TC-O-TOFT Development of system to reduce ammonia emission and leaching of nitrate from slurry application

M. Toft, BioCover A/S, Veerst skovvej 6, 6600 Vejen Taani
mt@biocover.dk

1. Taust

Ajal, mil põllumajandus muutub üha tööstuslikumaks ja paljud riigid kalduvad loomatootluses klastrite loomise poole, on loomade rohkus muutunud ümbritsevale keskkonnale tõsiseks koormaks. Senini on selle tagajärjel sündinud Euroopa Liidu nitraadidirektiiv ja EL heitkoguste ülemmäära kehtestamine, mis piiravad orgaaniliste väetiste puhul lubatavate ammoniaagikoguste ja ammoniaagiheidete hulka. Mõningate klasteralade puhul, nagu Taani ja Holland, on riiklik seadusandlus isegi karmim ja tinginud teiste Euroopa Liidu riikidega võrreldes kiirema direktiivide rakendamise. See on aga olnud ajendiks uute keskkonnatehnoloogiate välja töötamiseks, nagu seda on ka käesolevas artiklis käsitletud SyreN süsteem.

2. Eesmärgid

Süsteem keskendub seega keskkonnaalastele kaalutustele, millega tegeleb ka ülalpool mainitud riikide seadusandlus – täpsemalt seadusandlus, mis hõlmab läga pinnasesse kandmist. Läga pinnasesse kandmine vähendab lägast eralduvaid heiteid märgatavalt, kuid on maapinnale laotamisega võrreldes kallis ja omab muuhulgas järgnevaid miinuseid:

- Oht taimede kahjustamiseks
- Rakenduslikud probleemid rasketel muldadel ja/või lainjal maastikul ning kuivades tingimustes
- Saasteoht, kui NH_3 asendub N_2O-ga (naerugaas)
- Liigne liiklus põldudel, mulla liigne tihendamine

Seetõttu algatati koostöös Aarhus'i Ülikooliga projekt, mille käigus töötati välja happe abil ammoniaagiheiteid vähendava ja pinnasesse kandmise meetodi puudusteta süsteemi prototüüp.

3. Tulemused

SyreN süsteem kasutab ammoniaagiheidete vähendamiseks tuntud tehnoloogiat – läga pH-väärtuse vähendamist, mida tuntakse ka hapestamise nime all [1]. Läga pH-väärtuse vähendamiseks selle laotamise ajal kasutatakse kontsentreeritud väävelhapet. Laotamise ajal happe kasutamise eelisteks võrreldes hoidlas või laudas hapestamisega on tunduvalt väiksem vajamineva happe kogus. See on tingitud asjaolust, et hapestatakse ainult vedelat fraktsiooni. Lisaks on hapestamine laotamise ajal paindlik ja seda on võimalik kohandada vastavalt heiteid märkimisväärselt mõjutavatele ilmastikuoludele. Väävelhappe doseerimismahtu on võimalik reguleerida vastavalt taimede väävelväetise vajadusele.

SyreN süsteemi eriomaduseks on asjaolu, et see kasutab väävelhappe transportmahutit (IBC – keskmise suurusega mahtlastikonteiner) süsteemi osaks oleva happepaagina. Sedasi on tagatud süsteemi turvaline kasutamine, kuna kasutaja ei pea happepaake käsitlema/täitma ning kõik vajalik saab tehtud kõigest kuivühenduse abil. Lisaks on ADR eeskirjade alusel lubatud IBC transportimine maanteedel. Süsteem on paigaldatud traktori eesmise tõstuki külge, võimaldades IBC paagi lihtsat peale võtmist ja osalist koormuse üle kandmist traktorile.

SyreN süsteemi kasutamine

3.1 Kasutegurid

4 aasta vältel Saksamaal ja Taanis läbi viidud katsetuste tulemused on näidanud, et arvestades ammoniaagi arvelt kinni peetava lämmastiku kogust ja unikaalset võimalust kasutada vajaminevat väävlit väetisena, tasub süsteem ennast majanduslikult ära. Seetõttu on SyreN süsteemi mõistlik kasutada läga laotamisel isegi keskkonnaalaseid kaalutlusi arvestamata [2]. Aastatel 2010 kuni 2014 tõusis +50 pindmist laotamist uurinud katse käigus saagikus heina puhul keskmiselt 4% ja nisu puhul 2,4 hkg. Laotamise ajal sooritatud hapestamise majanduslikku kasutegurit mõjutab ka kasutatava aplikaatortehnoloogia iseloom. Läga laotamine põhjustab suures koguses heiteid ning suurim kokkuhoid, mis on hinnanguliselt +30 kg lämmastikku hektari kohta, saavutatakse süsteemi kasutamisel just koos selle tehnoloogiaga. Maht varieerub vahemikus +10 kg kuni +60 kg lämmastikku/ha. Laotamise ja hapestamise kombinatsiooni kirjeldatakse põhjalikult VERA hinnangus [3]. See vähendab ammoniaagiheidete hulka vahemikus 40-60%, keskmises mahus +15 kg lämmastiku/ha, seda pH-väärtusel 6,4. Hapestamise kombineerimisel avalõhe-sisestusmeetodiga aitab säästa keskmiselt +5 kg lämmastikku/ha. Aarhus'i Ülikool ja Leuphana Universität võrdlesid arvukate katsetuste käigus avalõhe-sisestussüsteemi ja hapestamise mõju ning järeldasid, et kaks süsteemi on heiteid ja saagikuse tõusu arvestades võrdsel tasemel [4]. Katsetuste käigus üritati määratleda ka ideaalset pH-väärtust ja järeldati, et hetkel on optimaalseks väärtuseks 6,5; kusjuures pH-väärtusel 6,0 on parem heiteid vähendav mõju. Lisaks teeb hapestamine taimede jaoks kättesaadavaks suuremas koguses fosforit [1]. Hapestamise suurem paindlikkus paigutamisega võrreldes ja suurem läga laotusmaht teeb hapestamise paigutamisest kasumlikumaks.

Lisaks on SyreN lisandite paagi abil võimalik segada lägaga erinevaid lisaaineid. Hetkel kasutatakse lägast eralduva haisu vähendamiseks raudsulfaati. Madala pH-väärtusega lägaga saab segada mangaansulfaati või –nitraati mangaanipuuduses pinnase rikastamiseks. Lisaks on lägaga võimalik segada ka kõiki lahustuvaid mikrotoitaineid. Ammooniumi nitrifitseerumise pärssimiseks lägas lisatakse lägale nitrifitseerumise inhibiitoreid. See on eriti soovitatav maisi- ja peeditaimede puhul ning sügisesel väetamisel, kus eksisteerib suurem leostumise risk. SEGES, Taani [5] uuring näitab lämmastiku leostumise vähenemist maisi ja kevadkultuuride puhul keskmiselt mahus 6 kg/ha.

Orgaanilise väetise tõhususe suurendamine mõjutab märkimisväärselt ka kasvuhoonegaaside hulka. Hiljutine hapestamise LCA uuring (elutsükli hinnang) hapestatud läga maapinnale laotamisel näitas, et SyreN süsteemi kasutamine koos laotamistehnoloogiaga vähendas süsihappegaasi (CO_2) heiteid hektari kohta Taani tingimustes 200 kg võrra [6].

SyreN süsteemi kasutamine läga hapestamiseks omab mitmeid kasutegureid erinevate tingimuste juures. Kasumlikkust ja paindlikkust silmas pidades on töötatud välja kaks tarkvarakomplekti – Alfam mudel ja SyreN Estimater. Tarkvara tuumaks on Aarhus'i Ülikooli poolt välja töötatud Alfam mudel [7], mis hindab lägast eralduvaid heiteid konkreetsete ilmastikuolude juures koos kasutatavate lägatüüpide ja laotustehnikatega. Tarkvara on tasuta kättesaadaval veebilehel www.biocover.dk. SyreN Estimater arvutused põhinevad töödeldud läga fikseeritud kuupmeetrihinnal, kuna valdav osa kasutajatest on teenusepakkujad. Selleks, et panna paika soovitatav kuupmeetri hind, on Taani teenusepakkujate liit [8] viinud enda liikmete seas läbi (2015. aastal tegutses Taanis 102 registreeritud teenusepakkujat) vastavasisulise uuringu. Nagu oligi oodata, sõltub maksumus kasutatava läga hulgast, kus 20,000m^3 läga töötlemisel oli soovituslikuks hinnaks 0,50 eurot/m^3; väävelhappe hind välja arvatud. Individuaalse farmeri / kasutaja jaoks on maksumus madalam, kuna nad ei arvesta reeglina süsteemi kasutamisest saadud tuludega vaid lämmastiku maksumuse ja / või saagikuse tõusuga seotud näitajatega. 1500 ha sea-/piimafarmi hinnanguliseks kasumiks on teenusepakkuja teenuste kasutamisel vastavalt 32,000/19,000 eurot [9].

3.2 Väävelhape väetisena

Võrreldes 80ndate aastatega on pinnases ladestunud väävli kogus Taanis 2013. aastaks langenud 300 kg-lt hektari kohta kõigest 3,7 kg-ni hektari kohta. Seetõttu on tekkinud üha kasvav vajadus väävelväetise järele. Praeguseks enam kui 5 aastat kestnud tegevuse käigus oleme täheldanud suurt variatsiooni süsteemi kasumlikkuses – mida suurem on saagi vajadus väävli järele, seda tulusam on selle kasutamine. Rapsi saagikuse tõus ½ tonni võrra pole üldse ebatavaline nähtus, kuna raske on leida kõrget sulfaatide vajadust rahuldavaid väetisi. Lihtsaks meetodiks rapsi väävlivajaduse rahuldamiseks on asendada kallid väetised, nagu ammooniumsulfaat NS 21-24 väävelhappe kombinatsiooniga, mis toetab levinud väetisi, nagu Nitrostar NS 28-5.

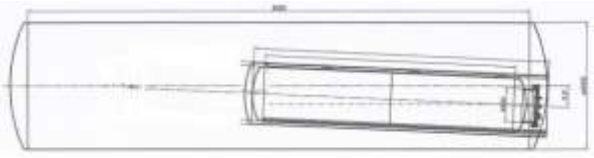
See vähendab ostuhinda enam kui 25 euro võrra hektari kohta ja võimaldab suurendada sulfaatide hulka soovitud doseerimismäära saavutamiseks.

Väävlivaegus on levinud probleem ka heinamaade puhul. Paljud farmerid kasutavad ainsa väetisena läga – või nõrka NS lisandit, mis jätab taimed väävlinälga. Seda tüüpi probleem laheneb SyreN süsteemi kasutusele võtmisega automaatselt, kuna väävlina vajatava väetise maht on tihtilugu võrdne soovitud pH-väärtuse (6,4) saavutamiseks – reeglina lisatakse ühe hektari kohta 1,5 liitrit väävelhapet:

	Väävlivajadus kg/ha	Tüüpiline lägakogus t/ha	Vajaminev väävel kg/t	H_2SO_4 liitrit tonni läga kohta
Talinisu, savimuld	15	30	0,5	0.9
Kevadoder, liivamuld	10	30	0,3	0.6
Taliraps, savimuld	35	30	1,2	2.1
Silohein, niiske liivamuld	30	40	0,8	1.3

3.3 N:P (lämmastik:fosfor) suhte muutumise kasutegurid

Uusimaks SyreN süsteemi lisafunktsiooniks (2013) on võimalus pihustada tsisterni täitmise ajal lägasse veevaba ammoniaaki. Võimsate pumpade abil on võimalik saavutada väga tõhus gaasi imendumine, vältides ülekuumenemist ja võimalikke kuumenemise ning rõhu tõusuga seotud probleeme. Kuna lägatsisterni näol on tegu suletud mahutiga on täiesti mõeldav ammoniaagi 100% imendumine.



Joonis 1. Lägatsisterni paigutatud ammoniaagi survepaak.

Nüüdseks SyreN+ nime kandev kombineeritud süsteem kohandab N:P suhet, lisades lägatsisterni täitmisel lägale veevaba ammoniaaki. Lisatud ammoniaak muundatakse lägas ammooniumiks, mille tagajärjeks on järsk pH-väärtuse tõus. pH-väärtuse tõstmiseks üle 8,0 on vaja kõigest 1 kg / m^3 lisandit. Laotamise ajal lisatakse pH-väärtuse tõusu kompenseerimiseks väävelhapet mahuga 1,6 liitrit / m^3 kohta. See süsteem aitab vähendada ka põllul toimuvat liiklust.

Suureks majanduslikuks kasuteguriks on fosfori üleküllluse vältimine tänu võimalusele reguleerida N:P suhet. Väiksem fosforikogus tähendab nii majanduslikku kui keskkondlikku tulu. SyreN Estimater hindab [9] 500 hektari rapsi kohta kokku hoitavaks netotuluks 6580 eurot, kui lihtsalt happe ja tavapärase väetise asemel kasutatakse SyreN+ veevaba ammoniaagi tehnoloogiat.

SyreN+ eelised:

- Lägas sisalduva lämmastikukoguse reguleerimine – vähem liiklust põllul
- Pindmine laotamine või pinnasesse kandmine
- Väiksem väetise ostuhind
- Kõik lämmastikväetis tuleb ammooniumi kujul – väiksem lämmastiku leostumine
- Tõhusam mõju tänu lämmastiku inhibiitorile
- Toitainete laotamine vedelikuna – kiire reaktsioon taimede poolt
- Ideaalne läga kandmiseks juba kasvavatele taimedele

Süsteem loob lägas tasakaalustatud NPKS toitainete koosluse, vähendab ammoniaagiheiteid kuni 80% ja seob pinnases olevat lämmastikku ammooniumina, vähendades lämmastiku leostumist vesikeskkonda. Lisaks vähenevad CO_2 heited, kuna põllul toimub vähem liiklust, ja väetisele tehtavad kulutused. SyreN Estimater võimaldab kasutajal määrata vajaminevate toitainete koguse ja tuvastada vajaliku tasakaalu orgaaniliste väetiste optimaalseks kasutamiseks.

4. Tulevik

Läga pH tõstmise ja vähendamise võimalus omab kaugeleulatuvat potentsiaali. SyreN Crystal on hetkel aktiivne projekt, mis kasutab lägas sisalduva fosfori koguse vähendamiseks / reguleerimiseks sadestamise meetodit – mistõttu saab suure loomade liikumisintensiivsusega alal tekkiva fosfori jaotada säästlikult ümber madalama loomade liikumisintensiivsusega alale. SyreN Crystal funktsiooni on võimalik kasutada hooajasiseselt või –väliselt. Lägatsisterni kasutatakse fosfori sadestamiseks monoammooniumfosfaadi (MAP) või struviidi vormis. Peale lägatsisterni ja SyreN süsteemi pole täiendavaid tarvikuid vaja. Lägasse pihustatakse $MgCl_2$ ja veevaba ammoniaaki. See põhjustab fosfori sadestumist. Sette eemaldamisel toimub N:P suhte reguleerimine. See on vajalik piirkondades nagu Holland, kus läga hulka pole võimalik laotamiseks vajaliku pinna puudumise tõttu vähendada.

Sadestuv materjal kogutakse lägatsisterni sees olevasse eraldi paaki. Kui kogutud on piisavas koguses struviiti, täidetakse tsistern väävelhappe, struviidi ja veega suhtes 1:1:1. Kristallid lahustuvad ja väävelhape muutub fosforhappeks. Seejärel kasutatakse veevaba ammoniaagi süsteemi vedelväetises sisalduva lämmastiku taseme tõstmiseks. Ideaalis tõuseb pH-väärtus tasemele 4-6 ning NPKS väärtus tasemele 17-4-0-9. Vedelik suunatakse tagasi IBC mahutisse – valminud on kaubandusliku kvaliteediga fosforil põhinev maisiväetis. Sellel protsessil on potentsiaali vähendada fosfori põllumajanduslikku tarbimist 20% võrra. Oodatavalt on tegu tulusa lahendusega, kuna varustusega ei kaasne lisakulutusi – kõik funktsioonid on tagatud läga aplikaatorsüsteemi poolt. Fosfori muundamine toimub aga lägalaotusperioodist väljaspool.

Viited

[1] Acidification of animal slurry a review David Fangueiro a, *, Maibritt Hjorth b, Fabrizio Gioelli
[2] Trail work from Danish Landsforsøg Annette Vestergaard.
[3] VERA Verification Statement 001 - SyreN, 02-10 2012 for WEB
[4] Reduction of ammonia losses after spreading of cattle slurry to grassland by acidification and injection. Achim Seidel[1*], Andreas Pacholski[2], Tavs Nyord[3], Annette Vestergaard[4], Henning Kage[1]
[5] Use of nitrogen inhibitor with acidification – Leif Knudsen, SEGES Denmark
[6] Estimation of the Green House Gas (GHG) emission from the Manure application system SyreN+, Steen Gyldenkærne
[7] Ammonia volatilization from field-applied animal slurry—the ALFAM model, H.T. Søgaard, S.G. Sommer, N.J.
[8] Cost calculation for SyreN system pr. m3. DM&E Denmark
[9] Examples of SyreN Estimater software calculations of farm income. Morten Toft, BioCover A/S

Viited kättesaadaval www.biocover.dk artiklites

AGRI TEHNIKA
Eesti Agritehnika OÜ
+372 5670 0959
+372 684 3316
info@agritehnika.ee
www.agritehnika.ee
Türi 5, Tallinn (müügiplats, kontor)
Viljandi mnt 124, Rapla (müügiplats)
facebook.com/Agritehnika