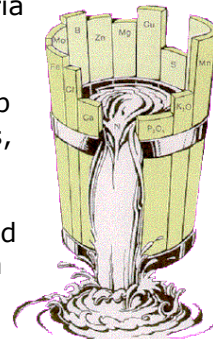


TAIMEDE TOITUMISE TEORIAD

1840. aastal pani Saksa keemik **Justus von Liebig** aluse mineraalse toitumise teooriale, millele järgnes mineraalväetiste kasutamine põllumajanduses.

Peale taimede mineraalse toitumise teooria andis J. von Liebig agrokeemiateadusele veel kaks olulist teooriat, millised veel praegugi peetakse taimede toitumise teooria nurgakivideks. Need on:

- 1. miinimumseadus** („tünnilauateooria“) – ütleb, et saagi taseme määrab miinimumis olev toiteelement või mõni ebasoodne kasvutegur (nt niiskus, temperatuur, umbrohtumus, taimekahjurite ja -haiguste olemasolu jne).
- 2. toitainete täieliku tagastamise teooria** – mille põhjal tuleb toitaineid väetistega mulda tagasi anda nii palju, kui palju me neid saagiga eemaldame.



Kirjelda, kuidas võib ebasoodne kasvutegur mõjutada taimede kasvu ja arengut?



TAIMEDE TOITUMISE ALUSED

Taimetoiteelemendid ja nende jaotus

Taimetoiteelement on keemiline element, mis on vajalik taime kasvamiseks ja arenemiseks ning mida ei ole võimalik asendada mõne teise keemilise elemendiga, kuna igaühel on oma kindel ülesanne taimes.

Väetamise seisukohalt pakuvad huvi eeskätt need elemendid, milledest sageli tuleb puudu, et tagada taimede normaalset kasvu ning arengut ja mida tuleb väetistega mulda juurde anda. Taimes on olulisemad 16 keemilist elementi.

Taimetoiteelementide jaotusprintsiihid:

- Toiteelementide **kvantitatiivsest vajadusest** lähtudes jaotatakse neid järgmiselt:
 - makroelemendid**- C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S;
 - poolmikroelemendid**- Fe, Mn, (Si, Al);
 - mikroelemendid** – B, Cu, Mo, Zn, Co (Na, Cl);
 - ultraelemendid** – Sr, Cd, Cs, Rb.

Väetamise seisukohalt on N, P, K esmajärgulised ja Ca, Mg ja S teisejärgulised makroelemendid.

- Taimedes **ümberpaiknemise võime alusel** jaotatakse toiteelemente järgmiselt:
 - kergesti ümberpaiknevad** – N, P, K, Mg, millised suure puudused korral liiguvad vanematest kudedest noorematesse;
 - raskesti ümberpaiknevad** – Ca, Fe, S, mis puuduse korral taimes oma kohta ei muuda.

Taimetoiteelementide jaotusprintsiipe rakendatakse eelkõige väetustarbe määramisel.

Mille poolest erinevad makroelemendid poolmikro-, mikro- ja ultraelementidest?



Nimeta, milliseid toiteelemente võiksid taimed omastada toitainetena loodusest ja milliseid tuleb kindlasti väetistega anda?



Taimetoitained ja nende omastamise viisid

Taim omastab toiteelemente kindlate ühenditena, mida nimetatakse taimetoitaineteks. **Taimetoitaine** on ühend, millena toiteelemendid sisenevad taime. Taimetoitained on peamiselt ioonidena. Positiivselt laetud ioone nimetatakse kationideks, negatiivselt aga anioonideks.

Toiteelement	Toitaine
Ehituslikud elemendid	
Süsinik, C	CO ₂
Vesinik, H	H ₂ O
Hapnik, O	O ₂
Esmajärgulised makroelemendid	
Lämmastik, N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺
Fosfor, P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻² , PO ₄ ⁻³
Kaalium, K	K ⁺
Teisejärgulised makroelemendid	
Kaltsium, Ca	Ca ⁺²
Magneesium, Mg	Mg ⁺²
Väävel, S	SO ₄ ⁻²
Mikroelemendid	
Boor, B	H ₂ BO ₃ ⁻
Kloor, Cl	Cl ⁻
Vask, Cu	Cu ⁺²
Raud, Fe	Fe ⁺² Fe ⁺³
Mangaan, Mn	Mn ⁺²
Molübdeen, Mo	MoO ₄ ⁻²
Tsink, Zn	Zn ⁺²

Mille poolest erinevad taimetoiteelemendid taimetoitainetest?



Millised väetistega antavad taimetoiteelemendid on taimede eluks kõige vajalikumad? Põhjenda.



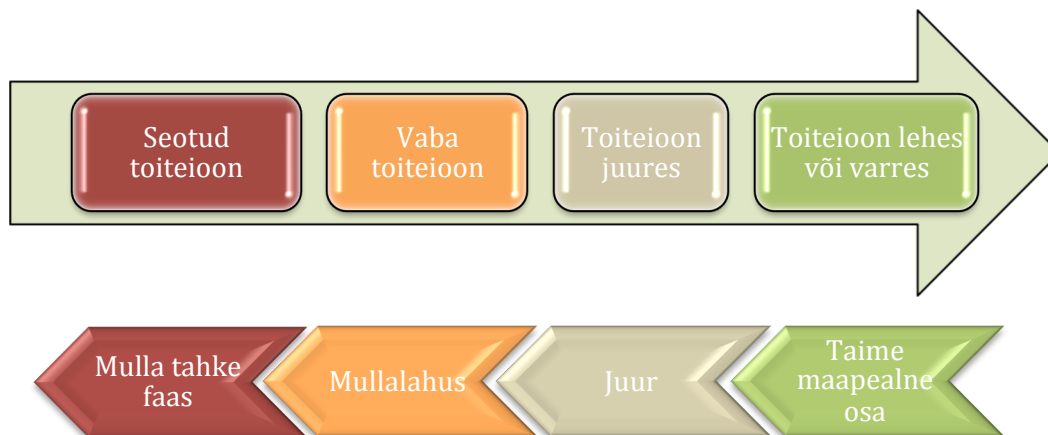
Toitainete omastamine taimede poolt

Taimetoitainete omastamine ehk sisenemine taime toimub lahustunud olekus. Lahuseid, millest taime toitaineteid omastab, nimetatakse toitelahusteks. Looduses on kõige tähtsamaks toitelahuseks mullalahus. Tuntakse kaheksa viisi:

- a) juurtoitumine (juure kaudu toitumine);
- b) juureväline toitumine.

Juurtoitumine (juure kaudu toitumine)

Juurtoitumine on taimede **peamine toitumisviis**, mille korral taimetoitained sisenevad taime mullalahusest **juurte kaudu** ning sealt suunatakse nad edasi taimede maapealsetesse osadesse (Joonis 1).



Joonis 1. Juurtoitumine.

Juureväline toitumine

Juurevälisel toitumisel sisenevad taimetoitained taimesse **maapealsete osade kaudu**. Taimed omastavad juureväliselt peamiselt CO_2 , O_2 .

Juureväline väetamine võib kasulik olla juhtudel, kus mullas esineb eeskätt lämmastiku või mikroelementide puudus ja ka ilmastikutingimuste korral, kus väetiste omastamine juurte kaudu on pärsitud. Juureväliselt antud väetised vähendavad ekstreemsetest ilmastikutingimustest ja muudest ebasobivatest mõjutustest põhjustatud taimede stressi ja soodustavad põhiväetistega antud makroelementide omastamist taimede poolt. Juureväline toitumine aga **ei rahulda taimede vajadusi täielikult**, kuid aitab üle saada kriitilistest olukordadest (nt pikk põuaperiood, mulla hapestumine jne). Peamiselt kasutatakse lämmastikväetiseid, mikroväetiseid ja spetsiaalseid juureväliseks väetamiseks mõeldud kompleksväetiseid. Kasutamise efektiivsus oleneb lahuse kontsentratsioonist, sademete olemasolust, niiskusest, välistemperatuurist, taime vanusest ning taime füsioloogilisest seisundist.

Mille poolest erineb juureväline väetamine juure kaudu väetamisest?



Millal on otstarbekas kasutada juure kaudu väetamist ja millal juurevälist väetamist?



Tähtsamate taime-toitelementide füsioloogilised funktsioonid

Tabel 1. Tähtsamate toitelementide ülesanded taimes, puuduse ja ülekülluse tunnused.

TOITEELEMENT	PUUDUS	ÜLEKÜLLUS
N - lämmastik vajalik eelkõige lehtede ja varte kasvuks, eriti kasvuperioodi algul, taimede kuivaines on teda 0.5...4%	Juurestik on väga tugev (otsib lämmastikku), võrsed on peened, noored lehed on väiksemad, alumised vanemad lehed kahvatuvad, kasv lõppeb enneaegu.	Lehtede ja võrsete kasv on kiire, lehed suured ja tumerohelised, kuid koed jäävad lõdvaks, varred kergesti murduvateks. Juurestik on vähearenenud ja narmasjuurestik võib olla täielikult hävinenud. Väheneb vastupanuvõime haigustele ja kahjuritele.
P – fosfor vajalik seemnete idanemiseks, juurdumiseks, õiepungade arenguks, taimedes on teda 0.1...0.3%	Lehtede, varte ja juurte kasvu nõrgeneb/lakkab. Alumised vanemad lehed muutuvad sinakaks. Leheroodude juurde ilmuvad nekrootilised (kärbunud), tumedad või koguni mustad laigud. Lehed on sissepoole kokku kuivanud.	Kasutatakse puudulikult, see kuhjub taimedesse mineraalses vormis. Taimed valmivad enneaegu ega anna suuri saake.
K – kaalium tugevdab kudesid, vajalik seemnete idanemisel, viljade ja mugulate arenguks. Pikendab õitsemist, kirkustab õite värvust, muudab taimed vastupidavamaks kuivuse, haiguste ja temperatuuri suhtes, taimedes on teda 0.4...1.6%	Avalduvad esmalt vanade, hiljem nooremate lehtede äärtel ja tipus. Tekivad kollased või kollakaspruunid laigud, leheservad keerduvad üles, varisevad. Kaaliumi puudusel tuhmub õite värv ja taim lamandub kergesti. Puudusnäht meenutavad vee puudust.	Avaldub lehtedel pruunide laikudena ja lehed on heledad. Takistatud on Ca ja Mg omastamine.
Ca - kaltsium on vajalik juurte kasvuks, aktiveerib biokeemilisi protsesse taimes, taimedes on teda 0.2...0.3%	Juured nõrgad, juurekarvad limastuvad ja hävinevad. Harva avalduvad ülemistes lehtede servade või kogu taimes kloroosi nähud. Lehed kaarduvad allapoole, kuivavad võrsete tipud ja õiepungad. Levinumaks puudushaiguseks on nt tomati viljatipu mädanik. Ca- puudus on eriti iseloomulik soomuldadel.	Liigne kaltsium mullas pärsib B omastamist, puudus võib tekkida värskest lubjatud mullas ja turbas. Kaltsium halvendab ka raua omastamist.
Mg - magneesium on tähtis toitainet assimilatsiooni- protsessis. Eesti muldadel esineb tihti magneesiumi puudust, taimedes on teda 0.02...0.8%	Avaldub esmalt vanemates taimelehtedes kloroosina. Leheroheline kaob kogu taime ulatuses leheroodude vahelt säilides ainult leheroodudes ja nende vahetus läheduses. Õitel ei arene välja emakad ja tolmukad.	Taimedel on häiritud K ja Ca omastamine. Üldiselt esineb liigset Mg väetamist harva.
S – väävel mõjutab saagi kvaliteeti ja maitset. Taimed katavad oma väävlivajaduse üldiselt teistest antavatest väetistest (sulfaatidest) ja ka õhus leiduvast SO ₂ -st. Soodustab mügarbakterite arengut. Taimedes on teda 0.02...0.5%.	Kogu taime kasv muutub kiduraks. Esmalt ei arene noortel lehtedel lehelabad, lehed muutuvad heleroheliseks, hiljem kollaseks ja omandavad punaka värvitooni võivad ilmuda kollased laigud.	
Fe - raud osaleb leherohelise (klorofüll) moodustumisel	Avaldub taimedes kloroosina, mis algab noorematest lehtedest. Noorte lehtede lehelabad muutuvad kahvatuks, kollaseks, oranžiks või valgeks. Rood on roheline, leheservad kärbuvad. (Magneesiumi puudusel jäid leheroad rohelineks ja kloroos algab vanematest lehtedest). Tihti asaleadel, tsitruselistel.	Taimedel halveneb P, Cu, Zn omastamine. Fe üleküllust esineb harva.


<p>Mn – mangaan osaleb klorofüllü moodustumisel, taimedes on teda ligikaudu 0.001%</p>	<p>Mangaani puudust esineb harva. Ilmnevad näiteks kõrreliste lehtedel hallide määrduvad triipude ja täppidena. Kaheidulistel esmalt noortel lehtedel kollaste laikudena leheroodude vahel .</p>	<p>Happelistel muldadel omastavad taimed nii palju mangaani, et see muutub neile toksiliseks, mille tunnuseks ilmnevad vanematel lehtedel pruunid laigud.</p>
<p>B - boor mõjutab taime õitsemist ja seemnete moodustumist. Taimedes on teda 0.0001%</p>	<p>Rakuseinad jäävad õhukeseks, taime puitumine on häiritud. Noored lehed keerduvad ja näruvad. Juurte tippudesse tekivad paksendid ja hukuvad taime kasvukuhiku rakud. 80% Eesti põllumuldadest on boorivaesed.</p>	<p>B ülekülluse korral lehtede servad rulluvad ja surevad, samuti tekivad lehtedele klorootilised laigud ning taim kangub</p>
<p>Cu - vask osaleb taimede assimilatsioonil. Taimedes on vaske 0.0002%</p>	<p>Ilmneb noorte lehtede tippude ja servade kuivamises taimedel varases elueas. Lehe äärtel on kloroossed ja kärunud laigud. Lehed on väikesed ja keerduvad. Kõrreliste kasv on peatunud, neil on pöösa kuju ja nad ei hakka õitsema. Puudus ilmneb tihti ka õunapuudel.. Leherood püsivad rohelisena.</p>	<p>Cu ülekülluse puhul on takistatud Fe omastamine, mis avaldub nooremate lehtede kloroosina. Esineb harva.</p>
<p>Mo - molübdeen on vajalik toitainete valkude moodustumiseks ja liblikõielistel taimede lämmastiku sidumiseks. Taimedes on teda 0.00002%</p>	<p>Sarnane N puudusega. Kasv pidurdub, keskmise vanusega lehtedel on kärunud laigud, lehed on kahvatud ja närtsivad. Õite moodustamine on pärsitud. Peamiselt happelistel muldadel.</p>	<p>Liigne Mo põhjustab kloroosi taimede lehtedel ning nekrootiliste laikude teket alates leheservadest. Esineb harva.</p>
<p>Zn - tsink on tähtis toitainete valguainevahetusel. Taimedes on tsinki 0.0003%</p>	<p>Lehed väikesed, kloroossed või oliivrohelistes, kattuvad hallide määrduvad laikudega, sagedasti roseti kujulised ja varisevad. Viljapuudel ei avane pungad. Võrse kasv on pidurdunud. Puudust esineb üsna harva.</p>	<p>Tsingi kõrge kontsentratsioon toitekeskkonnas takistab teiste raskemetallide omastamist.</p>

Nimeta, millised taimed vajavad põhitoiteelementidest rohkem lämmastikku, millised rohkem fosforit ja millised rohkem kaaliumit?


N -

P -

K -



Kas ainult väliste tunnuste järgi on võimalik toiteelementide puudust või üleküllust määrata? Põhjenda!



MULD TAIMETOITAINETE ALLIKANA

Muld koosneb tahkest, vedelast ja gaasilisest faasist ning on taimedele vee ja peamiste toitainete allikas. Mulla tahke osa koosneb mineraalsest ja orgaanilisest aine moodustades mulla peamise massi. Mulla mineraalne murenemisel ja orgaanilise aine mineraliseerumisel vabanevad taimetoiteelemendid järk-järgult raskesti lahustuvatest ühenditest ja muutuvad taimedele omastatavateks ühenditeks. Sellest tulenevalt on taimetoiteelemendid mullas mitmesugusel kujul ja neid võib liigitada järgmiselt:

1. mulla **orgaanilise aine koostises** olevad **mitteomastatavad** toiteelemendid,
2. mulla **mineraalosa poolt tugevasti seotud**, taimedele kättesaamatud, **mitteomastatavad** ühendid (nt K^+ ja NH_4^+ savimineraalides),
3. **raskestilahustuvate sooladena** esinevad, taimedele raskesti kättesaadavad ehk **raskesti omastatavad** ühendid (mõningad fosfaadid ja sulfaadid),
4. mulla **kolloididel neeldunud**, seega mullast **mitte väljauhutavad**, kuid taimedele kättesaadavad, **omastatavad** ühendid,
5. **mullavees lahustunud**, taimedele **kergesti omastatavad** ühendid, kuid ka **kergesti väljauhutavad** ühendid.

Taimetoitainete üldsisaldust mullas väljendatakse protsentides, omastatavate toitainete sisaldust aga mg-des 100g, mg-des 1kg või mg-des 1l mulla kohta (peamiselt aianduses).

Eesti muldades mõjutavad taimede kasvu ja arengut kõige enam **lämmastik, fosfor, kaalium**, vähemal määral kaltsium, magneesium, väävel, mikroelementidest aga vask, mangaan, raud, boor, molübdeen, tsink.



Kokkuvõtteks võib öelda: toiteelemendid võivad mullas olla mitmel erineval kujul kuid peamiselt siiski mitteomastatavalt taimede jaoks.

Taimede kasvu ja arengut mõjutavad kõige enam lämmastik, fosfor ja kaalium, milledest lämmastik on mullas kõige ebapüsivam.

Millisel kujul peaksid toiteelemendid mullas olema, et nad oleksid taimedele kergesti omastatavad? Milliseid ohte see aga endaga kaasa võib tuua?



TOITAINETE NEELDUMINE MULLAS

Taimetoitainete neeldumine omab taime toitumise ja väetamise seisukohalt väga suurt tähtsust. Neeldumisprotsesside tõttu tekib mulda mõningate toitainete varu. Mõisted:

1. **neeldumine** — mullaosakeste liitumine lahustunud elementidega,
2. **neelamisvõime** — mulla omadus siduda tahkeid, vedelaid ja gaasilisi aineid.

Mullas eristatakse 5 eri liiki neeldumist:

1. **mehhaaniline neeldumine** — mulla kapillaarid peavad kinni peeneid aine osakesi (nt tolmpõlevkivituhk jt lubiväetised). Toimib nagu sõel ja võimaldab mulda viia tolmpeneid väetisi, kartmata et nad mullast välja uhutaks
2. **füüsikaline neeldumine** — tingitud kolloidide pinnaenergiast (NO_3^- , Cl^- ioonid)
 - a. **positiivne füüsikaline neeldumine**. Mullaosakesed tõmbavad tugevamini ligi lahustunud aine molekule kui vee molekule (nt ammoniaagivees olev ammoniaak) ja vesi surutakse mulla kapillaaride alumisse ossa.
 - b. **negatiivne füüsikaline neeldumine**. Mullaosakesed tõmbavad tugevamini ligi vee molekule kui lahustunud aine molekule (nt Cl^- kaaliumkloriidis) ja aine surutakse mulla kapillaaride alumisse ossa. Seega aine leostatakse (uhutakse) mullast välja.
3. **füüsikalise-keemilise ehk asendusneeldumine** — põhjustajaks mulla elektriliselt laetud kolloidid (ülekaalus negatiivse laenguga kolloidid). Nt saviosakesed seovad mullas K^+ . Selletõttu võime savirikastel muldadel K-väetiseid kasutada sügisel, sest kaaliumit ei uhuta mullast välja.
4. **keemiline neeldumine** — toitainete üleminek taimedele kättesaamatuteks ühenditeks (fosfaadid). Vees lahustunud toiteelemendid lähevad üle keemiliste reaktsioonide tagajärjel raskestilahustuvateks ja taimedele mitteomastatavateks ühenditeks.

5. **bioloogiline neeldumine** – toitained lähevad taimede ja mullaorganismide koosseisu, st nende ülesehituseks. Taimed ja mikroorganismid omastavad vajaminevaid toitaineid oma kasvuks ja arenguks. Taimede või mikroorganismide poolt seotud toitained pole mullast väljauhutavad ja teistele, kõrvalolevatele taimedele ning mikroorganismidele kättesaadavad. Toitained vabanevad pärast taimede või mikroorganismide surma ja nende lagunemist.

Taimetoiteelementide jaotamine mullast väljaleostumise ohtlikkuse alusel:

ülisuur	suur	tagasihoidlik	väike
NO ₃ ⁻ - lämmastik	B	NH ₄ ⁺ - lämmastik	P
Cl	S	K	Mn
	Mg		Cu
	Na		

Millised neeldumisviisid põhjustavad mullas toitainete kadusid?



.....

.....

Millised neeldumisviisid võimaldavad täiendada mullas olevaid toitainete varusid?

.....

.....

.....

.....

LÄMMASTIK MULLAS

Lämmastik on ainus taimetoiteelement, mida **ei sisalda mulla mineraalosa**. Mullas oleva lämmastiku kandjaks on mulla orgaaniline aine (huumus, orgaanilised jäätmel). Mullas leiduvate lämmastikühendite algallikaks on aga õhulämmastik, millise varud on väga suured, sest maapinna igat hektarit katvas õhukihis on ≈ 80 000 t lämmastikku.

Eesti muldade lämmastikusisaldus on küll 0,1...0,3% so 3000...9000kg/ha, kuid **97...99%** sellest on **orgaaniliste jäätmelena** ja vaid **1...3% mineraalsel kujul taimede poolt omastatavas vormis**. Lämmastiku sisaldus on suurem huumusriikastes muldades, väiksem aga huumusvaestes leetunud liivmuldades.

Taimedele **omastatavate lämmastikühendite** (ammoonium- ja nitraatühendid) **allikateks mullas:**

- orgaanilise aine lagunemisel** vabanevad **ammooniumühendid** 30...90kg/ha aastas,
- õhulämmastiku sidumisel** mikroorganismide poolt mulda toodud lämmastik. Eristada võib kahte liiki mikroorganisme:
 - sümbiootilised — elunevad liblikõieliste taimede juurtel mügarbakteritena ja võivad siduda aastas lämmastikku 50...200kg/ha,
 - mullas vabalt elunevad mikroorganismid (bakterid, seened, vetikad), millised võivad siduda õhulämmastikku aastas kuni 50kg/ha,
- sademeteveega** mulda sattuv **nitraatlämmastik**, mis tekib elektrilahendusel (äike, virmalised) – 10...15kg/ha aastas,
- orgaaniliste väetistega** mulda antud lämmastik, kusjuures tuleb arvestada, et 1 tonni kvaliteetse sõnnikuga viiakse mulda keskmiselt 5kg lämmastikku, millest 25% omastavad taimed I aastal. Ülejäänud lämmastik muutub taimedele omastatavaks 2...3 aastal ja avaldub järelmõjuna.
- mineraalväetistega** mulda antav lämmastik, kusjuures tuleks arvestada eelnevalt märgitud 4 punktiga.



Kokkuvõtteks võib öelda: väga suur osa mullas olevast lämmastikust on orgaanilise ainenä ja seega taimedele mitteomastatav. Omastatavat lämmastikku on mullas aga väga vähe ja ta satub sinna peamiselt väetiste kasutamisega.

Milliste neeldumisviisidega neeldub mullas lämmastik?



FOSFOR MULLAS

Eesti muldade künnikihi üldfosforisisaldus on 0,03...0,1%, so 900...3000kg/ha. Mullas olevast fosforist on **25...30% orgaaniliste ühenditena, 70...75% mineraalsete fosfaatidena**. Ainult **2...5% üldfosforist on mullas liikuväs vormis ja taimede poolt omastatav**.

Mulda satub fosfor eelkõige väetiste kasutamisega. Mullas toimuvad fosforiga keemilised reakstisoonid, mille tagajärjel omastatav fosfor muutub mitteomastatavaks. Happelistel muldadel tekivad raud ja alumiiniumfosfaadid, neutraalsel ja aluselisel mullal aga kaltsiumfosfaadid. Tekkinud ained on mullas püsivad ning mitteväljaleostuvad.

Millise neeldumisviisiga neeldub mullas fosfor ja mida see põhjustab?



KAALIUM MULLAS

Kaaliumi üldsisaldus Eesti muldades on 0,8...2,8%, rohkem on teda karbonaatsetes savimuldades, vähem leetunud liivmuldades. Kaaliumi üldvarud on meil seega 24...84t/ha kohta. 99% kaaliumist on raskestilahustuvate liitsilikaatide koostises ja vaid **1% mullas taimedele omastataval kujul**.

Kuigi kaaliumi on meie muldades tunduvalt rohkem kui lämmastikku ja fosforit, on temast kui taimetoiteelemendist mullas sageli puudus. Kõige kaaliumivaesemad on meil liiv- ja turvasmullad. Lahustuva kaaliumi algallikaks on mineraalide murenemisel vabanev kaalium. 1 tonni sõnnikuga viiakse mulda 4...5kg kaaliumi. Kaaliumi väljauhtumine on suur kergetel muldadel ja seda saab vähendada muldade lupjamisega. Kaalium jääb leostumisel künnikihi alusesse sisseuhtehorisonti.

Millise neeldumisviisiga neeldub mullas kaalium ja mida see põhjustab?

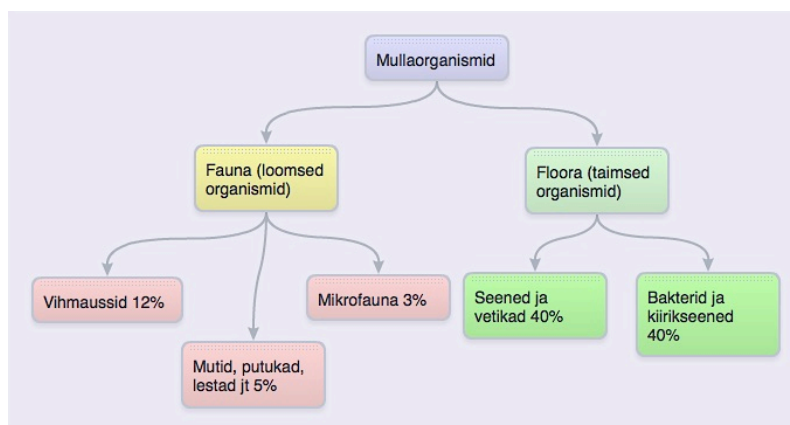



LOE LISAKS!

MULD KUI ELUSORGANISM JA MIKROORGANISMIDE OSA TAIMEDE TOITUMISEL

Mulla **viljakuse** üheks olulisemaks **näitajaks on** selles leiduvate **organismide kogus ja koosseis**. Mullaorganismide biomassist moodustavad suurema osa mikroorganismid. Mikroorganismid etendavad väga tähtsat osa süsteemi "muld-taim-väetised" toimimisel.

Mullaorganismide arvukus on mullas väga suur ja **sõltub** mulla **kultuuristatuse astmest**: 1g mullas on 1...10 miljardit mikroorganismi. Mikroorganismid on paljude biokeemiliste protsesside toimumise aluseks mullas. Paljudel mullas elunevatel organismidel on võime siduda õhulämmastikku. Kõige aktiivsemalt teevad seda liblikõieliste taimede juuremügarates elavad mügarbakterid. Soodsate mullastikutingimuste (neutraalne mulla reaktsioon) ja küllaldase energeetilise materjali (huumusrikas muld) olemasolu korral võivad liblikõieliste taimede juurtel elunevad mügarbakterid siduda lämmastikku aastas 100...200kg/ha kohta. Lämmastikku võivad siduda ka paljud mullas vabalt elunevad mikroorganismid, millised pole seotud mingi kindla kultuuriga. Aastas võivad nad siduda kuni 50kg õhulämmastikku ha kohta.



Joonis 2. Mullaorganismid ja nende koosseis.

Mineraalväetiste toime mulla mikroorganismide elutegevusele oleneb väetise liigist ja mulda viidud kogusest. Lämmastikväetiste suured kogused (üle 120kg/ha) mõjuvad kahjulikult mulla mikrofloorale, kuna väheneb mügarbakterite õhulämmastiku sidumise aktiivsus. Fosfor- ja kaaliumväetiste kahjulik toime võib ilmneda väga suurte väetise koguste mulda viimisel. Paremaks võtteks mulla mikrobioloogilise tegevuse aktiveerumisel on mulla regulaarne rikastamine orgaanilise ainega (tahke käärinud laudasõnnik, kompostid jt).

Mulla rikastamisel huumusega on raske üle hinnata vihmausside tähtsust ja kasulikkust mullas. Heinrich Vipperi andmetel on meie põldudel keskmiselt 33...77 vihmaussi 1m² kohta. Kokku leidub meie muldades 25 eri liiki vihmausse. Väga viljakates muldades võib vihmausside kogukaal 1ha künnikihis olla 2000...4000kg (keskmine 900kg/ha). Vihmausside tähtsus seisneb selles, et nad viivad surnud taimede maapealsed osad mulda, lasevad need läbi oma seedekulglä ja toodavad selliselt väga head orgaanilist väetist. Peale selle vihmaussid ka kobestavad mulda, muutes mulla õhurikkamaks. Vihmausside produktiivsus huumuse tootmisel võib olla kuni 30kg/ha kohta aastas.



Kokkuvõtteks võib öelda: mullaorganismid on mulla kui elava organismi elundid ja neil on taimede toitumise seisukohalt täita hindamatult suur osa.

Kuidas on võimalik parandada mullaorganismide elutegevust mullas?

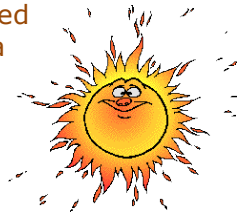


TAIMEDE NÕUDED TOITEKESKKONNALE

Taimede toitumisel, nende arenemisel ja kasvamisel tuleb väga suurt tähelepanu pöörata kasvuteguritele. Nendeks on soojus, valgus, vesi, toitained ning mullapinna omadused (õhustatus, happesus, mehhaaniline vastupidavus). Üldiselt aga määrab saagi suuruse see tegur, mida on taime vajadusteks kõige vähem (miinimumi ehk tünnilaaseadus).

Valgus

Valgus on hädavajalik **orgaanilise aine moodustamiseks**. Vaid rohelised taimed on võimelised muutma päikese kiirgusenergia orgaanilise ainega seotud keemiliseks energiaks. Tänu pikkadele suvepäevadele pole Eestis puudust päikesekiirgusest kasvuaja vältel.



Taimed kasutavad ära vaid mõne sajandiku neile langevast valgusenergiast. Ometi ei jätku alati kõikidele taimedele valgust piisavalt. Väetamise seisukohalt tuleb arvestada seda, et **nitraatväetistest lämmastiku omastamiseks vajab taim rohkem valgusenergiat** kui ammooniumväetistest. Seega tuleks **varjus** kasvavaid taimi väetada eelistatavalt **ammooniumväetistega**.

Soojus



Soojusest **sõltub** taimede **kasvuaja pikkus**. Taimede kasv algab, kui ööpäeva keskmine temperatuur on püsivalt üle $+5^{\circ}\text{C}$ ja lõpeb, kui ööpäeva keskmine temperatuur sügisel langeb püsivalt alla $+5^{\circ}\text{C}$. Enamikele taimedele on **optimaalne** kasvutemperatuur **$+20\dots+28^{\circ}\text{C}$** .

Väetamise seisukohalt on oluline teada, et **madalamatel temperatuuridel** nt kevadel, kasvu alperioodil, **omastavad** taimed **paremini ammoonium-lämmastikku**, kõrgematel aga nitraatlämmastikku. Sellepärast tulekski enne külvi põhiväetisena anda ammooniumväetisi, kasvuaegselt pealtväetisena anda aga nitraatväetisi.

Vesi

Vee ülesanne taimes on olla üheks **fotosünteesi lähteaineks**. Vesi kindlustab toitainete ning ainevahetusproduktide transpordi ja turgori taimedes. Taimede veevajadus on suurim võimsa kasvu perioodil. Et toota 1kg maapealset taimeosa, vajavad taimed keskmiselt 150...250kg vett.



Mulla veerežiimist oleneb toitelementide omastamise ulatus ehk **väetamise efektiivsus**. Eriti märgatavalt mõjutab vee hulk mullas lämmastikväetiste omastamist, põhjustades sademeterikastel suvedel viljade lamandumist. Väetatud mullas kasutab taim vett palju ökonoomsemalt kui halvasti väetatud mullas.

Taimede toitumisel on väga oluline näitaja veel mulla toitainete koostis ja kontsentratsioon. **Optimaalseks toitelahuse kontsentratsiooniks on 0,1...0,5%**. Toitelahuse kõrge kontsentratsiooni suhtes on kõige ükskõiksemad rukis ja nisu, neile järgnevad oder ja kaer. Seevastu köögiviljad on toitelahuse kõrge kontsentratsiooni suhtes tundlikud. Kõige tundlikumad toitelahuse kõrge kontsentratsiooni suhtes on hernes, kurk, sibul ja porgand. See

aga tähendab seda, et viimati nimetatud köögiviljade väetamisel tuleb hoiduda suurte ühekordsete väetiste koguste kasutamisest. Tundlikud on ka ilutaimed.

Mulla õhustatus

Juurte kasv, toitainete ja vee omastamine sõltuvad hapniku juurdepääsust juurestikule. Halva struktuuriga muldades võib taimede kasv olla pidurdatud halva õhustatuse tõttu. **Õhuvaaes mullas on takistatud ka sõnniku ja taimejäänuste mineraliseerumine,**



õhulämmastiku bioloogiline sidumine. Soodsat õhurežiimi mullas saab tagada oskusliku mullaharimisega.

Mulla happesus

Mulla happesus (**pH**) väljendab mullas olevate **vesinikioonide hulka**. Happelises mullas on palju vesinikioone ja selle tulemusena taimede arengut takistavad ained nagu lahustuv Al ja Fe. Happelises mullas nõrgenevad taimedele vajalike ainete, nt fosfori omastamine ja bioloogilised lagunemisprotsessid. Teisest küljest aga liiga kõrge pH (alla 5) takistab mõnede mikroelementide omastamist (nt Mn, Fe, Zn, Co, Cu). **Paljudele taimedele optimaalne mullareaktsioon on 6...7.**

Muldade viljakus ja huumuse sisaldus

Taimede elu on lahutamatult seotud mullaga, sest mullast omastavad taimed kasvuks ja arenguks vajaliku vee ning toitained. Mulla väga oluliseks omaduseks on **viljakus**. Mulla viljakus **sõltub huumusesisaldusest**.

Mineraalmuldade huumusesisalduse võrdlemise skaala on järgmine:

alla 1,5%	väga madal
1,5...2,5%	madal
2,5...3,5%	keskmine
3,5...5,0%	kõrge
üle 5,0%	väga kõrge

Huumusesisaldus alla 2,0% näitab, et mullaviljakus on langed. Madala viljakusega muldi on Eestis 18% ja need asuvad peamiselt Põlva, Valga, Võru maakonnas. Kõrge huumusesisaldusega mullad on aga Lääne-, Harju- ja Saare maakonnas.

Huumus parandab mulla füüsikalisi omadusi ja on taimetoitainete allikaks. **Huumusesisaldust tõstavad õige külvikord** või viljavaheldus, **orgaaniliste väetiste kasutamine** ja **õige** (nõuetekohane) **mullaharimine**.

Milliseid lämmastikväetiseid on otstarbekas kasutada kevadel ja milliseid suvel?

Kevadel

Suvel



Milliseid lämmastikväetiseid on otstarbekas kasutada varjus ja milliseid täisvalguses kasvavate taimede väetamiseks?

Varjus

Täisvalguses (päikesepaistelises kasvukohas)

Mida põhjustab vesi taimedes? Millistes taimedes toimuvates protsessides osaleb vesi?

.....

VÄETISE MÕISTE, JAOTUSPRINTSIIBID NING KASUTAMINE

Väetise mõiste

Väetised on ained, mida kasutatakse saagi suurendamise, selle kvaliteedi parandamise või mulla viljakuse tõstmise eesmärgil ja millede mõju avaldub taimede toitumistingimuste paranemise kaudu. Toitainete varude täiendamist toitekeskkonnas (mullas) nimetatakse **väetamiseks**. Väetistega viime taime kasvukeskkonda taimedele vajalikke toitaineid või parandame mulla füüsikalisi, füüsikalisi-keemilisi ja bioloogilisi omadusi.

Väetiste klassifikatsioon

1. Koostise alusel

- orgaanilised väetised – sõnnik, turvas, kompostid, haljasväetised jt
- mineraalsed väetised – ammoniumnitraat, superfosfaat, Ferticare, Osmocote jt

Tinglikult loetakse mineraalväetiste hulka ka tööstuslikult toodetav orgaaniline väetusaine karbamiid.

2. Toime alusel

- otsesed väetised (N, P, K väetised, virts jne) on taimedele otseseks toiteelementide allikaks
- kaudsed väetised (lubiväetised, bakterväetised, turvas, õled), mõjutavad taimede toitumistingimusi mullaomaduste paranemise kaudu või rikastavad mulda lämmastikühenditega. Enamus kaudseid väetiseid võivad olla ka toiteelemendi allikaks (orgaanilised väetised, lubiväetised).

3. Toime kiiruse alusel

- kiirelt toimivad väetised varustavad taimi toitainetega või muudavad mullaomadusi kohe pärast kasutamist (kergesti lahustuvad mineraalväetised, vedelväetised)
- aeglaselt toimivad väetised hakkavad mõju avaldama alles teatud aja möödudes (P-, K-väetised, mõned N-väetised, Osmocote, väetispulgad) või avaldub mõju järelmõju kaudu (orgaanilised ja lubiväetised).

4. Taimetoiteelementide sisalduse alusel

- ühekülgsed väetised (sisaldavad vaid ühte toiteelementi või mikroelementi)
- mitmekülgsed väetised (sisaldavad vähemalt kahte põhitoiteelementi või mikroelementi)
- täisväetised (sisaldavad kõiki kolme põhitoiteelementi ja/või mikroelementi)

5. Vastavalt väliskujule ja konsistentsile

- vedelväetised – vedelikud, on mitmekülgsed väetised või täisväetised
- tahked väetised – tahke aina, võivad olla nii ühekülgsed, mitmekülgsed kui ka täisväetised
 - kristallilised – suhkru- või soolataoline aine, ammoniumsulfaat;
 - pulbrilised – jahujas aine, klinkritolm;
 - granuleeritud – korrapärase, enamasti ühesuguse suurusega, ümmarguste tükidega aine, Cropcare 10-10-20;
 - väetispulgad – pliiatsijämedused, ligikaudu 5cm pikkused pulgad;
 - väetisetabletid – graanulitest kokku surutud, ligikaudu sentimeetripikkused, veidi püramiidja kujuga tabletid, *Osmocote*.



väetisetabletid

Mineraalväetised jaotatakse:

- lihtväetised – sisaldavad vaid ühte põhitoiteelementi või mikroelementi. Nad jaotatakse omakorda:
 - makroväetised – sisaldavad makroelementi,
 - lämmastikväetised,
 - fosforväetised,
 - kaaliumväetised,
 - mikroväetised – sisaldavad mikroelementi,
 - boorväetised,
 - tsinkväetised jne
- kompleksväetised – sisaldavad kahte või enam taimet põhitoiteelementi või mikroelementi. Nad jaotatakse omakorda:
 - kombineeritud väetis, mille graanulisse kuulub mitu toiteelementi, nt Cropcare NK,
 - väetissegud, mis saadakse lihtväetiste omavahelise kokkusegamise teel (Holding Invest väetissegud jne).

Mineraalväetiste kasutamisel peab teadma nende jaotamist vastavalt füsioloogilisele toimele mullas. Selle põhjal jaotatakse mineraalväetised järgmiselt:

- Füsioloogiliselt happelised väetised*, millest taim omastab katioone, mulda jääv happejääk aga reageerib seal olevate vesinikioonidega ja mulda tekib selliste väetiste kasutamisel hape. Füsioloogiliselt happelised on enamasti ammonium- ja kaaliumväetistest.

Sügisel väetamisel viiakse fosfor-, kaalium-, lubi- ja orgaanilised väetised mulda sügiskünniga, suvisel väetamisel aga kesakünniga, mis tagab toitainete parima kättesaadavuse. **Kevadiseks** külvielseks väetamiseks sobivad lämmastikväetised, mis viiakse mulda kultiveerimisega. Orgaanilistest väetistest sobivad kevadiseks väetamiseks hästi käärinud sõnnik ja kompostid, kuid need tuleb mulda viia kas korduskünniga või randaaliga.

Fosfor- ja kaaliumväetisi võib kevadel anda ainult tingimisi, so kui nad jäid sügiskünni alla mingil põhjusel andmata. Reeglina neid väetisi kevadel ei anta.

Külviaegne väetamine täiendab põhiväetamist ja loob taimedele idanemisjärgselt toitainerikka keskkonna, mille tulemusena võib oodata saagi tõusu 10...20%.



Külviaegseks väetamiseks sobivad kvaliteetsed granuleeritud mikroelementidega rikastatud **kompleksväetised**.

Külviaegse väetamise kõige progressiivsemaks viisiks on **paiklik väetamine**, kus mineraalväetised (nt granuleeritud kompleksväetised) viiakse mulda **koos külvisega** kombineeritud külvikuga seemnetera kõrvale ja sügavamale. Et paiklikul väetamisel toiteelemendid oma soodsa asukoha tõttu on taimedele paremini kättesaadavad, võib väetise normi vähendada 15...20% võrra.

Külviaegse väetamise üheks viisiks on ka **külvisel töötlemine** (pritsimine või puuderdamine) kontsentreeritud mikroväetistega. Siin on võimalik kasutada eelnevalt töödeldud seemneid.

Kasvuaegne väetamine on täienduseks külvielsele või ka **külviaegsele väetamisele** kõikide kultuuride kasvatamisel. Kasvuaegne väetamine koosneb omakorda järgmistest viisidest:

1. **pealtväetamine**, mis seisneb peamiselt lämmastikväetise andmises taliteraviljadele, rohumaadele, murudele ja aianduskultuuridele, selleks väetis viiakse väetatavale alale ning jäetakse pinnale;
2. **juureväline väetamine**, mis on taimede pritsimine nõrkade väetislahustega;
3. **tahkete või vedelate väetiste muldaviimine** rühvelkultuuride (nt kartul, porgand, peet jt vahelharitavad kultuurid) vahelharimisel või spetsiaalkülvikuga rohukamarasse.

MINERAALVÄETISED JA NENDE KASUTAMINE

Lämmastikväetised ja nende kasutamine

Lämmastikväetiste tootmisel on aluseks õhulämmastik. Lämmastikväetised jaotatakse olenevalt sellest, millises vormis on väetises lämmastik:

1. **nitraatväetised** – lämmastik esineb nitraadina (NO_3^-), nad on hästi lahustuvad, kiire toimega kuid ka kiiresti leostuvad. Kasutatakse peamiselt kasvuaegse väetisena.
2. **ammooniumväetised** – lämmastik esineb ammooniumina (NH_4^+) või ammoniaagina (NH_3). On kergesti omastatavad (on võimalik omastada pikema aja vältel). Väljauhtumine on väiksem, kuna seotakse mõningal määral mullaosakestega (savi).
3. **ammooniumnitraatväetised** – sisaldavad nii ammoonium- kui ka nitraatlämmastikku. Enam kasutatakse ammooniumnitraati.
4. **amiidväetised** – amiidväetistes esineb lämmastik amiidina (NH_2). Muutuvad kergesti üle ammooniumühenditeks ja edasi nitraatideks. Enam leiab kasutamist karbamiid.

Pealtväetamiseks amiidväetised ei sobi, sest esimesed laguproduktid on taimedele mürgised. Põllumajanduskultuuride kestval viljelemisel, kuid nende väetamata jätmise või vähese kasutamise korral väheneb mulla lämmastiksisaldus. Vähese lämmastiksisalduse korral mullas ei ole aga loota head taimede kasvu ja ka saaki.

Lämmastikväetiste kasutamisel tuleb **arvestada nende mõju mullareaktsioonile**. Kõige enam hapestab mulda ammooniumsulfaat. Ka pidev karbamiidi kasutamine mõjutab mulla potentsiaalset happesust.

Mulda neutraliseerivad mõju avaldavad kaltsiumnitraat ja naatriumnitraat. Väga oluline on ka lämmastikväetistes leiduvate toitainete liikuvus mullas. Ammooniumväetiste ammooniumioonid seotakse mulla neelavas kompleksis (asendusneeldumine), kust taim saab neid kasutada. Seetõttu sobivad ammooniumväetised selliste kultuuride väetamiseks, mis vajavad aeglaselt mõjuvaid väetisi. Nitraatioone iseloomustab aga negatiivne füüsikaline neeldumine, mille tõttu nitraatväetiste lämmastik on väga kiire toimega, sest ta on mullas väga liikuv.

Lämmastikväetistest kasutatakse meil kõige enam ammooniumsalpeertit ehk ammooniumnitraati ja karbamiidi, vähem ammooniumsulfaati ja kaltsiumnitraati. Kõiki **lämmastikväetisi kasutatakse kas kevadel põhiväetisena või suvel kasvuaegsel väetamisel**. Paiklikul väetamisel võib lämmastikunormi vähendada 15...20%. Üle 100kg/ha N normi korral soovitatakse anda lämmastikväetis jaotatult. Esimene annus ($\frac{2}{3}$) külvi eel või ajal, teine ($\frac{1}{3}$) taimekasvu ajal.

Fosforväetised ja nende kasutamine

Fosforväetiste tooraineks on loomse päritoluga fosforiidid ja apatiidid. Suuremad toorainevarud paiknevad Põhja-Ameerikas ja Aafrikas. Märkimisväärsed on fosforiidide varud ka Eestis, kus on 1...2% kogu maailma varudest. Eesti fosforiidide fosfori sisaldus 2...3 korda madalam paljude teiste leiukohtade omast.

Fosforväetised jaotatakse 3 gruppi:

- 1. vees lahustuvad** ehk kergesti omastatavad fosforväetised. Siia kuuluvad liht- ja topeltsuperfosfaat.
- 2. nõrkades hapetes lahustuvad** ehk omastatavad fosforväetised (Eestis ei kasutata).
- 3. nõrkades hapetes vähe lahustuvad** ehk raskesti omastatavad fosforväetised — nt fosforiidijahu, kondijahu. Neid enam ei kasutata, kuna on madala efektiivsusega.

Kõige enam kasutatavamaks fosforväetiseks on superfosfaat. Ta sobib kõikide kultuuride väetamiseks.

Fosforväetiste kasutamisel tuleb lähtuda mulla fosforivarudest ja kultuuri vajadusest. Kultuuride fosforivajaduse hindamisel tuleb aga arvestada, et **fosfor suurendab taimede seisu-, põua- ja haiguskindlust ning lühendab kasvuperioodi pikkust**.

Fosforväetiste kõige sobivaim andmise viis on andmine **põhiväetisena sügiskünni alla** või **kevadel paikliku väetamisega**. Sügiskünniga muldaviidud fosfor satub künnikihi alumisse $\frac{2}{3}$, so taimede toitumise kõige aktiivsesse kihti. Tänu fosforväetiste keemilisele

neeldumisele on nende kadu mullast väljauhtumise teel tühine (0,5...2kg/ha aastas). See võimaldab neid edukalt kasutada ka perioodiliselt varuväetisena. Kevadise mullaharimise alla antakse fosforit ainult sel juhul, kui sügisene andmine või kevadine paiklik väetamine ei ole mingil põhjusel võimalik. Happelistel muldadel on taimedele omastatava fosfori osa väike, lupjamisel väheneb fosfori fiksatsioon ja omastatava fosfori osa suureneb.

Kaaliumväetised ja nende kasutamine

Kaaliumväetiste tootmise aluseks on erinevad toorsoolad st kaaliumi sisaldavad settekivimid. Nad jaotatakse:

- 1. kloriidsed**, kus kaalium esineb KCl-na,
- 2. sulfaatsed**, kus kaalium esineb K_2SO_4 -na.

Ka puutuhka võib kaaliumväetiseks pidada, milles on ligikaudu 5...10% kaaliumit. Kaalium esineb puutuhhas karbonaadina. Sellest tulenevalt sobib puutuhka kasutada happelistel muldadel.

Kaaliumväetiste kasutamisel tuleb arvestada, et nad sisaldavad lisandeid:

- 1. magneesium** - vähendab liikuva alumiiniumi ja vesiniku kahjulikku mõju ning on vajalik toiteelement kõikidele kultuuridele. Temast on enamasti puudu liivmuldadel.
- 2. väävel** - on samuti väga vajalik makroelement. Tema puudus avaldub eelkõige rist- ja liblikõielistel kultuuridel.
- 3. naatrium** - halvendab mulla struktuuri, kuid mõjub mõõdukates kogustes positiivselt peetidele, porganditele ja ristõielistele kultuuridele.

4. kloor – on kahjulik kartulile, tatrале, hernele, ristikule, paljudele köögiviljadele ja ilutaimedele. Kloori suhtes ükskõiksed on teraviljad, lina, kõrrelised heintaimed. Kasulik on ta mõõdukates kogustes peetidele.

Muld seob kaaliumväetistest kaaliumi hästi, sulfaatioone halvemini. Kloor jääb peaaegu täielikult mullalahusesse, kus ta allub sademete ja lumesulamisvete poolt väljauhtumisele. Sellepärast on **kaaliumväetiste** puhul valdavaks **põhiväetisena** kasutamine ja **parim andmise aeg on sügiskünni alla** (kaob ka kloori kahjulik mõju). **Raskema lõimisega mullad** on suurema neelamismahutavuse tõttu võimelised kaaliumi siduma suhteliselt suurtes kogustes ja neid võib seal kasutada ka **varuväetisena**. **Kerged liiv- ja saviliivmullad** seovad kaaliumi vähem ja suurte kaaliumväetisannuste kasutamine nendel muldadel pole otstarbekas, sest **võib toimuda kaaliumi väljauhtumine**. Kevadise mullaharimise alla antakse kaaliumit ainult sel juhul, kui sügisene andmine või kevadine paiklik väetamine ei ole mingil põhjusel võimalik.

Mille poolest erineb lämmastikväetiste kasutamine kaaliumväetiste kasutamisest?



Mille poolest erineb fosforväetiste kasutamine kaaliumväetiste kasutamisest?



Mille poolest erineb kaaliumväetiste kasutamine lämmastikväetiste kasutamisest?



Kompleksväetised ja nende kasutamine

Kompleksväetised sisaldavad mitut taimetoiteelementi. Nende tähistused tulenevad põhitoiteelementide sisaldusest. Näiteks Ferticare 14:11:25 (või 14-11-25) tähendab, et väetises on 14% lämmastikku, 11% fosforit ja 25% kaaliumi. Alati tuuakse esimesel kohal lämmastiku, teisel kohal fosfori ja kolmandal kohal kaaliumi sisaldus. Kui mõni põhitoiteelement puudub siis märgitakse selle kohale null, näiteks Sammalpois 10:0:0. Sammalpois on aga kompleksväetis, (mitte N-väetis) sest ta sisaldab peale lämmastiku ka väävlit ja rauda.

Mikroelementide või teisejärguliste toiteelementidega rikastatud kompleksväetiste puhul tuuakse põhitoiteelementide kõrval ära ka rikastamisel kasutatud elementide sisaldus, märkides ära vastava elemendi tähise ja protsentuaalse sisalduse. Näiteks Cropcare NK, mille puhul tähistatakse toiteelementide sisaldust väetistes järgmiselt: 13-0-13 + S 9; Mg 3; Ca 3; Mn 0,7; B 0,15; Cu 0,1; Mo 0,01; Zn 0,1.

Võrreldes lihtväetistega on kompleksväetiste kasutamine palju otstarbekam, sest nad sisaldavad vähem ballastainet, on enam kontsentreeritud ja kompleksväetistega väetamine võimaldab säästa tööjõudu ning energiakulu.

Kompleksväetised on enamasti ka lihtväetistest efektiivsemad. Kuna taimetoitained asuvad kompleksväetise igas graanulis kindlas vahekorras, tagab see väetiste isegi ebaühtlase külvi korral soovitava toitainete vahekorra mullas.

Väga laialdast kasutamist leiavad meil AS Baltic Agro kompleksväetised, mis on valmistatud peamiselt Soome tehastes. Nendes kompleksväetistes on taimetoitained väga ühtlaselt jaotunud ühesuurustes graanulites. See saavutatakse sellega, et tooraine segatakse vedelas olekus. Valmis segu kuivatatakse ja granuleeritakse. Nende väetiste koostis on orienteeritud teatud kultuuri nõudeid arvestades, st milliseid makro- ja mikroelemente millises vahekorras teatud kultuur vajab. Nt Rodo püsiväetis – rododendroni- ja okaspuuväetis jne. Eestis on võimalik osta veel ka Schultzi, Substrali, Pokoni, Floramix kompleksväetiseid. On nii lahustuvaid kui ka granuleeritud väetiseid, mis on mõeldud nt orhideede, rooside, ka rododendronite, tomati, muru jne väetamiseks

Eestis pakub mehhaaniliselt segatud väetissegusid OÜ Holding Invest. Väetissegud on mõeldud köögivilja, kartuli, teravilja, liblikõieliste ja õlikultuuride väetamiseks. Samuti on väetissegusid okaspuude, tomati, kurgi maasika väetamiseks.

Väetissegud on pakendatud 1, 3, 5, 10, 25, 50 ja 500kg pakenditesse. Schultzi väetised on pakendatud alates 100 grammist kuni 25kg pakenditesse. Mehhaaniliselt segatud väetissegud ehk **blendid** on tunduvalt odavamad ja seetõttu ka taskukohasemad. Väetissegusid valmistatakse peamiselt tellimuse järgi.

Kompleksväetiste kasutamise aeg valitakse vastavalt põhitoiteelementide sisaldusele. Kui ülekaalus on lämmastik, siis kasutatakse seda nagu lämmastikväetist. Kui ülekaalus on fosfor, siis võib sellist kompleksväetist kasutada nagu fosforväetist ja kui ülekaalus on kaalium, siis kasutatakse seda nagu kaaliumväetist.



Pea meeles!

Väetiste kasutamisel alati juhindu pakendil olevatest juhistest, samuti taime vajadustest. Nii võibki juhtuda, et kartuli väetamiseks mõeldud väetis sobib ka rooside väetamiseks.

Mikroväetised ja nende kasutamine

Mikroväetistest on meil kõige sagedasemat kasutamist leidnud boor- ja vaskväetised, vähem molübdeen-, tsink-, koobalt-, mangaan- jt väetised. Mikroväetisi ei kasutata meil mitte üksnes saagi suurendamiseks vaid ka selle kvaliteedi parandamiseks.

Mikroväetiste kasutamiseks on 3 viisi – mulda andmine, külvise töötlemine ja taimede pritsimine (juureväline väetamine).

Mulda andmiseks sobivad madala kontsentratsiooniga mikroväetised (nt boormagneesium) ja ka mikroelementidega rikastatud kompleksväetised, mis on eriti efektiivsed paiklikult antuna.

Külvise töötlemiseks (piserdamine, puuderdamine) sobivad kontsentreeritud mikroväetised. Külvise puuderdamiseks tuleb valida amorfsed (tolmjad ja jahujad) väetised, piserdamiseks ja niisutamiseks aga hästilahustuvad väetised nagu vasksulfaat, booraks, tsinksulfaat.

Taimede pritsimine mikroelementide nõrga kontsentratsioonilise lahusega (100...300g CuSO₄, H₃BO₃, ZnSO₄ 250...300 liitri vee kohta, see on 1ha norm). Pritsimine viiakse läbi taimede noores eas (nt teraviljade võrsumise või loomise faasis, kaheidulehelistel köögiviljadel 3...4 lehe faasis, kartulil mugulate moodustumise alguses jne).

Väetiste otstarbekale kasutamisele aitab alati kaasa pakendil olevate väetamisjuhiste kasutamine!

Mille poolest erineb monoväetiste kasutamine kompleksväetiste kasutamisest?



Mille poolest erineb makroväetiste kasutamine mikroväetiste kasutamistes?



LOE LISAKS!

MULLA HAPPEUS JA HAPPELISTE MULDADE LUPJAMINE

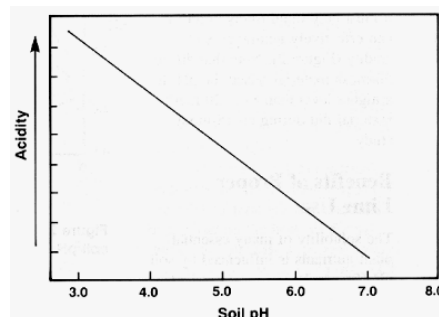
Happeliste muldade esinemine Eestis

Eesti põllumeestele teadvustas mulla happesuse probleemid TÜ professor Anton Nõmmik. Põhjalikumalt uuris aga happelisi muldi EPA õppejõud professor Osvald Hallik (1906...1964), kelle elutöök oli happeliste muldade lupjamisega seotud küsimuste lahendamine.

Enamik happelisi muldi levib Kagu- ja Lõuna-Eestis karbonaativabal moreenil (devoni liivakivil), sest muldade kujunemist mõjutab kõige enam mulla kujunemisest osa võtnud moreeni karbonaatsus. Kõige rohkem on lupjamist vajavaid muldi Võrumaal (u 60%), Põlvamaal (55%), Tartu-, Viljandi- ja Valgamaal (40% põllumajandusmaast). Kokku vajab Eestis lupjamist 35...38% muldadest.

Mulla happesuse olemus ja lubjatarbe määramine

Mulla reaktsioon on üks olulisemaid mulla omadusi, mis **sõltub vesinik- (H^+) ja hüdroksiidioonide (OH^-) kontsentratsioonist (vahekorras) mullas**. Happelise reaktsiooni korral on ülekaalus vesinikioonid, mille kontsentratsiooni **tähistatakse sümboliga pH** ja selle arvvaartus näitab vesinikioonide kontsentratsiooni negatiivset kümnendlogaritmi. Seega, vesinikioonide kontsentratsiooni suurenedes pH arvuline väärtus väheneb ning mulla reaktsioon muutub happelisemaks.



pH väärtus

< 4,5 – tugevasti happeline

4,6 ... 5,5 – mõõdukalt happeline

5,6 ... 6,5 – nõrgalt happeline

6,6 ... 7,2 – neutraalne

> 7,2 – leeliseline

mullad vajavad lupjamist

mullad ei vaja lupjamist

pH määratakse kas mulla **vesileotisest** (pH_{H_2O}) või **1N KCl leotisest** (pH_{KCl}). Need näitajad ei lange kokku, sest kaaliumioonid tõrjuvad ka osa mulla kolloididel olevatest vesinikioonidest lahusesse, suurendades sel teel mullaleotise happesust. Meil Eestis määratakse pH tavaliselt KCl leotisest, sest see näitaja on tunduvalt stabiilsem ega allu suve jooksul mullas toimuvatele suurtele muutustele. Soomes ja ka paljudes teistes maades määratakse mulla pH-d tavaliselt aga vesileotisest, mis on ühest ja samast proovist määratuna, sõltuvalt mulla omadustest, tunduvalt (orienteeruvalt 0,4...1,3 ühiku võrra) suurem. Sellepärast tuleb alati vahet teha pH_{KCl} ja pH_{H_2O} vahel.

Kuigi muldade lubjatarbe määramiseks on palju erinevaid võimalusi (hüdrolüütilise ja asendushappesuse, küllastusastme, leethorisoni väljakujunemise ning indikaator-taimede kaudu), on pH järgi lubjatarbe määramine tänapäeval üks lihtsamaid viise.

Eesti mineraalmuldade pH_{KCl} kõigub 4...7 piires. Liigse happesuse all kannatavaiks ja lupjamist vajavaiks peetakse mineraalmuldi, mille pH_{KCl} on alla 5,5. Selliseid muldi on Eestis palju ja neid

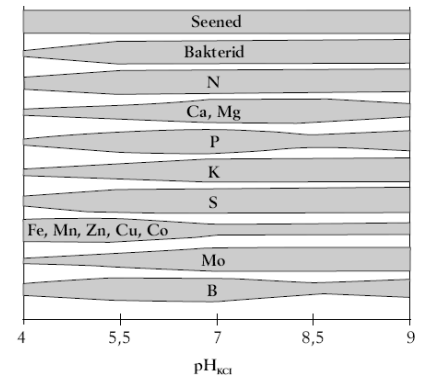
on vaja lubjata, kuna valdav osa meil viljeldavate kultuuride jaoks on mulla pH_{KCl} optimaalne tase 6...7.


Praktikas on rakendamist leidnud järgmised **lubjatarbe määramise viisid**:


- 1. Aktiivse happesuse (pH) alusel**, milline määratakse kas vesileotisest või kaaliumkloriidileotisest. On küllaltki levinud viis happesuse määramiseks. Lupjamist vajavad mullad, mille pH_{KCl} mõõdetakse $\leq 5,5$.
- 2. Indikaatoritaimede järgi** otsustamine, kas muld on happeline või mitte.
 - Happesuse indikaatoriteks** (st osutavad happelisele mullale)
 - põllul on väike oblikas, põldrõigas, põldkannike, põldnälghein jt.
 - rohumaal on jusshein, maarjahein, jänestarn, keratarn jt.
 - Aluselisuse indikaatoriteks** (st osutavad lubjarikkale mullale)
 - põllul on põldsinep, põldkukekannus, humallutsern, kollane karikakar jt
 - rohumaal on lubikas, angerpist, vesihaljas tarn, raudtarn jt.

Ligikaudselt saab muldade lupjamisvajadust ja lubjatarvet määrata ka **universaalindikaatori abil**, mida on mugav kasutada välitingimustes. Kiirem viis mulla lubjatarbe määramiseks on aga mulla happesust määrata elektrooniliste happesuse (pH) testrite abil (Jenwey jt).

Mulla reaktsioon mõjutab oluliselt mullas olevate mikroorganismide aktiivsust ja taime-toiteelementide liikuvust. Kõrvaloleval joonisel on toodud need seosed mineraalmuldadel. Happelisel mullal on peamiste taime-toiteelementide omastatavus tagasihoidlik. Poolmikroelementide (Fe, Mn) ja enamike mikroelementide (Zn, Cu, Co), samuti kahjulike raskmetallide kättesaadavus on parem. Muldade lupjamisega võib kaasneda ka mõningate mikroelementide (Mo, B) puudus, mida tuleb kultuuride väetamisel arvestada.



Pea meeles!
 Mulla happesuses suurenedes pH väärtus muutub väiksemaks ja happesuse vähenedes pH väärtus suureneb.

Mõttele!
 Millises Eesti piirkonnas esinevad aluselised mullad?

Mulla happesuse mõju taimedele

Taimede toitekeskkonna kõrge happesus avaldab otsest kahjulikku mõju taimedele, mõjutades taimede kasvu ja arengut. **Mulla happeline reaktsioon takistab katioonide, eriti kaltsiumi ja magneesiumi sisenemist taimedesse.** Happelises mullas on ka rohkesti alumiiniumi- ja raua ühendeid, millised suurtes kogustes võivad olla taimedele mürgised. Taimed reageerivad mulla happesusele järgmiselt:

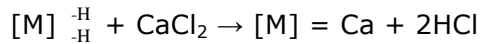
- 1. väga tundlikud happesuse suhtes** — sobiv pH 6,5...8, selliseid nimetatakse ka lubjalembesteks kultuurideks (nt peet, lutsern, valge mesikas, peakapsas, aedaubrieeta);
- 2. tundlikud happesuse suhtes** — sobiv pH 6...7 (suvi- ja talinisu, oder, kaunviljad, raps, ristikud, mais, sibul, kurk, salat);
- 3. vähem tundlikud happesuse suhtes** — kasvavad laias pH vahemikus, pH 4,5...7,5 kuid optimaalne on 5,5...6,0 (nt rukis, kaer, kõrrelised heintaimed, lina, kartul, tatar, redis, tomat, porgand);
- 4. happelist mulda eelistavad taimed** — sobiv pH 4,5...5,0 (lupiinid, kultuur mustikas, kultuur jõhvikas, rododendron, asalea, kanarbik).

Kõige tundlikumad mulla happesusele on taimed noores eas.

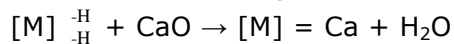
Lubiväetiste mõju mullale ja taimedele

Lubiväetiste **mõju** mullale ja taimedele on **pikaajaline**. Lubiväetiste mulla happesust neutraliseeriv mehhanism tugineb lubiväetises sisalduva kaltsiumi võimele mulla neelavast kompleksist vesinikku välja tõrjuda. Kuid mitte kõik kaltsiumi sisaldavad ained pole võimelised mulla happesust neutraliseerima.

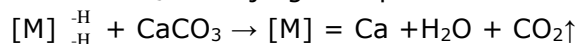
Näiteks:



Antud juhul väheneb küll potentsiaalne happesus, kuid suureneb aktiivne happesus. Järelikult $CaCl_2$ ei sobi lubiväetisena kasutamiseks. Lubiväetisena kasutamiseks sobivad ained, mis sisaldavad CaO või $CaCO_3$. Viies mulda CaO tekib järgmine reaktsioon:



Viies mulda $CaCO_3$ tekib järgmine protsess:



Seega sobivad mõlemad ühendid kasutamiseks lubiväetiste koostises mulla happesuse neutraliseerijatena.

Lubiväetiste **mõju mullale** avaldub paljude näitajate kaudu:

1. kaob kõige kahjulikum osa potentsiaalsest happesusest,
2. paraneb mulla struktuur,
3. paranevad õhu-, toite- ja veerežiim,
4. aktiveerub kasulike mikroorganismide elutegevus,
5. paranevad mulla füüsikalised ja füüsikalise-keemilised omadused.

Lubiväetiste **mõju taimedele** avaldub eelkõige mullaviljakuse tõusu kaudu — suureneb saagikus ja selle kvaliteet (suurenevad 1000 seemne mass, põldheinal paraneb botaaniline koostis liblikõieliste osatähtsuse suurenemise kaudu, kartulil suureneb tärklise sisaldus jne). Lubiväetistest taimed toitaineid ei saa. Ca-puudusel tuleks kasutada Ca sisaldavad mineraalväetist, mis ei ole lubiväetis, nt kaltsiumnitraat.

Kuidas lubiväetiste kasutamine parandab mulla struktuuri, õhu-, toite- ja veerežiimi?



Lubiväetised ja nende kasutamine

Kuigi merglit ja kriiti on põldude väetamiseks kasutatud juba üle 2000 aasta tagasi, hakati lubiväetisi teadlikult kasutama alles XIX sajandil.

Esimesteks lubiväetisteks olid magevee kohalikud lubisetted — nõrglubi (allikalubi) ja järvekriit (järvelubi), kuid madala kasutamise kvaliteedi tõttu oli nende efekt väike. Järgmisena hakati Eestis kasutama tööstusettevõtete kõrvalsaadusena kogunenud respõlevkivituhka lubiväetisena. Kuna ta sisaldas lisaks neutraliseerivatele ühenditele veel taimedele vajalikke toiteelemente nagu K, Mg ja S siis oli tema mõju palju mitmekülgsem. Suurte veokulude ja halva peenestusastme tõttu ei leidnud ta eriti suurt kasutamist.

1950ndate aastate lõpus hakati põlevkivi kasutama küttekolletes (suurtes elektrijaamades) tolmjal kujul ja saadav põletamisjääk (tuhk) osutus kolloidpeeneks materjaliks, mis sai nimetuseks tolmõlevkivituhk ja osutus suurepäraseks lubiväetiseks. Lisaks tolmõlevkivituhale hakati Kundas tootma kõrvalsaadusena tolmuhka. Seda hakati nimetama klinkritolmuks.

Esiolgu oli suureks probleemiks tolmjate lubiväetiste põllule toimetamine, sest puudus vastav tehnika ja tehnoloogia. Lahendus tuli 1964. aastal, kui nende transport ja külvamine lahendati pneumaatiliste tsemendiveotsisternide baasil. Nõukogude aastatel jõuti Eestis teha kuni 6 lupjamise ringi ja näiteks 1968. aastal lubjati 70000ha, mis rahaldas täielikult happeliste muldade lupjamise vajaduse.

Kuna tolmpõlevkivituhas on neutraliseerivaid ühendeid enamasti oksiididena, siis soovitatakse mulda lubjata tolmpõlevkivituhaga vähemalt 2 nädalat enne kultuuride külvamist või taimede istutamist.

Taludes kasutamiseks on eriti perspektiivsed killustikutööstuse saadused paekivi- ja dolomiidijahu. Nende lubiväetiste neutraliseerimisvõime on ligikaudu 95% CaCO₃ -na ja lisaks sellele on dolomiidijahu Ca ja Mg suhe soodsam kui tolmjatel lubiväetistel. Pealegi sisaldab dolomiidijahu 21% Ca ja 12% Mg.

Kuigi **lubiväetised on suhteliselt pika järelmõjuga**, tuleks vähemalt **5...7 aasta pärast** lupjamist korrata. Lubiväetisi kaustatakse **enamasti sügisel** ja **peavad mullas olema vähemalt 2...4 nädalat enne seemnete külvamist või taimede istutamist**.

Mille poolest erinevad lubiväetised mineraalväetistest?



Mille poolest erineb lubiväetiste kasutamine mineraalväetiste kasutamistest?



ORGAANILISED VÄETISED

Orgaaniliste väetiste tähtsus mullaviljakuse tõstmisel

Orgaanilisi väetisi (sõnnikut, komposte, turvast, adrut jt) on kasutatud aastatuhandeid. Taimede mineraalse toitumise avastamine, mineraalväetiste laialdane kasutusele võtmine ning taimede edukas kasvamine hüdropoon- ja liivakultuuris on aeg-ajalt tekitanud illusioone orgaaniliste väetiste asendamise võimaluste kohta. Nüüdisajal on aga lõplikult selgunud orgaaniliste väetiste, eriti sõnniku asendamatu osa mullaviljakuse tõstjana ja taimetoitainete allikana agronoomiliselt ning ökoloogiliselt kooskõlas olevate biogeensete elementide ringe kujundajana.

Orgaanilised väetised on taimse või loomse päritoluga ained, mis otseselt või töödeldult väetisena mulda viiakse. Taimetoiteelemendid (N, P, K ja mikroelemendid) sisalduvad orgaanilistes väetistes orgaaniliste või mineraalsete ühenditena. **Orgaanilise aine mineraliseerumisel vabanevad selles sisalduvad taimetoitained ning muutuvad taimedele omastatavateks.**

Orgaanilise väetise kasutamise peamiseks eesmärgiks on mulla huumusvarude suurendamine, mulla mikrobioloogilise tegevuse tõhustamine ja mulla rikastamine taimetoiteelementidega.

Orgaaniliste väetiste tähtsust tuleks hinnata järgmistest vaatepunktidest:

1. suurendavad mulla puhvervõimet ehk vastupanuvõimet kõigi välismõjude vastu (väärkäärimine, liigtallamine, ebasoodne ilmastik, niiskusrežiimi häired, muldade hapestumine jne). Seega orgaanilised väetised soodustavad saakide tagamist nii inimesest mitteolenevate looduslike mõjude ebasoodsate tagajärgede kui ka inimeste

- väärarvestustest tulenevate ja teadaolevate, sageli paratamatute ebasoodsate mõjutuste vastu.
2. suurendavad mullas orgaanilise aine, sealhulgas huumuse sisaldust ja rikastavad mulda kasvuainetega (kasvustimulaatoritega).
 3. parandavad mulla sõmeralist struktuuri muutes
 - a. rasked mullad kobedamateks ja kergemini haritavateks;
 - b. kerged mullad sidusamateks ning vettpidavamateks.
 4. aktiveerivad mulla mikrobioloogilisi protsesse kuna suureneb mikroobide arvukus mullas.
 5. parandavad muldade soojusrežiimi
 - a. bioloogilistel protsessidel vabaneva energia kaudu;
 - b. huumusrikaste muldade tumeda värvuse tõttu suureneb päikeseenergia neeldumine
 6. suurendavad CO₂ sisaldust mullaõhus ja mullapinnalähedases õhukihis, millest omakorda sõltub fotosünteesi intensiivsus.
 7. suurendavad mineraalväetiste toimet ning nende agronoomilist maksimumtaset.

Millised on orgaaniliste väetiste kasutamise peamised põhjused?



SÖNNIK, SELLE TÜÜBID JA KASUTAMINE

Sõnnikuks nimetatakse põllumajandusloomade väljaheidete ja allapanu segu pärast mikroorganismide poolt esile kutsutud käärimisprotsessi toimumist selles.

Käärimisprotsessi vältel esinevad allapanu humifitseerumise tõttu orgaanilise aine kaod. Käärinud sõnnikus C ja N vaheline suhe muutub ning lämmastiku sisaldus sõnnikus suureneb. Käärimisprotsessis rikastub sõnniku iga gramm miljardite mikroorganismidega, mis koos sõnnikuga mulda viiakse. Seega rikastab ja mitmekesistab sõnnik mulla mikrofloorat, mis on üks tähtsamaid tegureid saakide edasisel suurendamisel.

Sõnniku kasutamise peamiseks eesmärgiks ongi mulla huumusvarude taastootmine, energeetilise seisundi korrastamine, mikrobioloogilise tegevuse aktiveerimine ja rikastamine taimetoiteelementidega.

Sõnnikulautadest saadakse laudasõnnik, mille kuivaine sisaldus on üle 20%. Looma väljaheidete allapanu (põhk, turvas, saepuru jt) lisamisel saadakse tahe ehk allapanuga sõnnik, kuivainesisaldusega vähemalt 17% (soovitav 20...25%). Veise- ja sealautades ning kanalates, kus loomadele allapanu ei kasutata, saadakse vedelsõnnik, kuivaine sisaldusega alla 8%. Sõnniku kui olulisema orgaanilise väetise kvaliteet sõltub looma liigist, pidamisviisist, kasutatud söötadest, allapanu liigist ja kogusest ning sõnniku säilitamise tehnoloogiast.



Allapanuga ehk tahe sõnnik

Tahedat ehk allapanuga sõnnikut jaotatakse :

- I. vastavalt allapanu liigile
 - a. põhusõnnik
 - b. turvasõnnik
 - c. põhu-turba sõnnik
 - d. saepurusõnnik
- II. vastavalt loomaliigile
 - a. allapanuga veisesõnnik
 - b. seasõnnik
 - c. linnu (kana) sõnnik
- III. olenevalt säilitamise ajast ja tingimustest
 - a. värske ehk käärimata sõnnik
 - b. käärinud sõnnik



Millised on sõnniku peamisteks kasutamise eesmärkideks?



Millest sõltub sõnniku kvaliteet?



Sõnniku koostis on loomaliikide lõikes väga erinevad (Tabel 2). Valdav osa taimetoitainetest on sõnnikus orgaanilise aine koostises, sellepärast toimub vabanemine järk-järgult, vastavalt sellele kuidas sõnnik mullas laguneb. Sellest tingituna saavad taimed kasutada esimesel aastal ainult osa sõnniku toitainetest. Sõnnikus olevast lämmastikust omastatakse esimesel aastal tavaliselt 20...30%, fosforist 30...50% ja kaaliumist 50...70%. Mineraalväetiste puhul omastatakse esimesel aastal lämmastikust 50...90%, fosforist 10...25% ja kaaliumist 60...100%. Seega on sõnnikust hästi omastatavad eeskätt kaalium ja fosfor.

Tabel 2. Sõnniku liigid, kuivaine ja põhitoiteelementide keskmised sisaldused.

Sõnniku liik	Kuivaine %	N kg/t		P kg/t	K kg/t
		üld-	NH ₄		
Veisesõnnikud					
Värske turbasõnnik	20,6	5,2	1,3	0,8	3,8
Käärinud turbasõnnik	19,7	5,7	2,1	1,1	4,6
Värske põhu-turbasõnnik	18,5	5,9	2,2	1,2	3,7
Käärinud põhu-turbasõnnik	17,3	5,6	2,3	1	3,7
Värske põhusõnnik	21,6	4,7	1,6	1	4,1
Käärinud põhusõnnik	20,9	6,1	1,6	1,5	4,8
Värske allapanuta sõnnik	12,1	3	0,5	0,5	3,3
Käärinud allapanuta sõnnik	9,8	3,7	1,6	0,4	2,7
Seasõnnikud					
Käärinud turbasõnnik	21,2	7,1	4,2	2	3,7
Käärinud põhu-turba sõnnik	23	7,2	2,8	3,7	4
Vedelsõnnik (läga)	3...4	3,7	2,6	0,9	2,2
Allapanuta sõnnik	19,2	6,1	2,5	2,7	2,6
Kanasõnnik					
Sügavallapanuga	38	15,6	7,6	3,9	6
Sõnniku otsemõju (Ov) ehk omastamine esimesel aastal	×	20...30 %	Sõltub kadudest	30...50 %	50...70 %

Allapanuta sõnnik

Allapanuta ehk **poolvedela sõnniku all mõistetakse** loomade tahedate ja vedelate väljaheidete segu, mis on läbi teinud käärimisprotsessi ja millele ei ole lisatud allapanu ega lahjendatud veega — kuivainesisaldus 8...14%. Allapanuta sõnnikut saadakse veiselautades, kus loomade magamisaseme moodustab kummimatt, tagumise osa aga rest- või pilupõrand. Sellisel pidamisviisil saadakse pastataolise konsistentsiga sõnnik.

Allapanuta sõnnik sisaldab :

- lämmastikku 0,4...0,5%,
- fosforit 0,1...0,2%,
- kaaliumi 0,4...0,5%.

Allapanuta kanasõnnik on tunduvalt taimetoitainete rikkam:

- lämmastikku 1,3%,
- fosforit 0,4%,
- kaaliumi 0,6%.

Allapanuta sõnniku nõuetekohasel säilitamisel sõnnikuhooldlas on lämmastikukaod oluliselt väiksemad kui taheda sõnniku talvisel säilitamisel.

Enne väljavedu hooldlast põllule on kindlasti vajalik sõnniku põhjalikum segamine, sest seistes tekib allapanuta sõnniku pinnale koorik, põhja sade ja keskele jääb kuivainevaene vahekiht.

Allapanuta sõnnikut kasutatakse kahel viisil:

1. laotamine mullapinnale millele järgneb kohene mulda viimine kooreli või randaaliga;
2. otsene muldaviimine spetsiaalsete masinatega rohukamarasse või mulda lõigatud pragudesse, millele järgneb pragude kohene kinni vajutamine.

Teise variandi puhul on lämmastikukaod oluliselt väiksemad.

Vedelsõnnik

Vedelsõnnik tekib loomade väljaheidetele vee lisamisel, kuivainesisaldus on 5...8%. Saadavad vedelsõnniku kogused on tunduvalt suuremad allapanuta sõnniku kogustest. Sedavõrd suuremad on ka hilisemad kasutamiskulud (nõuab suuremaid hoidlaid, suurenevad veokulud, sageli kaasneb ka looduse reostamine jne). Vedelsõnnik on kasutamiskõlblik alles pärast käärimisprotsessi toimumist selles. Käärimata vedelsõnniku kasutamine põhjustab mulla füüsikaliste, keemiliste ja mikrobioloogiliste protsesside kahjustamist.

Sõnniku kasutamine

Orgaaniline väetis (nt sõnnik) põhjustab mullaviljakuse tõusu vaid siis, kui ta jõuab mulda. Iga haritava maa hektar peaks sõnnikut saama **4...5 aasta möödudes**. Kõige paremini reageerivad sõnnikule kartul, juurviljad, taliteraviljad, mais. Hästi reageerivad sõnnikuga väetamisele ka viljapuud ja marjapõõsad. Sõnniku norm sõltub kasutada olevast kogusest, optimaalne 40...60t/ha (sõltuvalt väetatava kultuuri vajadustest). Ebapraktiline on väikeste sõnnikukoguste kasutamine (10...20t/ha), kuna sel juhul väheneb tööjõudlus ja halveneb laotusühtlikkus. Sõnnik tuleks laotamise järel kiiremas korras mulda künda. Vastasel korral suureneb oluliselt lämmastiku kadu. Põhjendatud pole ka talvine sõnniku vedu lumele, laotamine väikestesse hunnikutesse. **Sõnniku andmise parim aeg ja viis on andmine sügiskünni alla**, taliteraviljadele või sügiseste istutuste korral aga kesakünni alla (so juulis).

Orgaaniliste väetiste, eriti sõnniku kasutamisel tuleb arvestada nende pikemaajalise mõjuga ja mineraalväetiste kasutamise planeerimisel tuleb arvesse võtta ka eelmistel aastatel kasutatud sõnniku järelmõjuga (Tabel 3).

Tabel 3. Sõnniku orienteeruv järelmõju.

Sõnniku tüüp	Aasta	N%	P%	K%
Tahe	Otsemõju	25	40	50
Tahe	Esimese aasta järelmõju	10	20	15
Tahe	Teise aasta järelmõju	5	10	0
Vedel	Otsemõju	50	40	50
Vedel	Esimese aasta järelmõju	0	20	20

Millest sõltub sõnniku kasutamine?

**Põhk väetisena**

Põhu kasutamine väetisena erineb tunduvalt sõnniku kasutamisest. Sõnnik on osaliselt lagunenenud juba enne mulda viimist, põhuga väetamisel toimuvad kõik lagunemisprotsessid alles mullas. Kui käärinud sõnnikus on süsiniku ja lämmastiku suhe 20:1 piires, siis põhus on see 100:1. Põhu kasutamisel otsese väetisena võtavad põhku lagundavad mikroorganismid elutegevuseks puudu jääva lämmastiku mullast. Seega muutuvad taimedele konkurentideks. Seoses sellega võib saak I aastal isegi langeda. Saagi languse vältimiseks tuleb 1 tonni põhu kohta mulda anda täiendavalt 5...10kg mineraalset lämmastikku. Mineraalset lämmastikku võib asendada vedelsõnniku või virtsaga. Põhuga väetamisel tuleb arvestada ka seda, et põhu

lagunemisel eritavad mõned kahjulikud seened mulda toksilisi aineid (nt patuliini), mis on eriti mürgised noortele taimedele. Põhu muldakünni järel on täheldatud ka taimekasvu pidurdavate fenoolsete ühendite kogunemist mulda.



Kokkuvõtteks võib öelda: kuigi põhu otsene muldaviimine halvendab mõnevõrra mulla fütosanitaarset olukorda, ei kaalu see kahju üles seda positiivset efekti, mida annab põhk orgaanilise väetisena mullale. Põhu kasutamisel väetisena tuleb jälgida mulla N-sisaldust ning selle puudusel mineraal- või orgaanilise väetisena juurde anda.

Kasutatud materjalid

1. Aiapidaja käsiraamat. Biolan tootekataloog. 15 lk.
2. Appelgren, M., Lindberg, A. Biodünaamiline aed. Maalehe Raamat 2004. lk. 22...31.
3. Fertilizers and their effective use. Diagnosis by soil testing. Vaadatud aadressil: <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/introd11.htm>
4. International Fertilizer Industry Association. Kodulehekülg. Vaadatud aadressil www.fertilizer.org
5. Joonase, O. Katmikkultuuride väetamine. Tln. Valgus 1986. 62 lk.
6. Jõustub uus mahepõllumajandusele viitav märk ja selle kasutamise kord. <http://www.ceet.ee/index.php/z0zNEWSy255.html>
7. Kaasik, A. et al. Orgaaniliste väetistega väetamine. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 28...31
8. Kanger, J. et al. Väetamise ABC. Vaadatud aadressil: <http://pmk.agri.ee/est/ettekanded/vaetaminepub/>
9. Kompostimisõpik. Vaadatud aadressil: http://www.biolan.fi/estonia/ymparistotuotteet/kompostointiopas/saasta_luontoa.htm
10. Kuldkepp, P. Mulla reaktsioon. Koost. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 14...15
11. Kuldkepp, P. Mulla väetistarbe määramine. Koost. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 16...18
12. Kuldkepp, P. Taimede toitumise ja väetamise alused. Tallinn, 1994. 110 lk.
13. Kuldkepp, P. Väetamistehnoloogiad. Koost. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 19...20
14. Kuldkepp, P. Väetussüsteemi koostamine talule. EPMÜ. Tartu 1994. 19 lk.
15. Kuldkepp, P., Roostalu, H. Kartuli väetamine. Koost. Jõudu, J. Kartulikasvatus. EV Põllumajandusministeerium. EPMÜ. Tartu 2002. lk. 147...180
16. Kuldkepp, P./Koost./ Väetised ja nende kasutamine. Teatmik. Tallinn 1992. 91 lk.
17. Kärblane, H./Koost./ Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. EV Põllumajandusministeerium. Tallinn, 1996.
18. Loide, V. Test-uuring Eesti põllumuldade agrokeemiliste omaduste seisundist ja täiendavaid andmeid väetistarbest. Vaadatud aadressil: <http://www.pmk.agri.ee/est/index.php?sid=76&mid=66>
19. Nurmekivi, H. Mõistete seletusi. Koost. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 7...8
20. Olausson, I. Kompost. Kirjastus Tänapäev. 2005. 101 lk
21. Põldma, P. Väetamise mõju köögiviljade saagikusele ja saagi kvaliteedile. Katsetöö aruanne. 6 lk
22. Põllumehe käsiraamat. Kemira GrowHow tootekataloog. 147 lk
23. Rooma, L., Toomsoo, A. Kultuuride väetamine. Nurmekivi, H. Põllukultuuride väetamine. TÜ Kirjastus. lk. 21...27
24. Sady, W. Effect of different nitrogen fertilization on yield and quality of white head cabbage grown in field conditions. 1999. Vaadatud aadressil: <http://www.hri.ac.uk/enveg/potsdam/abstract/sady.htm>
25. Sawyer, J. E., Mallarino, A. P. Interpretation of Soil Test Results. Iowa State University 2003. p
26. Interpretation of Soil Test Results. Iowa State University. Vaadatud aadressil: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1310.pdf>
27. Simson, A. Mineraalväetised, nende omadused ja kasutamine. Tallinn 1987. 67 lk.
28. Substral. Kodulehekülg. Vaadatud aadressil: <http://substral.itg.ee/>
29. Teeme kodus kaunist. Kemira GrowHow tootekataloog. 23lk.
30. Uurman, K. Porgandisortide `Narbonne` F1 ja `Nantes Duke` väetamine ning säilitamine. Lõputöö bakalaureuse kraadi taotlemiseks. Tartu 2001.
31. Uurman, K. Väetamise mõju porgandi saagikusele, saagi kvaliteedile ja säilivusele. Väitekirjandus põllumajandusteaduste magistrikraadi taotlemiseks aianduse erialal. Tartu 2003. 66 lk.