Teisel järelmõjuaastal
Liblikõieliste juured ja ädal	40–50	15–20
Liblikõieliste juured ja maapealse biomassi sissekünd	50–80	20–30
Liblikõieliste kattevilja külv	20–30	-
Hernes	10–15	-

Vahekultuurid (nn. püüde- ehk kogujakultuurid, catch crop) külvatakse pärast põhikultuuri koristamist ning küntakse mulda vahetult enne maa külmumist või kevadel.

Vahekultuurid on mullaviljakuse suurendamise ja mullaelu aktiveerijatena väga olulised. Vahekultuuridena sobivateks kultuurideks on valge sinep, õlirõigas, talirüps, taliraps, põlduba, hernes, rukis, itaalia raihein, tatar ja keerispea. Rukis ja itaalia raihein annavad meie tingimustes suhteliselt tagasihoidlikuma saagi.

Vahekultuuride ülesandeks on peale põhikultuuri koristamist mullas olevate liikuvate toitainete sidumine nende leostumise vältimiseks, mulla rikastamine orgaanilise ainega, erosiooni vähendamine, struktuuri säilitamine ja parandamine, mikrobioloogilise tegevuse soodustamine, vihmausside elutegevuse soodustamine, umbrohutõrje, haiguste ja kahjurite tõrje, allelopaatiliste ehk taimede vastastikuste mõjutuste vähendamine, mükoriisa arengu soodustamine, patogeenide vähendamine.

Vahekultuurisegude kasvatamisel tasuks arvestada sellega, et nende kasv ja mullakatvus oleks kiire, külvisenorm väike, seemne hind soodne, generatiivorganite areng hilisem, lämmastiku kogumine hea, parandaks toitainete omastatavust, nende veekasutus oleks efektiivne ja nad oleks kergesti eemaldatavad.

NB! Vahekultuuride kasvatamisel tuleb arvestada nende sobivusega külvikorras kasvatatavate kultuuride järjestusega (sama liik ei ole üldjuhul parim eelvili).

Vahekultuurid tuleks külvata kohe pärast varakult valminud põhikultuuri koristamist augustis ja kasvuperioodi pikkus peaks olema vähemalt 50 päeva. Vahekultuure külvatakse enamasti teraviljade järel, kuid üha enam külvatakse neid ka varajaste köögiviljade ja liblikõieliste (uba, hernes) põldudele. Vahekultuuridest on seda rohkem kasu, mida varem nad külvatakse. Vahekultuuride normaalseks arenguks peaks päevane temperatuur olema vähemalt 9°C ja sademeid kasvuperioodil 150–200 mm.

Vahekultuuride biomassi saak on aastate lõikes küllaltki varieeruv sõltudes oluliselt sügisperioodi aktiivsete temperatuuride summast.

Mulda viidud orgaanilise aine lagunemine sõltub suurel määral selle C:N suhtest. Soovitatav C:N suhe on kuni 30. Kuna vahekultuuride C: N suhe on valdavalt 20–30, siis on nende orgaaniline aine mullas suhteliselt kergesti lagunev ja seega ei toimu lämmastiku sidumist mullast mikroorganismide poolt, vaid see on põhikultuurile (järelkultuurile) selle algarengus kättesaadav. Suurimad toitainete sidujad on liblikõielised hernes ja uba. Soodsamatel kasvuaastatel seotakse 50–80 kg N, 5–10 kg P, 40–60 kg K hektari kohta. Nende miinuseks on aga suur külvisenorm ja sellega kaasnevad suured rajamiskulud. Fosfori- ja kaaliumisisaldus taimedes sõltub taimeliigist, kasvufaasist ja taime organist. Kaaliumi sisaldavad rohkem noored taimeosad ja fosforit on rohkem maapealsetes osades kui juurtes. Ristõielistest on perspektiivikamad vahekultuurid õlirõigas ja valge sinep, mis seovad 30–60 kg N, 5–8 kg P, 30–50 kg K/ha. Lisaks sellele eritavad ristõielised mulda glükosinolaatide laguprodukte - isotiotsünaate, mis toimivad looduslike fungitsiididena ja katkestavad teraviljade juuremädanike tekitajate arengutsükli.

Valge sinep on pikapäeva taim ja varem (augusti algul) külvates hakkab taim kiiresti õitsema. Õitsemine vähendab juurte aktiivsust ja ka toitainete omastamist. Hilisemate külvide korral moodustub õlirõikal väiksem maapealne biomass võrreldes valge sinepiga. Varasema külvi korral aga ületab õlirõigas sageli valge sinepi maapealse biomassi saaki.

Põhjuseks on ilmselt see, et mida varasem külv, seda varem valge sinepi pikapäeva taime omadused ilmnevad – kiiresti moodustuvad vars ja õied. Õlirõika puhul aga moodustub suur lehekodarik. Samuti moodustab õlirõigas tugeva sammasjuure ja harulise kõrvaljuurte süsteemi, mistõttu ta seob efektiivselt toitaineid ja vett ka sügavamatest mullakihtidest.

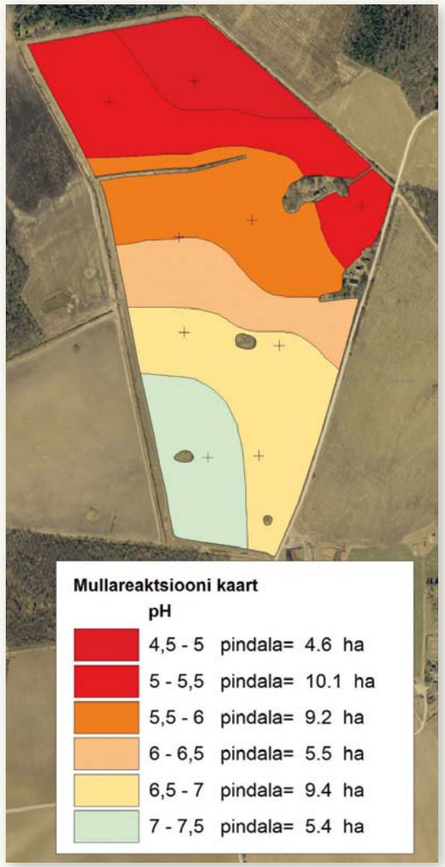
Väiksema biomassi moodustavad itaalia raihein ja rukis. Samuti on lämmastiku sidumine nende puhul väiksem kui rist- ja liblikõielistel kultuuridel. Otstarbekam oleks itaalia raihein külvata kevadel koos teraviljaga (allakülvina) – sellisel juhul on muldakündav itaalia raiheina biomass tunduvalt suurem. Sarnaselt on sobiv külvata ka timutit.

Üha rohkem leiab kasutamist taimede segu kasvatamine vahekultuuridena. Segukülvide eelisteks on kasvu intensiivsuse erinevus. Kuna kõik kultuurid ei ole võrdse kasvuintensiivsusega, siis jaotub ka toitainete intensiivsem omastamine pikemale perioodile. Segukülvina võiks kasvatada valget sinepit, keerispead, vikki, tatart.

Vahekultuurid tuleks mulda künda sügisel vahetult enne maa külmumist või kevadel. Hiline sügiskünd või kevadkünd vähendavad lämmastiku leostumise riski. Vahekultuuride poolt mullast seotud toitained on järgnevatele kultuuridele paremini kättesaadavad. Vahekultuure saab edukalt kasvatada ka minimeeritud mullaharimise ja otsekülvi puhul.

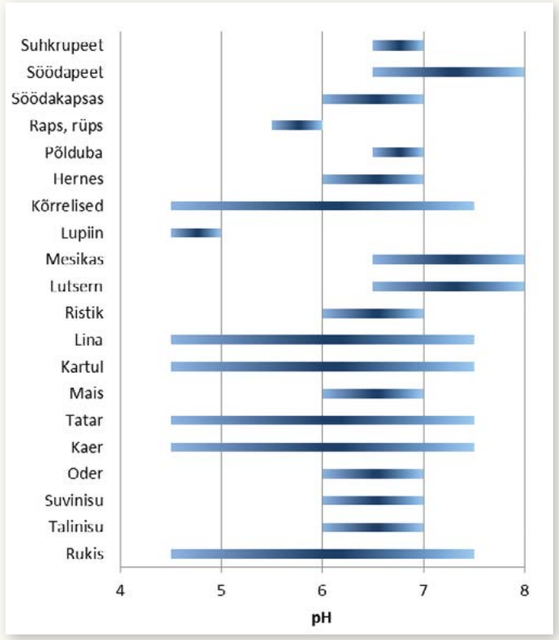
MULLAREAKTSIOON JA LUPJAMINE

Eesti põllumuldade kirjusus ei avaldu mitte ainult erineva väetistarbega piirkondade olemasolus, vaid ka erineva pH ehk mullareaktsiooniga alade esinemises sama põllu piires. Seepärast peaks põldudelt kogutud mullaproovidest määrama laboris peale taimetoiteelementide sisalduse ka muldade pH ning saadud tulemused kaardile kandma (joonis 2).

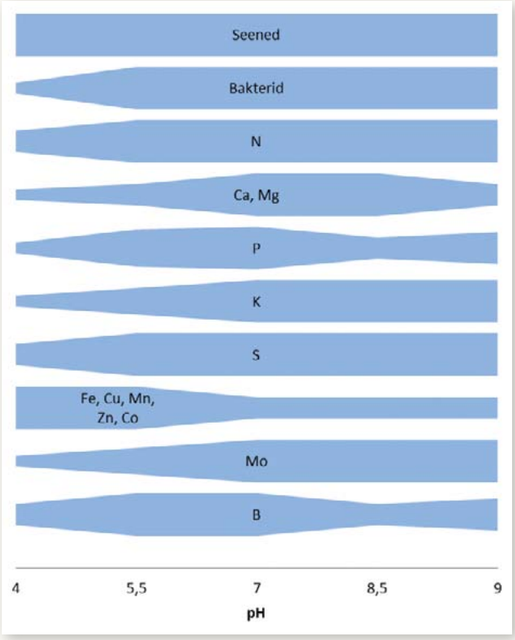


Joonis 2. Põllumassiivi mullareaktsiooni kaart, kus + tähistab prooviala (3-5 ha) keskmist

Erinevatel taimeliikidel on mullareaktsiooni suhtes erinevad nõuded. Seega külvikorra planeerimisel on tarvis silmas pidada ka konkreetsete põldude mullareaktsiooni. Eestis on palju tugevalt happelisi muldi (pH<5,5), millel, nagu jooniselt 3 selgub, on mitmete kultuuride kasvatamine raskendatud.



Joonis 3. Põllukultuuridele sobiv mullareaktsioon



Joonis 4. Mullaorganismide aktiivsus ja toitainete omastamine sõltuvalt mullareaktsioonist

Kuigi enamusel kultuuridel on kasv muldade kõrgema happesuse (pH_{KCl} alla 5,5) juures ja kõrgel liigniiskusel pärsitud, ei talu mõned kultuurid selliseid ekstreemseid tingimusi üldse.

NB! Lutsern, mesikas ja ida-kitsehernes on tundlikud happeliste muldade ja liigniiskuse suhtes.

Nii ei tasu lutserni ja mesikat külvata muldadele, mille pH_{KCl} on alla 5,5. Samuti ei tasu neid kultuure külvata põldudele, kus põhja- või pinnavesi ulatub pikemat aega nende põhilise juurestiku piirkonda. Sellistel põldudel lähevad lutsern ja mesikas kiiresti välja.

Ka mullas elunevate mikroorganismide aktiivsus ja taimetoiteelementide omastatavus sõltub paljuski mullareaktsioonist.

Happelisel mullal on enamiku peamiste taimetoiteelementide omastatavus väike (joonis 4). Seevastu osade mikroelementide (Fe, Mn, Zn, Cu, Co) taimedele kättesaadavus on happelisemas mullas parem. Seega mulla lupjamisel paraneb taimede toitumine peamiste taimetoiteelementidega, kuid samas võib tekkida mõne mikroelemendi puudus. Ka enamust raskmetalle omastavad taimed madala pH juures paremini. Kuna valdavale osale meil viljeldavatele kultuuridele on mulla pH optimaalne vahemik 6...7, siis happeliste muldade perioodiline lupjamine on igal juhul vajalik, et vältida muldade pH langemist alla soovitava taseme.

Mulla liigset happesust on võimalik vähendada lupjamisega. Lubiväetise normi määramise aluseks on mulla lubjatarve. Kõige täpsem on lasta mulla lubjatarve laboris määrata. Selleks määratakse mullaproovist lisaks pH-le veel orgaanilise süsiniku (või huumuse) ja liikuva kaltsiumi sisaldus. Nende näitajate ja mullatüübi järgi leitakse tabelist 14 lubjatarve. Lubiväetised tuleks anda mulla happesuse suhtes kõige tundlikumate kultuuride külvi alla. Arvestada tuleb ka sellega, et mineraalmuld vajab lupjamist juba siis, kui liikuva Ca sisaldus on alla 1500 mg/kg, turvasmuldade korral alla 5500 mg/kg. Kui põld on vastavalt lubjatarbele neutraliseeritud, tuleb iga 2-3 aasta järel teha säilituslupjamist, et tagada mulla pH optimaalne tase. Hektarinormiks on 2-3 t $CaCO_3$.

Tabel 14. Põllumuldade lubjatarve

Mullad	pH_{KCl} Hu/ C_{org}, %	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0*
		$CaCO_3$ t/ha																				
Parasniisked (E2 , E3, Lkl, Lkll, Lklll, D, Kl, Ko)	<2,1/ <1,20	6,4	6,3	6,2	6,0	5,8	5,7	5,5	5,3	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,8	3,7	3,5	3,3	3,2
	2,1-3,0/ 1,21-1,70	7,0	6,9	6,8	6,6	6,4	6,3	6,1	6,0	5,8	5,6	5,5	5,3	5,1	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0	3,8
	3,1-5,0/ 1,71-2,90	8,3	8,1	8,0	7,8	7,6	7,5	7,3	7,2	7,0	6,9	6,7	6,6	6,4	6,2	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3	5,1
Niisked (Klg, Kog, Lkg, Dg)	<2,1/ <1,20	7,9	7,8	7,5	7,2	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6	5,2	4,9	4,6	4,3	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,4	2,1	1,7
	2,1-3,0 1,21-1,70	8,8	8,7	8,4	8,1	7,7	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6	5,3	4,9	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8
	3,1-4,0 1,71-2,30	9,9	9,7	9,4	9,1	8,8	8,5	8,2	7,9	7,6	7,2	6,9	6,7	6,3	6,0	5,7	5,6	5,1	4,8	4,5	4,2	3,9
	4,1-5,0 2,31-2,90	10,8	10,5	10,2	9,9	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8
	5,1-6,0 1,91-3,50	11,4	11,3	11,0	10,7	10,5	10,2	9,9	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,2	7,7	7,6	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9
Märjad (Go, Gl, LG)	<3,1 <1,71	12,5	12,4	11,9	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,1	8,6	8,2	7,7	7,2	6,8	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	4,0	3,5
	3,1-9,0 1,72-5,25	12,5	12,4	12,0	11,6	11,2	10,7	10,3	9,9	9,5	9,1	8,6	8,2	7,8	7,4	7,0	6,5	6,1	5,7	5,3	4,9	4,5
Turvasmullad,	>9 >5,3	11,3	10,3	9,4	8,6	7,9	7,2	6,7	6,2	5,5	5,0	4,6	4,1	3,6	3,2	2,9	2,4	2,2	1,7	1,4	1,0	0,7

Raske lõimisega muldade lupjamine mulla füüsikaliste omaduste parendamiseks (pH alla 7 ja Ca alla 4000 mg/kg)																					
Lõimis / pH_{KCl}	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6-7
Keskmine liivsavi	15	14	13	12	10	10	9	8	7	7	7	6	6	5	5	5	5	4	3	2,5	-
Raske liivsavi, savi	25	22	18	15	15	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	5	2,5-5

Värvile vastav aste ja $CaCO_3$ annus, t/ha

kuni 3	3,1-4,5	4,6-6,0	6,1-8,0	8,1-10,0	üle 10

*Lisaks: Mineraalmullad, mille pH on 5,6-6,5, vajavad lupjamist kui mulla kaltsiumisisaldus on <1500 mg/kg; -normiga 3,1-4,5 t/ha $CaCO_3$
Turvasmullad, mille pH on 5,0-5,5, vajavad lupjamist kui mulla kaltsiumisisaldus on <5500 mg/kg normiga 3,1-4,5 t/ha $CaCO_3$

Põllumuldade lubjatarbe tabelist leitakse mullaliigi, huumusesisalduse ja pH järgi lupjamiseks vajalik $CaCO_3$ kogus. Kuna erinevates lubiväetistes on $CaCO_3$-sisaldus erinev, leitakse lubiväetise füüsiline kogus järgmiselt:

lubiväetise kogus, t/ha=$CaCO_3$ × koefitsient,

kus lubjakivijahu koefitsient (magneesiumi puudusel + dolokivijahu) – 1,1; klinkritolm – 1,3; tolmpõlevkivituhk – 1,2.

Lubjakivijahu võib mulda viia kogu tarbekoguse korraga, klinkritolmu ja tuhkasid anda jaotatult 1-2 aasta jooksul.

Alljärgnevas tabelis on toodud kohalike lubiväetiste iseloomustus.

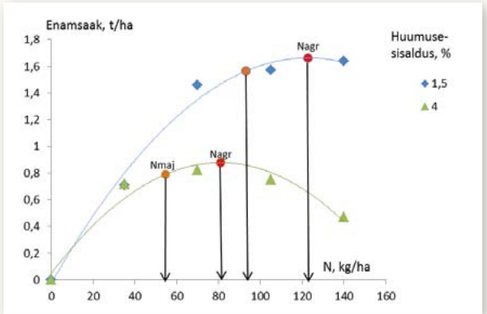
Tabel 15. Põldude lupjamiseks sobivad materjalid

Asukoht/lubiväetis	Materjali iseloomustus				
	Fraktsioon, mm	CaO, %	MgO, %	Neutraliseerimisvõime	
				Ca, %	$CaCO_3$, %
Karinu-Järvamaa					
lubjakivi	0 - 4	53,2	1,6	39,3	98,5
Kurevere - Läänemaa					
dolokivi	0 - 3	28,5	19,9	39,9	99,99
Vasalemma - Harjumaa					
lubjakivi	0 – 3	50,2	1,2	36,8	92,2
AS Kaltsiit – Jõgevamaa					
lubjakivi	0 - 4	51,1	0,5	36,8	92,2
Anelema - Pärnumaa					
dolokivi	0 - 4	27,2	18,8	37,8	94,7
Rõstla - Jõgevamaa					
dolokivi	0 - 4	27,4	19,2	38,4	96,2
Eivere - Järvamaa					
lubjakivi	0 - 4	47,0	4,7	38,3	95,6
Võhmuta					
lubjakivi	0 - 4			38,6	96,7
Põlva PKM jt					
Hakkepuidutuhk*					59,0
AS Kunda NC** – L.Virumaa					
klinkritolm	tolm	43,2	3,5	43,1	75,7
Narva SEJ – Ida-Virumaa					
põlevkivituhad***	tolm, 0 - 4	46 - 58	3 - 4	48,8	85,3

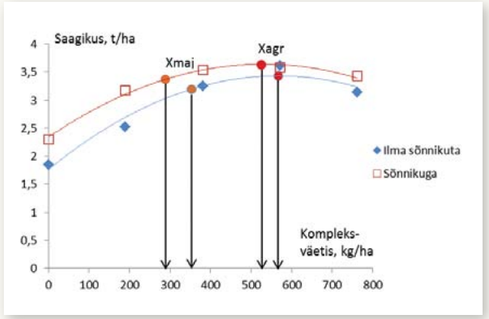
*- katlamajade tuhkade keemiline koostis sõltub algmaterjalist, mis on väga varieeruv.
** - klinkritolmu võib kasutada kõrgenenud pliisisalduse tõttu piiratud tingimustel.
*** - põlevkivi tuhkade keemiline koostis on liigiti erinev.

VÄETAMISE MAJANDUSLIK TASUVUS

Väetamise tasuvus sõltub mitmetest teguritest, millest olulisemad on väetise efektiivsus, toodangu (saagi) kokkuostuhind ja väetamisega kaasnevad kulud. **Väetiste efektiivsuse** all mõistetakse väetiste kasutamisel saadud enamsaaki. Enamsaaki saab leida väetuskatsete tulemustest ja seda saab väljendada nii kogu enamsaagina, keskmise enamsaagina kui ka piirefektiivsusena. Väetisannuse suurendamisel ei suurene enamsaak lõpmatult ja optimaalsest suuremate väetisnormide puhul saagikasv pidurdub või toimub isegi saagi vähenemine. Kasutatud väetisannuse ja enamsaagi vahelist seost iseloomustab enamike põllukultuuride puhul piisavalt hästi ruutfunktsioon, mille alusel on võimalik leida **agronoomiliselt ja majanduslikult efektiivsed väetisnormid**. Esimene neist tagab suurima saagikuse ja teine maksimaalse tasuvuse. Väetiste efektiivsus ja agronoomiliselt efektiivne väetisnorm sõltub kasvatatavast kultuurist, sordist, kasvuaasta ilmast, eelviljast, rakendatud agrotehnoloogiast ja mullast. Väetise efektiivsus on seda suurem, mida väiksem on mullas vastava toiteelemendi sisaldus. Lämmastikväetiste efektiivsus ja tarve on suurem huumusvaestel muldadel (joonis 5). Orgaaniliste ja mineraalväetiste kooskasutamisel ja orgaaniliste väetiste järelmõju foonil jäävad optimaalsed mineraalväetisnormid väiksemaks (joonis 6). Majanduslikult efektiivse väetisnormi leidmisel võetakse täiendavalt arvesse väetise maksumus, väetise käitlemise ja laotamise kulud, enamsaagi käitlemisega kaasnevad kulud (koristus, kuivatus) ja saagi realiseerimishind. Sõltuvalt hinnatasemest jäävad majanduslikult efektiivsed väetisnormid tavaliselt 10–30% väiksemaks kui see on vajalik maksimaalse saagi saamiseks (joonis 5 ja 6).



Joonis 5. Odra enamsaak (t/ha), agronoomiliselt (N_{agr}) ja majanduslikult (N_{maj}) efektiivsed lämmastikväetisnormid (kg N/ha) sõltuvalt mulla huumusesisaldusest. Arvukate odra väetuskatsete üldistus. Väetamise kulu 1 €/kg N sisaldab väetise hinda ja laotamise maksumust, odra hind 170 €/t, enamsaagi käitlemise kulu 20 €/t.



Joonis 6. Suvinisu `Meri` saagikus (t/ha) ning agronoomiliselt (X_{agr}) ja majanduslikult (X_{maj}) efektiivsed kompleksväetise (NPK 21:3,5:9,6) normid 2001–2002. aasta keskmisena Eerika põldkatses ilma orgaaniliste väetisteta ja sõnnikuga külvikorras. Külvikorras kartul-nisu-oder anti sõnnikut kartulile. Väetamise kulu 400 €/t sisaldab väetise hinda ja laotamise maksumust, nisu hind 200 €/t, enamsaagi käitlemise kulu 20 €/t.

Kõige suuremat mõju väetamise tasuvusele avaldab väetise hinna ja saagi kokkuostuhinna suhte muutus. Mida odavam on väetis ja mida paremat hinda saab toodangu eest, seda suuremaks kujunevad väetamise tasuvus ning soovituslikud väetisnormid (tabel 16). Tasuvusanalüüsi juures peab teatud juhtudel arvestama ka väetamise mõju saagi kvaliteedile, mis on määrava tähtsusega toodangu realiseerimishinna kujunemisel.

Tabel 16. Majanduslikult efektiivsed lämmastiku normid (kg/ha) odrale sõltuvalt väetise ja teravilja hinnast. Arvutused tehtud 4% huumusesisaldusega mulla kohta, mille kohta on fikseeritud hindadega näide toodud joonisel 5.

Väetise hind, €/kg N	Majanduslikult efektiivsed N normid, kg/ha				
	Teravilja hind, €/t				
	130	150	170	190	210
0,6	59	63	65	67	68
0,7	56	60	63	65	66
0,8	52	57	60	62	64
0,9	49	54	57	60	62
1,0	45	51	55	58	60
1,1	41	48	52	55	58
1,2	38	44	49	53	56

Kultuuride kasvatamise tasuvust saab hinnata kattetulu arvestamisega hektari kohta. Kattetulu arvestuses liidetakse hektarilt saadud saagi müügitulu ja hektari kohta makstavad põllumajandustoetused ning sellest lahutatakse muutuvkulud (kulud seemnele, väetistele, taimekaitsevahenditele jm) ning kultuuri kasvatamiseks tehtud masintöökulud.

Eesti ettevõtetes on kattetulud kultuuride kasvatamisel väga erinevad. Seda põhjustavad erinevad kliima- ja mullastikutingimused, mullaharimine, kokkuostuhind, väetamise ja taimekaitsetööde tase, kasutatavad masinad ning põllutööriistad, ettevõtete ja põldude suurus jm.

Selleks, et väetiste kasutamine oleks tulukas, peab põllule antud väetiste toiteelementide koguste arvelt saadud enamsaagi müügitulu ületama kasutatud väetisekoguse maksumuse ja väetise põllule andmise kulu.

Allpool esitatud kattetulu näidetes (tabel 17) on madalama väetisnormi juures (N-80, P-12 ja K-41 kg/ha, kompleksväetise füüsiline kogus 470 kg/ha) saadud suvinisu terasaagiks 3 t/ha ja suurema lämmastiku normiga väetamisel (N-145, P-13 ja K-46 kg/ha, kompleksväetise füüsiline kogus 500 kg/ha ja lämmastik-väävelväetise füüsiline kogus 230 kg/ha) kaks korda suurem suvinisu saak (6 t/ha). Tingimuste erinevuse tõttu saadakse ettevõtetes näidises esitatud väetisnormidega saadud saakidest sageli erineva suurusega saake. Põuasel aastal jääb aga ka suurte väetisnormide efektiivsus saagikuse tõstmisel madalaks.

Näidetest on näha, et suurema väetisnormi andmisel suurenes oluliselt ka väetamise kulu. Samas tõusid ka taimekaitsekulutused ja koristus- ning kuivatuskulud. Kuigi suurema saagi korral olid muutuv- ja masintöökulud kokku 36% suuremad, oli kattetulu siin koguni 4 korda suurem võrreldes madalama saagikusega. Seega on suurema nisu saagi juures väetiste efektiivsus olnud oluliselt kõrgem kui madalama saagi korral.

Väetiste efektiivsuse märkimisväärne tõus saavutatakse sageli kõrge väetisnormi jaotatud andmisel. Sel juhul suudab kultuurtaim väetist paremini oma arenguks kasutada. Näidetes anti 3 t/ha terasaagi korral kogu väetis korraga, seemne külviga üheaegselt. 6 t/ha terasaagi korral väetati jaotatult – kompleksväetis anti koos külviga, teine osa lämmastikväetisest anti pealtkülvina nisu kasvu ajal. Uuringutega on kindlaks tehtud, et sobivamad ajad pealtväetamiseks on võrsumisfaas ja kõrsumisfaasi algus.

Kogu saagitõusu agronoomilise maksimumini ei saavutata aga ainult väetisenormi suurendamisega ja väetise jaotatud andmisega. Saagikuse tõstmiseks tuleb teha ka vajalikud taimekaitsetööd. Näidetes tehti suurema saagikusega variandis nii keemiline umbrohu, haiguste kui ka kahjurite tõrje, madalama saagikuse korral jäeti haiguste ja kahjurite tõrje tegemata. Haiguste ja kahjurite suurema esinemise tõttu väheneb ka terasaak ja väetiste efektiivsus.

Erinevate kultuuride näidiskattetuludega saab tutvuda igal aastal Maamajanduse Infokeskuse poolt välja antavas e-raamatus ``Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuses…``, mille leiab nende kodulehelt http://www.maainfo.ee/index.php?page=3512. Ettevõttes kasutatavate põllutöömasinate kulude arvutamiseks vajalikud algoritmide tabelid leiab Eesti Taimekasvatuse Instituudi kodulehelt publikatsioonide ja edasi andmebaaside lingilt http://etki.ee/index.php/2013-07-26-17-14-58/andmebaasid/masinakulude-algoritmid.

Tabel 17. Suvinisu kattetulu näidis pindmisel mullaharimisel (ilma künnita) ja põhu purustamisel põllule ühe hektari kohta 2013. a näitajate alusel

Näitaja	Kogus, ühik ha-le	Hind (t, kg või l), €	Kokku, €/ha	Kogus, ühik ha-le	Hind (t, kg või l), €	Kokku, €/ha
Toidunisu (terad)	3,00 t	177,00	531,00	6,00 t	177,00	1 062,00
Ühtne pindalatoetus			109,16			109,16
Põllukultuuride toetus			13,21			13,21
KSM toetus			57,52			57,52
KOKKU			710,89			1241,89
MUUTUVKULUD						
Seeme	200 kg	0,43	86,00	200 kg	0,43	86,00
Puhtimispreparaat (Lamardor 0,15 l/ha)	1 kord	16,49	16,49	1 kord	16,49	16,49
Väetise toiteelemendid:						
Lämmastik-väävelväetis ASN				60 kg	1,32	79,20
Kompleksväetis (17-6-11):						
lämmastik N	80 kg	1,38	110,40	85 kg	1,38	117,30
fosfor P	12 kg	1,38	16,56	13 kg	1,38	17,94
kaalium K	41 kg	1,38	56,58	46 kg	1,38	63,48
Herbitsiid 1 (Mustang Forte 0,8 l/ha)	1 kord	11,06	11,06	1 kord	11,06	11,06
Herbitsiid 2 (Roundup 2,7 l/ha)	1 kord	18,20	18,20	1 kord	18,20	18,20
Fungitsiid (Folicur 1,0 l/ha)	1 kord	20,00	20,00	1 kord	20,00	20,00
Insektitsiid (Fastac 0,3 l/ha)				1 kord	3,33	3,33
Retardant (CCC 1,5 l/ha)				1 kord	2,93	2,93
KOKKU muutuvkulud			335,29			435,93
MASINATÖÖD						
Mulla harimine rullrandaaliga			21,01			21,01
Mineraalväetise ja seemne vedu			5,52			5,15
Külvamine			37,80			37,80
Taimekaitsetööd			31,70			39,60
Pealtväetamine						9,93
Kombainikoristus			79,63			83,85
Vilja vedu kuivatisse			23,27			46,53
Vilja kuivatamine (21%-13%)			63,90			127,80
Vilja hoiustamine ja muud tööd			12,60			25,20
KOKKU masinatööd			275,43			396,87
KATTETULU toetustega			100,17			409,09
KATTETULU toetusteta			-79,72			229,20

KULTUURIDE VÄETAMINE

Kultuuride väetamise eesmärgiks on parandada taimede toitumist ning tagada mullaviljakuse säilimine ja tõus. Teisest küljest on jätkusuutliku põllumajanduse aluseks keskkonnahoid, mis peale põllumehe põhiressursi – mulla – hõlmab kogu ümbritsevat keskkonda sealhulgas vett ja elusloodust. Inimese tegevus looduses – ja põllupidamine seda ju on – seostub ohtudega looduskeskkonnale. Selleks, et neid riske minimeerida on vastu võetud terve rida seadusandlikke akte. Väetamist ja väetiste (nii mineraal- kui orgaaniliste väetiste) kasutamist reguleerivad Veeseadus ja mitmed sellest tulenevad keskkonna- ja põllumajandusministri määrused. Käesolevate soovituste aluseks on hetkel kehtivad nõuded, kuid seadusandlus on pidevas muutumises ja täiendamises ning seega tuleb pidevalt seadusi jälgida, et mitte nendega pahuksisse minna.

Väetamisplaani koostamise üheks võimaluseks on planeeritava saagi poolt eemaldatavate taimetoiteelementide tagastamine orgaaniliste ja mineraalväetistega ning eelkultuuride järelmõju arvestamisega. Saakide planeerimisel tuleb lähtuda konkreetse põllu viimaste aastate saakidest, millele lisatakse vajaduse korral saakide suurenemine, mille tagab parem väetamine ja kvaliteetsem töö põllul. Majanduslikult tasuvate saakide saamiseks on vaja mullaharimise, väetiste järelmõju, taimekaitse, külvikorra ja sortide valikuga luua foon mineraalväetiste efektiivseks kasutamiseks.

Väetistega ei saa korvata teiste agrotehniliste võtete ebakohasest rakendamisest tingitud saagi langust.

Tabelis toodud saagitasemed on orienteeruvad, see tähendab, et soodsate looduslike tingimuste ja hea agrotehnika korral võib tegelik saak osutuda suuremaks, ebasoodsate korral aga väiksemaks.

Kui lämmastiku annus ületab 100 kg/ha tuleb lämmastikväetis anda jaotatult – 2/3 külvi eel või ajal ja 1/3 võrsumise lõpul või kõrsumisel.

Sügisel antakse:

- PK-väetised järgmise aasta saagiks sügiskünni alla, kui ei planeerita paiklikku väetamist kompleksväetisega;
- mineraalset lämmastikväetist külvieelse mullaharimisega taliteraviljadele ja talirapsile, -rüpsile, kui sõnnikut ei anta (kuni 30 kg N/ha);
- orgaanilised väetised, sealhulgas tahe sõnnik, sügiskünni alla, mis viiakse mulda võimalikult kiiresti pärast laotamist;
- vedelsõnnikut kasutada talvise taimkattega põldudel;
- orgaanilisi väetisi pikaajalistele rohumaadele (4...6 aastat pärast rajamist) pealtväetisena pärast viimast niidet (karjatamisringi);
- PK-väetised pealtväetisena rohumaadele pärast viimast niidet või karjatamise lõppu;
- põhu sissekünnil vedelsõnnikut või mineraalset lämmastikväetist 10-30 kg/ha.

Kevadel antakse:

- lämmastikväetis kevadel külvatavatele kultuuridele külvi eel mullaharimise alla, viies need võimalikult kiiresti mulda;
- lämmastikväetised põldheinale rohukasvu algusele järgneva nädala jooksul;
- PK-väetised külvatavatele kultuuridele külvieelse mullaharimise alla juhul, kui sügisene andmine ei olnud mingil põhjusel võimalik ja kompleksväetisega paiklikku väetamist ei ole planeeritud (kartuli väetamisel vältida kloori sisaldavaid kaaliumväetisi);
- orgaanilist väetist külvi eel, näiteks kartulile vahetult enne kevadist sügavamat kobestamist või korduskündi;
- N-väetis (soovitatavalt ammooniumsalpeeter) taliteraviljadele taimede kasvu algusele järgneva nädala jooksul.

Kasvuaegselt antakse:

- tahkeid N-väetisi rohumaadele pealtväetisena, selleks sobivad kõige paremini ammooniumsulfaat ja ammoonium-salpeeter, karbamiidi kasutamisel tuleks külvata väetis jaheda ilmaga enne vihma;
- veeslahustuvate ühenditena põhi- kui mikroväetised teraviljade juurevälisel ehk lisaväetamisel lehtede kaudu, mis annab saagilisa ja parandab kvaliteeti.

Tabel 18. Kultuuride väetamine lämmastikuga

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Lämmastiku tarve		
		Mulla orgaanilise C sisaldus, %		
		<1	1...2	>2
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha		
Suviteravili				
Suvinisu	3,0	90	80	70
	4,0	115	105	95
	5,0	140	130	120
	6,0	–*	155	145
	7,0	–*	200	190
Oder	3,0	70	65	60
	4,0	90	85	75
	5,0	110	100	90
	6,0	130	120	110
	7,0	160	150	140
Kaer	3,0	75	65	55
	4,0	90	80	70
	5,0	110	100	90
	6,0	130	120	110
	7,0	155	145	135
Taliteravili				
Talirukis	sügisel mineraalväetistega	30	30	20
	3,0	80	70	60
	4,0	95	85	75
	5,0	115	105	95
	6,0	125	115	105
	7,0	150	140	130
	8,0	175	165	155
Talinisu, talitritikale	sügisel mineraalväetistega	30	30	20
	3,0	90	80	70
	4,0	105	95	85
	5,0	125	115	105
	6,0	–*	135	125
	7,0	–*	160	150
	8,0	–*	190	180
Talioder	sügisel mineraalväetistega	30	30	20
	3,0	70	60	50
	4,0	90	80	70

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Lämmastiku tarve		
		Mulla orgaanilise C sisaldus, %		
		<1	1...2	>2
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha		
	5,0	110	100	90
	6,0	130	120	110
	7,0	155	145	135
Ölikultuurid				
Suviraps	2,0	110	100	90
	3,0	140	130	120
	4,0	160	145	130
Taliraps, -rüps	sügisel mineraalväetistega	30	30	20
	3,0	130	120	110
	4,0	150	140	125
	5,0	170	155	140
Suvirüps	2,0	95	85	75
Kartul				
varane		90	80	70
keskvalmiv, hiline	30,0	110	100	90
	40,0	130	120	110
	50,0	150	140	130
Söödajuurviljad				
Poolsuhkrupeet		120	110	100
Suhkrupeet		110	100	90
Muud kultuurid				
Hernes,		30	20	20
Segavili, segatis		40	30	25
Ida-kitsehernes		20	20	0
Mais	6,0**	155	140	125
Kiulina		35	30	25
Õlilina		85	80	70
Heintaimed				
Punane ristik	6,0**	0	0	0
Lutsern	6,0**	0	0	0
Kõrrelised heintaimed	6,0**	220	200	180
Kõrrelisterohked rohumaad (liblikõielisi <50%)	6,0**	60	50	40

* nii toitainevaesel mullal ei ole sellise saagi saamine reaalne

** saak kuivaines

Tabel 19. Kultuuride väetamine fosforiga

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Fosfori tarve				
		väga suur	suur	keskmine	väike	väga väike
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha				
Suviteravili						
Suvinisu	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	30	27	22	18	9
	5,0	–*	30	25	21	11
	6,0	–*	–*	28	24	14
	7,0	–*	–*	31	27	17
Oder	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	30	27	22	18	5
	5,0	34	30	25	21	8
	6,0	–*	33	28	24	11
	7,0	–*	–*	31	27	14
Kaer	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	30	27	18	9	-
	5,0	33	30	21	12	5
	6,0	–*	33	24	15	8
	7,0	–*	–*	27	18	11
Taliteravili						
Talirukis	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	30	27	19	10	-
	5,0	33	30	22	13	5
	6,0	–*	33	25	16	8
	7,0	–*	–*	29	20	11
	8,0	–*	–*	32	23	14
Talinisu, talitritikale	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	30	27	18	10	-
	5,0	33	30	22	13	5
	6,0	–*	33	25	16	8
	7,0	–*	–*	29	20	11
	8,0	–*	–*	32	23	14
Talioder	3,0	26	20	13	6	-
	4,0	29	23	15	8	-
	5,0	33	27	19	10	-
	6,0	-*	30	22	12	5
	7,0	-*	-*	26	15	8

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Fosfori tarve				
		väga suur	suur	keskmine	väike	väga väike
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha				
Õlikultuurid						
Suviraps	2,0	40	35	25	20	15
	3,0	50	40	30	25	20
	4,0	-*	45	35	30	25
Taliraps, -rüps	3,0	45	40	30	25	20
	4,0	-*	45	35	30	25
	5,0	-*	-*	40	35	30
Suvirüps	2,0	40	35	25	20	15
Kartul						
varane		85	75	60	45	25
keskvalmiv, hiline	30,0	85	75	60	45	25
	40,0	90	80	65	50	30
	50,0	-*	85	70	55	35
Söödajuurviljad						
Poolsuhkrupeet		70	52	35	18	9
Suhkrupeet		70	52	35	18	9
Muud kultuurid						
Hernes, segavili, segatis		32	28	24	18	9
Ida-kitsehernes		65	55	45	35	25
Mais	6,0**	45	40	30	25	20
Kiulina, õlilina		65	50	40	30	20
Heintaimed						
Punane ristik	6,0**	30	26	20	10	-
Lutsern	6,0**	39	34	26	13	3
Kõrrelised heintaimed	6,0**	27	23	18	9	2
Kõrrelisterohked rohumaad (lõ<50%)	6,0**	30	26	18	8	-

* nii toitainevaesel mullal ei ole sellise saagi saamine reaalne

** saak kuivaines

Tabel 20. Kultuuride väetamine kaaliumiga

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Kaaliumi tarve			
		väga suur	suur	keskmine	väike
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha			
Suviteravili					
Suvinisu	3,0	65	50	33	-
	4,0	80	70	50	33
	5,0	90	80	60	43
	6,0	–*	90	70	50
	7,0	–*	–*	80	60
Oder	3,0	65	50	30	-
	4,0	75	60	40	33
	5,0	85	70	50	43
	6,0	–*	80	60	50
	7,0	–*	–*	70	60
Kaer	3,0	65	50	33	-
	4,0	75	60	40	33
	5,0	85	70	50	43
	6,0	95	80	60	50
	7,0	–*	90	70	60
Taliteravili					
Talirukis	3,0	60	50	33	-
	4,0	80	70	50	33
	5,0	90	80	60	43
	6,0	100	90	70	50
	7,0	–*	100	80	60
	8,0	–*	–*	90	70
Talinisu, talitritikale	3,0	60	50	33	-
	4,0	80	70	50	33
	5,0	90	80	60	43
	6,0	100	90	70	50
	7,0	–*	100	80	60
	8,0	–*	–*	90	70
Õlikultuurid					
Suviraps	2,0	120	90	60	40
	3,0	–*	100	70	50
	4,0	–*	–*	80	60

Kultuur	Planeeritav saak, t/ha	Kaaliumi tarve			
		väga suur	suur	keskmine	väike
		vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha			
Taliraps	3,0	125	95	65	45
	4,0	–*	105	75	55
	5,0	–*	–*	85	65
Suvirüps	2,0	120	90	60	40
Kartul					
varane		185	150	125	55
keskvalmiv, hiline	30,0	185	150	125	55
	40,0	225	190	165	90
	50,0	–*	240	215	140
Söödajuurviljad					
Söödapeet		200	140	115	85
Söödakaalikas		200	165	115	65
Muud kultuurid					
Hernes, segavili, segatis		75	60	40	33
Ida-kitsehernes		180	160	130	100
Mais		200	170	140	100
Lina		130	100	70	40
Heintaimed					
Punane ristik	6,0**	100	85	65	35
Lutsern	6,0**	115	100	75	40
Kõrrelised heintaimed	6,0**	100	85	65	35
Kõrrelisterohked rohumaad (lõ<50%)	6,0**	100	85	65	35

* nii toitainevaesel mullal ei ole sellise saagi saamine reaalne
** saak kuivaines

ROHUMAADE VÄETAMINE

Mullaviljakuse hoidmiseks kehtib taimede toitumises kuldreegel: saagiga mullast eemaldatud toiteelemendid tuleb väetistega mulda tagasi anda.

Mulla reaktsiooni suhtes ei ole heintaimed väga tundlikud. Üldjuhul vajavad lupjamist mullad mille pH_{KCl} on alla 5,5. Mulla happesuse suhtes on tundlikumad liblikõielised (eriti lutsern).

Kõige olulisem on kindlustada kõrrelised heintaimed omastatava lämmastikuga. Lämmastikku saavad taimed mullavarudest ja väetistest.

Rohumaakoosluste roll taimetoitainete mullast väljauhtumise vältimiseks on suur, rohumaamullast väljauhutavad NPK kogused on oluliselt väiksemad kui teraviljade kasvatamisel.

Rohukamarad, kus on rohkesti liblikõielisi (karjamaal üle 30%, niidul üle 60%) ei vaja lämmastikväetist. Lämmastikuvajadus kaetakse sümbiootiliselt seotud lämmastikuga (85-200 kg/ha aastas) ja mullavarudest (30-60 kg/ha). Muldade looduslik viljakus võimaldab rohumaadelt saada 1,5-2,5 t/ha kuivainet aastas.

Kõrrelisterohkete rohumaade optimaalne lämmastikunorm on 150-210 kg/ha, mis jaotatakse 2-3 annuseks. Väetisega antud lämmastiku kasutuskoefitsient saagis kõikus katseandmetel 60-75% piires. Mitmeniitelisel rohumaal on hektarile antud väetiste 1 kg lämmastiku kohta saadud kuivaine enamsaaki keskmiselt 24 kg.

Rohi kasvab väetatud rohumaal kiiremini ja sellest tulenevalt on vaheaeg kasutuskordade vahel karjamaadel väiksem ning niidete arv niitudel suurem. Varem niidetud so noorema rohu toiteväärtus on tunduvalt suurem ja selle kaudu avaldub lämmastikväetise mõju rohu toiteväärtusele kõige enam. Mõõdukal väetamisel suurendab lämmastikväetis peamiselt rohu juurdekasvu, tugeval väetamisel (korraga N100) muutub ka saagi keemiline koostis. Eelkõige suureneb kuivaine proteiini- ja kaaliumisisaldus. Majanduslikult märgatav lämmastikväetise miinimumannus kõrrelisterohkel rohumaal on 50 kg/ha.

Mineraalelementide sisaldus on rohusöötades muutuv ja sõltub oluliselt koristusajast. Taimede vananedes see väheneb. Optimaalsed lämmastikväetise kogused mõjutavad soodsalt saagi mineraalset koostist. Fosforväetised suurendavad taimede fosforisisaldust, kuigi lineaarset seost mulla liikuva P ja taimede fosforisisalduse vahel enamasti ei esine. Liblikõielised on fosforirikkamad kui kõrrelised ja sellest tulenevalt võib P sisalduse tõus olla tingitud taimiku botaanilise koosseisu samaaegsest muutusest.

Toiteelementide eemaldamine saagiga (tabel 21) on K osas väga suur ja nende koguste tagastamine väetistega ei ole kasvuaastal otstarbekas. Mullaproove võetakse kord 5 aasta kohta ja eeldatakse, et külvikorras sisaldus tasakaalustub. Kaaliumiga väetamisel suureneb saagi kaaliumisisaldus ja võib suuremate annuste korral muutuda tarbetult kõrgeks (üle 4%). Kaaliumi liig takistab teiste vajalike katioonide (kaltsiumi, magneesiumi) omastamist mullast. Kaaluda võiks suuremate normidega kaaliumiga väetamisel kasutada jaotatud annuseid.

Tabel 21. Toiteelementide kogused rohumaa saagis, 6 t/ha kuivainet

Liik	Eemaldamine aastas kg/ha		
	N	P	K
Timut	136	22	158
Harilik aruhein	163	17	163
Raihein	174	20	189

Tabel 22. Rohumaade väetamine

Rohumaa tüüp niide või karjatamisring	Taimetoiteelement ja tarve						
	N	P			K		
		väga suur, suur	keskmine	väike, väga väike	väga suur, suur	keskmine	väike
	vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha						
Karjamaad varased kõrrelisterohked							
sügisel või kevadel		25	17	8	100	66	53
kevadel	70						
II karjatamise järel	60						
IV karjatamise järel	60						
keskmised ja hilised kõrrelisterohked							
sügisel või kevadel		25	17	8	100	66	53
kevadel	60						
II karjatamise järel	60						
IV karjatamise järel	60						

Rohumaa tüüp niide või karjatamisring	Taimetoiteelement ja tarve						
	N	P			K		
		väga suur, suur	keskmine	väike, väga väike	väga suur, suur	keskmine	väike
	vaja anda taimetoiteelementi, kg/ha						
liblikõieliste rohked							
sügisel või kevadel		26	17	13	75	50	30
suvel	60						
Niidud ristikurohked							
sügisel või kevadel		30	20	10	87	67	34
lutsernirohked							
sügisel või kevadel		35	26	14	100	76	38
kõrrelisterohked							
sügisel või kevadel		26	18	8	84	65	32
kevadel	100						
I niite järel	80						
II niite järel	60						
kultuurniit turvasmullal							
sügisel või kevadel		35	20	14	114	87	44
kevadel	80						
I niite järel	60						

Käesolevas tabelis toodud väetisnormid on 20 t karjamaarohu, 20 t haljassööda või 4 t heina saamiseks. Suurema saagi planeerimisel anda iga lisatonni kuivaine kohta täiendavalt hektarile N - 20 kg, P - 2 kg ja K - 15 kg.

TAIMETOITEELEMENTIDE NORMIDE TÄPSUSTAMINE

Tabelid sisaldavad teavet, kuidas väetisnormide täpsustamisel arvesse võtta erinevaid agrotehnilisi võtteid.

Lämmastikunormi muutmisel jäävad P- ja K- väetiste normid endisteks, välja arvatud hajuskülvil kompleksväetistega. Liblikõieliste kasvatamise järelmõju ulatub ka teise aastasse, mil lämmastikunormi tuleb vähendada vastavalt sellele, kui palju biomassi sisse künti. Kui sama põllu kohta käib mitu täpsustust, siis nende liitmisel tuleb arvestada, et normi vähendamine on miinusmärgiga.

Tabel 23. Lämmastikunormi täpsustamine

	Lämmastikunormi	
	vähendada kg/ha	suurendada kg/ha
Eelkultuur		
liblikõieliste juured ja ädal		
1. järelmõju aastal	40–50	
2. järelmõju aastal	15-20	
liblikõieliste juured ja maapealse biomassi sissekünd		
1. järelmõju aastal	50–80	
2. järelmõju aastal	20-30	
liblikõieliste katteviljaga külv	20–30	
hernes	10–15	
suviteravilja põhk maasse küntud		20...30
suviteravili enne taliteravilja		sügisel kuni 30
Teised tegurid		
väetiste hajuskülv		15...20

Tabel 24. Sõnniku järelmõju arvestamine

Sõnniku liik	Sõnniku annus, t/ha	Lämmastikunormi vähendada kg/ha	
		1. järelmõju aastal	2. järelmõju aastal
tahe sõnnik			
	10	5	-
	20	10	5
	30	15	8
	40	20	10
poolvedel sõnnik			
	10	-	-
	20	5	-
	30	8	-
	40	10	-

Fosfori- ja kaaliuminormi tuleb korrigeerida juhul kui põhk põllult eemaldatakse ehk siis tagastada põhuga eemaldatud toiteelemendid. Järgnevas tabelis on toodud põhuga eemaldatud fosfori ja kaaliumi kogused. Kui põhu saaki ei määrata, on selle ligikaudne arvestamine võimalik samas toodud terade ja põhu suhte abil. Sordid on erineva kõrrepikkusega. Sangaste rukki puhul tuleks valida avaram suhe st ühele osale teradele vastab 1,8 osa põhku.

Kultuur	P, kg/t	K, kg/t	Terade ja põhu suhe
Nisu	0,6	11	1:1
Rukis	0,7	9	1:1,2...1,8
Oder	0,9	11	1:0,6...0,7
Kaer	0,9	15	1:0,9
Raps	1,1	21	1:2,9

Näide: *Kaera saak oli 4 t/ha, põhk eemaldati põllult. Kui suur kogus toiteelemente (P, K) põllult põhuga eemaldati?*

Põhu saak=4×0,9=3,6 t

Fosforit eemaldati 0,9×3,6=3,2 kg

Kaaliumi eemaldati 15×3,6=54 kg

Seega põhu eemaldamisel tuleb järgneva väetamisega kompenseerida ligikaudu 3 kg fosforit ja 54 kg kaaliumi.

SÕNNIK

Sõnnik ei ole üksnes taimetoitainete allikas, vaid ka mulla huumuseseisundi ja mulla füüsikaliste omaduste parandajad ning mulla mikroorganismide arengu soodustajad. Seepärast tuleks hoolitseda, et kõikidele põldudele antaks seda regulaarselt – vähemalt üks kord külvikorra jooksul.

Orgaanilisi väetisi, sealhulgas sõnnikut vajavad eelkõige kartul, taliteravili, söödajuurviljad ja rohumaad rajamisel. Sõnnik tuleb mulda viia viivitamatult pärast laotamist, et vähendada taimetoiteelementide kadusid. Vedelsõnnikut on soovitav mulda viia koos põhuga. Tugevalt happelistel muldadel vähendab sõnnik mulla liigse happesuse negatiivset mõju. Lina ei talu orgaanilist väetist.

Vastavalt kehtivale Veeseadusele tohib sõnnikuga anda 170 kg lämmastikku või 25 kg fosforit hektarile. Maksimaalse sõnnikunormi leidmiseks tuleb vastava toiteelemendi piirnorm jagada tabelist 25 saadud vastava sõnnikutüübi toiteelemendi sisaldusega.

Näide: *Kui suur on piimalehma poolvedela sõnniku laotusnorm? Selleks jagame sõnnikuga lubatud lämmastikunormi 170 kg/ha tabelist leitud lämmastikusisaldusega – 4,89.*

170:4,89=35 t

Kontrollime, milline on laotusnorm fosfori piirangu puhul.

25:1,26=20 t

Seega piiravaks toiteelemendiks on fosfor ja maksimaalseks laotusnormiks 20 t/ha, millega antakse 20×4,89=98 kg lämmastikku ja 20×4,22=84 kg kaaliumi.

Tabel 25. Sõnniku toiteelementide sisaldus pärast säilitamist sõnnikutüüpide lõikes loomade aastaringse laudaspidamise korral

Looma liik, vanuse- või toodangurühm	Sõnniku tüüp	Taimetoiteelemendi sisaldus, kg/t		
		N	P	K
Piimalehmad	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	4,74	1,22	4,09
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	4,89	1,26	4,22
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	4,36	1,37	4,09
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	5,43	1,47	5,74
Nuumsead	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	5,50	1,27	2,75
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	5,17	1,31	2,52
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	4,92	1,21	2,40
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	5,94	1,30	4,38
Põhikarja emis (koos põrsastega)	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	5,55	1,48	2,77
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	4,95	1,30	2,58
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	5,41	1,35	2,83
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	5,21	1,31	4,02
Munakanad (100 lindu)	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	13,00	3,66	5,98
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	11,27	3,32	5,97
Broilerid (1000 lindu)	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	9,31	3,79	6,08
Lammas koos kuni üheaastase tallega, muu lammas	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	6,71	1,20	12,26
Hobune koos kuni 6 kuu vanuse varsaga, muu hobune	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	6,56	1,59	8,69

Rohkem andmeid erinevate loomaliikide, vanuse- või toodangurühmade sõnnikute toiteelementide sisalduse kohta leiate põllumajandusministri 14.07.2014 määrusest nr 71 „Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise metoodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid".

Sõnnikuga antavate taimetoiteelementide ja orgaanilise aine kogused on suhteliselt suured. Kuid mitte kõiki sõnnikus sisalduvaid taimetoitaineid taimed ei omasta. Värskes sõnnikus sisalduvates väljaheidetes on suurem osa taimetoitainetest taimedele kergesti omastatavad. Kuid värske sõnniku teises komponendis, s.o. allapanus olevad taimetoitained on algul praktiliselt omastamatud. Nad muutuvad paremini omastatavateks alles sõnniku lagunemisel. Seetõttu saavad taimed sõnnikuga mulda viidud toitainetest esimesel aastal ära kasutada ainult osa. Samas määruses on ära toodud ka omastatavate toiteelementide osakaal ja sisaldus erinevates sõnnikuliikides (tabel 26). Reeglina moodustab omastatavate toiteelementide osa vedel ja poolvedelas sõnnikus 50% lämmastiku ja 60% fosfori üldsisaldusest, tahedas ja sügavallapanuga sõnnikus vastavalt 40 ja 70%.

Tabel 26. Eri tüüpi sõnnikus sisalduv taimedele omastatav lämmastik, fosfor ja kaalium loomade aastaringse laudaspidamise korral

Looma liik, vanuse- või toodangurühm	Sõnniku tüüp	Taimedele omastatavate toiteelementide sisaldus, kg/t		
		N	P	K
Piimalehmad	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	2,37	0,73	3,68
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	2,44	0,76	3,80
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	1,75	0,96	3,68
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	2,17	1,03	5,17
Nuumsead	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	2,75	0,76	2,48
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	2,59	0,79	2,27
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	2,46	0,75	2,16
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	2,38	0,91	3,94
Põhikarja emis (koos põrsastega)	Vedelsõnnik, k.a. ≤ 7,9 %	2,77	0,89	2,49
	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	2,47	0,78	2,32
	Tahesõnnik, k.a. 20,0-24,9 %	2,16	0,94	2,55
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	2,09	0,92	3,62
Munakanad (100 lindu)	Poolvedelsõnnik, k.a. 8,0-19,9 %	6,53	2,19	5,38
	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	5,63	2,32	5,37
Broilerid (1000 lindu)	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	4,66	2,65	5,47
Lammas koos kuni üheaastase tallega, muu lammas	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	2,68	0,84	11,04
Hobune koos kuni 6 kuu vanuse varsaga, muu hobune	Sügavallapanusõnnik, k.a.≥ 25%	2,62	1,11	4,85

Väetamisplaani koostamisel tulebki sõnniku kasutamisel arvestada just omastatavate toiteelementidega. Kui eelmises näites arvutasime maksimaalselt lubatava sõnnikukoguse, siis tabelist 26 andmeid kasutades leiame selles sõnnikukoguses sisalduvad omastatavad toiteelemendid.

VÄETISKOGUSTE LEIDMINE TAIMETOITEELEMENDI JÄRGI

Kultuuride väetamise tabelist leitakse planeeritavale saagile ning mulla väetistarbele vastavad toiteelementide kogused. Selle järgi arvutatakse vajalik väetiskoguse. Kõigepealt selgitatakse väetise toiteelemendi sisaldus ja kas see on väljendatud elemendi või oksiidina. Juhul kui sisaldus on väljendatud oksiidina, arvutatakse P- ja K- sisaldus elemendina järgmisi koefitsiente kasutades:

$P = P_2O_5 \times 0{,}44$

$K = K_2O \times 0{,}83$

Kompleksväetiste puhul leitakse sobiv väetiskogus tavaliselt vajaliku lämmastikukoguse järgi ja seejärel arvutatakse, kui palju antakse koos sellega fosforit ning kaaliumi. Vältida tuleks fosfori ja kaaliumi suurt puudujääki ning liiga, milleks annab võimaluse erineva toiteelementide sisaldusega kompleksväetiste valimine. Juhul kui sobiva toiteelementide vahekorraga väetist pole, on alati võimalik toiteelementide puudujääki korvata lihtväetistega, mis teeb küll väetamise kulukamaks, kuid võimaldab täpselt katta taimede toitainete vajadused. Toiteelementide väikese liia puhul arvestatakse "ülejääki" kui varuväetisi järgmiseks aastaks.

Näide: *Suvinisu planeeritav saak on 4 t/ha ja seda kasvatatakse keskmise fosfori- ja kaaliumitarbega mullal, mille orgaanilise süsiniku sisaldus on 1,7%.*

Kultuuride väetamise tabelist leiame, et suvinisule peaks sel juhul andma 105 kg lämmastikku, 22 kg fosforit ja 50 kg kaaliumi. Kasutada on kompleksväetis toiteelementide sisaldusega NPK 20-4-10 (%). Vajalik väetisekogus lämmastiku järgi leitakse nii, kui toiteelemendi kogus jagatakse väetise lämmastikusisalduse protsendiga ja korrutatakse 100-ga, seega

kompleksväetise vajadus N järgi on 105 : 20 × 100 = 525 kg

Nüüd arvutame, kui palju fosforit ja kaaliumi me selle väetise kogusega põllule viime. Selleks korrutame saadud väetiskoguse vastava toiteelemendi sisaldusega väetises (protsentides) ja jagame 100-ga, seega

525 kg väetisega viime põllule 525 × 4 : 100 = 21 kg fosforit ja

525 × 10 : 100 = 52,5 kg kaaliumi.

Seega 525 kg kompleksväetisega anname suvinisule täpse koguse lämmastikku ja fosforit, kaaliumi aga 2,5 kg enam, mille võib varuväetisena arvestada järgmise aasta väetamisplaani koostamisel.

Müügil on palju väetisi erinevate hindade ja taimetoiteelementide sisaldusega. Väetise ostmisel on loomulikult esmatähtis väetise sobivus kasutuseesmärgiga. Kui aga samalaadseid väetisi on müügil rohkem, tuleb lähtuda väetises sisalduva taimetoiteelemendi kilo hinnast. Taimetoiteelemendi kilo hind arvutatakse jagades väetise kilo hinna väetise toiteelemendi sisalduse protsendiga ja korrutades sajaga. Kompleksväetiste puhul tuleb liita toiteelementide sisaldused.

Näide: *müügil on kompleksväetis 1 NPK sisaldusega 22-5-12 hinnaga 300 €/t ja kompleksväetis 2 NPK sisaldusega 20-4-8 hinnaga 270 €/t.*

Kompleksväetis 1 sisaldab 22+5+12=39% toiteelemente, seega 1 kg hind on 0,3:39×100=0,77 eurot

Kompleksväetis 2 sisaldab 20+4+8=32% toiteelemente, seega 1 kg hind on 0,27:32×100=0,84 eurot

Järelikult on kasulikum sellise hinnasuhte korral osta kompleksväetist 1.

Mõnede liht- ja kompleksväetiste kogused vastavalt taimetoiteelemendi annusele on toodud tabelis 27.

VÄETAMISPLAANI KOOSTAMISE JUHEND

Põllu nr	Taimetoiteelementide norm, kg/ha			Täpsustatud taimetoiteelementide normid kg/ha			Sõnnik, t/ha	Sõnnikuga antavad taimetoiteelemendid kg/ha			Mineraalväetistega katta taimetoiteelemente kg/ha		
	N	P	K	N	P	K		N	P	K	N	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	90	27	60	-	-	-	-	-	-	-	90	27	60
2	128	20	75	143	15	60	-	-	-	-	143	15	60
3	105	22	60	130	22	60	15	26	14	55	104	8	5

1. Veergudesse **2**, **3** ja **4** saab andmed vastavalt kultuurile, planeeritavale saagile ja mulla PK-tarbele tabelitest **18, 19, 20**.

3. Veergu **8** kantakse planeeritud sõnnikukogus Põllule nr 3 on planeeritud anda sügisel piimalehmade tahesõnnikut 15 t/ha.

2. Veergude **5**, **6** ja **7** täitmiseks tuleb võtta andmed veergudest **2**, **3** ja **4** ning täpsustada neid tabelis 23 ja 24 toodud soovituste põhjal.

Põllul 1 N-normi täpsustusi pole, 2. põllu N-normi täpsustamisel on arvestatud, et eelvili on saanud 20 t/ha allapanuga sõnnikut (vähendame N-normi 10 kg/ha) ja et eelvilja põhk on maasse küntud, siis suurendame N-normi 25 kg/ha.

Seega 128 - 10 + 25 = 143 kg/ha.
Fosfori annust tuleb vähendada 5 kg võrra (varuks antud), seega
20 - 5 = 15 kg P/ha
ja kaaliumi 15 kg võrra samal põhjusel, seega
75 - 15 = 60 kg K/ha.
3. põllu N-normi tuleb suurendada põhu sissekünni tõttu 25 kg hektarilt. Seega 105 + 25 = 130 kg/ha

4. Veergudesse **9**, **10** ja **11** saad andmed vastavalt orgaanilise väetise kogusele ja liigile omastatavate toiteelementide kohta tabelist 26.

Näiteks põllule 3. põllule on planeeritud 15 t/ha tahedat piimalehmade sõnnikut. Sellise kogusega antakse hektarile 15×1,75=26 kg N, 15×0,96=14 kg P ja 15×3,68=55 kg K.

5. Veergude **12**, **13** ja **14** andmed saadakse, kui lahutada veergude **5**, **6** ja **7** arvudest veergude **9**, **10** ja **11** vastavad arvud.

Näiteks: 3. põllul on vaja mineraalväetistega katta NPK osas vastavalt 130-26=104 N, 22-14=8 P ja 60-55=5 K kg/ha.

NB! Antud tabel on näide väetamisplaanist ja selle täitmisest käesoleva vihiku põhjal. Näites:

1. põld – 10 ha otra planeeritava saagiga 4000 kg/ha, mulla C_{org} sisaldus 0,9%, P-tarve suur, K-tarve suur.
2. põld - 18 ha suvinisu planeeritava saagiga 4500 kg/ha taliteravilja (saanud 20 t/ha piimalehmade tahesõnnikut) järel, mulla C_{org} sisaldus 1,7%, P-tarve väike, K-tarve suur, pH 5,7, taliteravilja põhk maasse küntud, varuks antud 5 kg P ja 15 kg K;
3. põld - 8 ha talinisu planeeritava saagiga 5000 kg/ha, suviteravilja põhk maasse küntud, piimalehma itud anda 15 t/ha, C_{org} sisaldus 2,1; P-tarve keskmine, K-tarve keskmine;

Väetise liik, annus						Taimetoiteelemente järgmiseks aastaks kg/ha		Kulud, euro	
Väetis	kg/ha	N	P	K	kg/põllule	P	K	euro/ha	kokku
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Teravilja kompleksväetis 16:5:10	563	90	28	56	5630				
Teravilja kompleksväetis 23:4:10	621	143	25	62	11178	10			
Lämmastikväetis ASN	405	104			3240				
superfosfaat	90		8		720				

6. Veeru **15** ridadele kantakse põllule planeeritud väetiste liigid. Veergu **16** saadakse väetiste hektarikogused, lähtudes mineraalväetiste vajadusest (veerud **12**, **13** ja **14**) ning kasutades tabelit **27**. Kui selles tabelis ei ole planeeritavat väetist, tuleb vajalik kogus arvutada (vt. näidet leheküljel **Väetiskoguste leidmine taimetoiteelemendi järgi**). Kompleksväetiste kasutamisel leitakse väetisnorm N-normi alusel.

Näiteks 1. põllule planeerime 90 kg lämmastikku kasutades teravilja kompleksväetist 16:5:10. Sellise N-koguse andmiseks on seda väetist vaja põllule anda
90:16×100=563 kg.
Selles väetisekoguses sisaldub
563×5:100=28 kg fosforit ja
563×10:100=56 kg kaaliumi
Näiteks 2. põllule planeerime 143 kg lämmastikku kasutades teravilja kompleksväetist 23:4:10. Sellise N-koguse andmiseks on seda väetist vaja põllule anda
143:23×100=621 kg.
Selles väetisekoguses sisaldub
621×4:100=25 kg fosforit ja
621×10:100=62 kg kaaliumi
3. põllul on otstarbekas kasutada lihtväetisi. Tabelist 27 selgub, et 104 kg N andmiseks peame külvama ASN 405kg/ha ja 8 kg/ha P andmiseks vastavalt 90 kg/ha superfosfaati.

7. Veergudesse **17**, **18** ja **19** kantakse konkreetse väetisega antav toiteelemendi annus. Juhul kui mingil põhjusel tekib P või K liig (näiteks kompleksväetise kasutamisel), märgitakse see vastavalt veergu **21**, **22**. Liiga, mis on väiksem kui 5 kg/ha, ei arvestata. Järgmise aasta väetamisplaani koostamisel tuleb need kogused võtta arvesse lahtrite 6 ja 7 täitmisel (“Täpsustatud ...”).
Näiteks 2. põllul kantakse järgmiseks aastaks üle 10 kg/ha.

8. Veerud **23** ja **24** täitmiseks korrutatakse konkreetse väetise kilo hind vastavalt väetise hektarinormi ja kogu põllule ettenähtud kogusega

Tabel 27. Väetiskoguste leidmine taimetoiteelemendi annuse järgi

Väetis	Toite-element ja sisaldus, %	Taimetoiteelement kg/ha														
		10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120
		Väetise füüsiline kogus kg/ha														
Ammoonium-salpeeter	N - 34	30	45	60	75	90	105	120	145	175	205	235	265	295	325	355
Superfosfaat	P - 9	110	165	220	280	335	390	445	555	665	780	890	1000	1110	1220	1335
Teravilja kompleksväetis	N - 18	55	85	110	140	165	195	220	275	330	390	445	500	555	610	665
	P - 4	250	375	500	625	750	875	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
	K - 7	145	215	285	360	430	500	575	715	860	1000	1145	1285	1430	1575	1715
Teravilja kompleksväetis	N - 22	40	60	80	100	115	135	155	193	235	270	310	350	385	425	465
	P -3	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
	K - 10	335	500	670	835	1000	1170	1335	1670	2000	2335	2670	3000	3335	3670	4000
Talivilja väetis	N -5	200	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
	P -4	250	375	500	625	750	875	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
	K -21	50	70	95	120	145	165	190	240	285	335	380	430	475	525	570
ASN	N - 26	40	60	75	95	115	135	155	190	230	270	310	345	385	425	460
	S - 13	75	115	155	190	230	270	310	385	460	540	615	690	770	845	925
Kompleksväetis NPK	N - 12	85	125	165	210	250	290	335	415	500	585	665	750	8353	915	1000
	P - 6	165	250	335	415	500	585	665	835	1000	1165	1335	1500	1665	1835	2000
	K - 17	60	90	120	145	175	205	235	295	355	410	470	530	590	645	705
Kloorivaba kartuliväetis	N - 8	125	185	250	310	375	435	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500
	P - 5	200	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
	K - 19	55	80	105	130	160	185	210	265	315	370	420	475	525	580	630

LISA 1. Põllumuldade, lõimise ja korese tähistused mullakaardil

Enamlevinud põllumuldade loetelu koos mullašifriga

Kh′	väga õhuke paepealne muld
Kh″	õhuke paepealne muld
Kr	koreserikas rähkmuld
K	rähkmuld
Kk	klibumuld
Kor	koreserikas leostunud muld
Ko	leostunud muld
Kl	leetjas muld
LP	kahkjas e näivleetunud muld
LkI-III	nõrgalt kuni tugevalt leetunud muld
Kh´g	gleistunud väga õhuke paepealne muld
Kh´´g	gleistunud õhuke paepealne muld
Krg	gleistunud koreserikas rähkmuld
Kg	gleistunud rähkmuld
Kkg	gleistunud klibumuld
Korg	gleistunud koreserikas leostunud muld
Kog	gleistunud leostunud muld
Klg	gleistunud leetjas muld
LPg	kahkjas e näivleetunud gleimuld
LkI-IIIg	gleistunud nõrgalt kuni tugevasti leetunud muld
Ag	gleistunud lammimuld
Dg	gleistunud deluviaalmuld
Gor	koreserikas leostunud gleimuld
Go	leostunud gleimuld
Gl	leetjas gleimuld
LPG	kahkjas leetunud gleimuld
LkG	leetunud gleimuld
Gh1	paepealne turvastunud muld
Go1	küllastunud turvastunud muld
Gl1	küllastumata turvastunud muld
AM´	väga õhuke lammi-madalsoomuld
AM´´	õhuke lammi-madalsoomuld
AM´´´	sügav lammi-madalsoomuld
M´, M´´, M´´´	väga õhuke, õhuke ja sügav madalsoomuld
S´, S´´, S´´´	väga õhuke, õhuke ja sügav siirdesoomuld
R´, R´´, R´´´	väga õhuke, õhuke ja sügav rabamuld
E2k	keskmiselt erodeeritud rähkmuld

E2o keskmiselt erodeeritud leostunud ja leetjas muld

E2l keskmiselt erodeeritud kahkjas ja leetunud muld

E3k tugevasti erodeeritud rähkmuld

E3o tugevasti erodeeritud leostunud ja leetjas muld

E3l tugevasti erodeeritud kahkjas ja leetunud muld

D deluviaalmuld

DG deluviaal-gleimuld

AG lammi-gleimuld

AG1 lammi-turvastunud muld

Mulla lõimis

Väetamise planeerimisel tuleb eeskätt arvestada mulla lõimise ja selle varieerumisega põllul. Kuna mulla lõimis on mullakaardil esitatud lühenditena, siis seletused esitame siinkohal:

l liiv

pl peenliiv

plsl peenliivakas saviliiv

sl saviliiv

tsl tolmjas saviliiv

dk liivakivi rähk

ls$_1$ kergeliivsavi

ls$_2$ keskmine liivsavi

ls$_3$ raske liivsavi

tls tolmjas liivsavi

s savi

Lisaks näidatakse andmestikus ka lõimise valem (lõimis 1), lihtsustatud lõimise valem (lihtlõimis), huumushorisondi tüsedus ja kivisus. Lõimise valemites on erinevad kihid eraldatud kaldkriipsuga (/) ning alakriipsuga (_) eraldatakse koreselisuse astmed ja liivsavide alajaotused. Näiteks: *v°_1ls_130-50* tähendab nõrgalt raudkiviveeriselist kerge liivsavilõimisega kihti tüsedusega 30-50 cm. *Kivisuse* astmed on tähistatud rooma numbritega valdavalt mullakaardi rastrile, harvem ka andmestikus. Mida madalam on aste, seda väiksem on kivide maht.

Mulla korese tähistused mullakaardil, nende iseloom ja läbimõõdud:

ø 0.1 – 1cm	ø 1 – 10 cm	ø 10-20 cm	ø üle 20	massiivne kivim
kr - kruus	r - rähk	k – paekivid	pk - paeplaadid	p – paas
	v - paeveeris	k° -raudkivid		d -liivakivi
	v°- raudkiviveeris			lu - lubisetted
	kb - klibu			
	ck - kiltkivirähk			

“+”,r,v, kb,k, pk, p, lu –karbonaatne (kihisev materjal)

s+70-savi, kihiseb 70 cm sügavuselt

Korese astmed märgitakse vastava lühendi järele alaindeksiga ja mida väiksem arv indeksina on, seda väiksem on korese sisaldus mullas. Näide r$_3$sl-tugevasti rähkne saviliiv, koresesisaldus 20-30% mulla mahust.

LISA 2. Väetamisplaan

Põllu nr	Taimetoiteelementide norm, kg/ha			Täpsustatud taimetoiteelementide normid kg/ha			Sõn-nik, t/ha	Sõnnikuga antavad taimetoiteelemendid kg/ha			Mineraalväetistega katta taimetoiteelemente kg/ha		
	N	P	K	N	P	K		N	P	K	N	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Väetise liik, annus						Taimetoiteelemente järgmiseks aastaks kg/ha		Kulud, euro	
Väetis	kg/ha	N	P	K	kg/ põllule	P	K	euro/ha	kokku
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24