



Cestou k chytrému zemědělství...



*Rychle přístupný dusík

Výzva

Nejdůležitějším úkolem minerálních hnojiv je čelit dvěma výzvám, a to nasýtit rostoucí světovou populaci a omezit změny klimatu. Odhaduje se, že minerální hnojiva na pozadí současné “zelené” zemědělské revoluce přispívají více než z poloviny ke světové potravinové produkci a zásobení bílkovinami.

Evropské sdružení výrobců hnojiv se domnívá, že evropská zemědělská politika by se měla zaměřit na zlepšení výkonnosti zemědělského sektoru s ohledem na jeho produktivitu a efektivitu. Tento přístup umožní evropským zemědělcům zvyšovat soběstačnost, přispívat ke globálním potravinovým potřebám a zároveň povede k udržitelné zemědělské produkci. Trvale udržitelná intenzifikace evropského zemědělství prostřednictvím efektivního využití minerálních hnojiv může napomoci tomu, aby byl zemědělský sektor v souladu s hlavními cíli politiky EU.

Dusíkatá hnojiva s rychle přístupným dusíkem nabízí zemědělcům a agronomům precizní a zodpovědné postupy vedoucí ke zvyšování produkce potravin a energie, a to způsobem, který je ekologicky přijatelný. Dusíkatá hnojiva s rychle přístupným dusíkem založená na nitrátu a amoniaku kombinují výhody dvou nejjednodušších forem mobilního dusíku, které jsou rychle přijatelné rostlinami.

Tato brožura stanovuje hlavní aspekty agronomického a environmentálního dopadu různých typů dusíkatých hnojiv, která se v současné době používají v Evropě, a výhody dusíkatých hnojiv s rychle přístupným dusíkem, jakými jsou např. dusičnan amonný (DA), ledek amonný s vápencem resp. dolomitem (LAV/LAD) a dusičnan amonný se síranem amonným.

DAN family

“Používání správné formy dusíkatých hnojiv je velmi důležité, protože různé produkty mají i různé dopady na životní prostředí,” *Daniela.*

“Kombinace Správné zemědělské praxe a hnojiv s rychle přístupným dusíkem zvyšuje účinnost využívání dusíku a minimalizuje ekologické škody,” *Dan.*

“Díky hnojivům s rychle přístupným dusíkem o mě bude dobře postaráno. A to i v dospělosti,” *Danuška.*

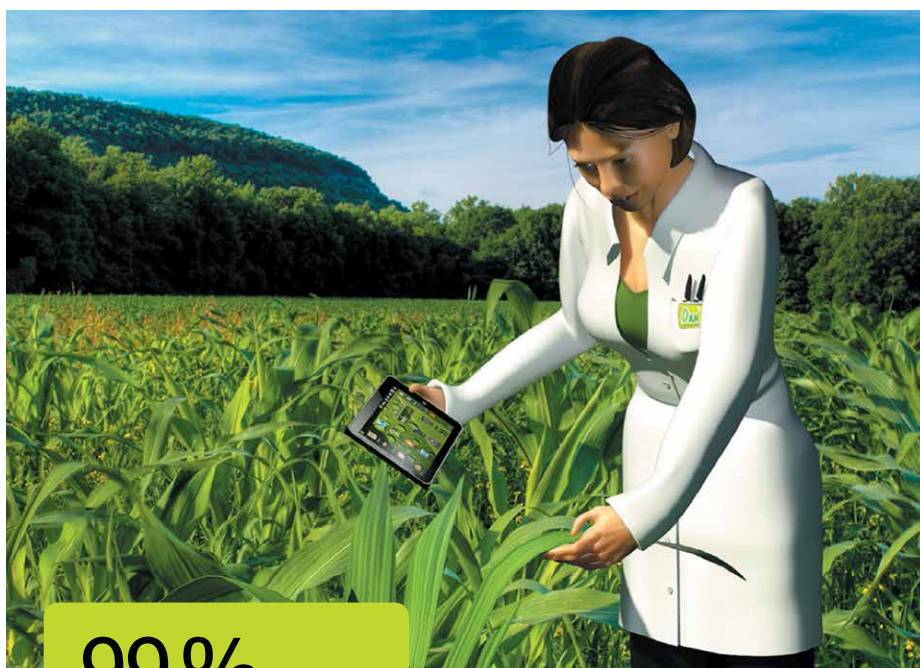
DAN
Directly Available Nitrogen

Obsah

Dusík: nezbytnost pro život	5
Dusík v přírodě	
Minerální výživa	
Pochopení koloběhu dusíku	6
Nitrátový dusík	
Amonný dusík	
Amidický dusík	
Nasytit svět	9
Uspokojit evropské potravinové potřeby	
Optimalizovat výnos a kvalitu	
Ochrana životního prostředí	12
Snižování emisí amoniaku v ovzduší	
Omezení ztrát vyplavováním	
Optimalizovaná produkce hnojiv	
Zmírňování změn klimatu	15
Cestou k nejlepší zemědělské praxi	16
Zvyšování účinnosti hnojiv	
Přizpůsobení aplikace hnojiv potřebám rostlin	
Zajištění přesnosti rozmetání	
Optimalizace potřeby dusíkatých hnojiv	
Snížení okyselování půdy	
Použitá literatura	18

Dusík: nezbytnost pro život

PO MNOHO LET SHLEDÁVÁ VĚTŠINA EVROPSKÝCH ZEMĚDĚLCŮ, ŽE DUSÍKATÁ HNOJIVA S RYCHLE PŘÍSTUPNÝM DUSÍKEM JSOU EFEKTIVNÍM A ÚČINNÝM ZDROJEM DUSÍKU PRO ROSTLINY. NICMÉNĚ, VYUŽÍVÁNY JSOU I JINÉ MINERÁLNÍ ZDROJE DUSÍKU, KTERÉ PŮSOBÍ V PŮDĚ RŮZNÝM ZPŮSOBEM. TYTO ROZDÍLY JE TŘEBA VZÍT V ÚVAHU PŘI HODNOCENÍ AGRONOMICKÉHO A ENVIRONMENTÁLNÍHO PŮSOBNÍ.



99%

dusíku na zemi je
obsaženo v atmosféře.

Tento dusík není pro
většinu rostlin přímo
přístupný.

DUSÍK V PŘÍRODĚ

Dusík (N) je základní prvek pro život rostlin. Stimuluje růst kořenů a fotosyntézu, ale i příjem dalších živin pro rostliny, jakými jsou např. fosfor (P) a draslík (K). 99 % dusíku na zemi je ukládáno v atmosféře a méně než 1 % je k dispozici v zemské kůře. Molekuly dusíku (N_2) v atmosféře jsou chemicky neaktivní a nemohou být rostlinami snadno přijímány.

Zemědělství dále odčerpává mobilní dusík z půdy. Dusík je přijímán během růstu rostlin a následně odvážen z polí, a to většinou v podobě proteinu v době, kdy probíhá sklizeň rostlin. Je třeba obnovit organické nebo minerální zdroje dusíku. Hnojiva, ať už statková nebo minerální jsou proto klíčovým prvkem trvale udržitelného zemědělství.

Nedostatek dusíku má za následek snížení půdní úrodnosti, nízké výnosy a nízkou kvalitu produkce. Na druhé straně, přebytek dusíku v půdě může způsobit jeho přesun do podzemních vod a vést k eutrofizaci povrchových vod nebo uniknout do atmosféry, což způsobuje znečišťování a oteplování klimatu.

MINERÁLNÍ VÝŽIVA

Hlavní minerální hnojiva pochází z přirozeně se vyskytujících surovin, které byly průmyslovým zpracováním transformovány do formy, která je dostupná rostlinám:

- ▶ Dusík (N) přijatý ze vzduchu je nenahraditelný komponent rostlinných proteinů.
- ▶ Fosfor (P) extrahovaný z vytěžených nerostů je součástí nukleových kyselin a lipidů a je klíčem k energetickému transferu.
- ▶ Draslík (K) získaný z vytěžených rud má důležitou roli v metabolismu rostlin. Je nezbytný pro fotosyntézu, aktivaci enzymů, osmoregulaci atd.

Hlavní zdroje minerálních dusíkatých hnojiv používaných v Evropě:



▶ Dusičnan amonný (DA) obsahuje dusík ve formě NH_4^+ (amonná forma) a NO_3^- (nitratová forma) ve stejném poměru.



▶ Ledek amonno-vápenatý (LAD/LAV) obsahuje navíc dolomit nebo vápenec.

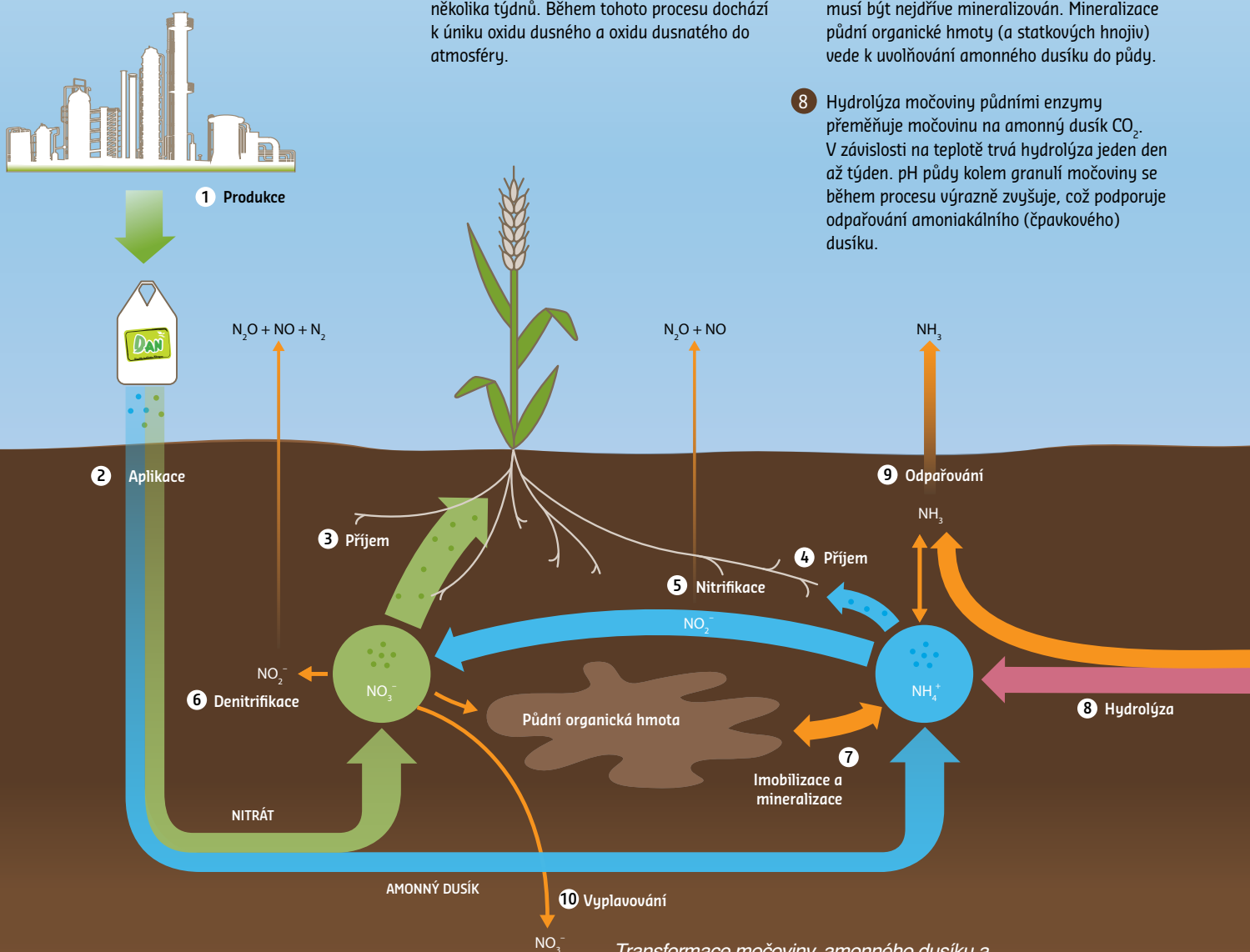
▶ Vodný roztok dusičnanu amonného a močoviny (DAM).

▶ Močovina obsahuje dusík v amidické formě (NH_2).

Pochopení koloběhu dusíku

V PŮDĚ PROCHÁZÍ DUSÍK TRANSFORMACÍ V ZÁVISLOSTI NA CHEMICKÉM SLOŽENÍ POUŽITÉHO DUSÍKU. ZATÍMCO NITRÁT JE ROSTLINAMI PŘIJÍMÁN PŘÍMO, PŘI PŘEMĚNĚ AMONIA A MOČOVINY NA NITRÁTY MŮŽE DOCHÁZET K TRANSFORMAČNÍM ZTRÁTÁM DUSÍKU, JELIKOŽ AMONIUM A MOČOVINA MUSÍ BÝT NEJDŘÍVE PŘEMĚNĚNY NA DUSIČNANY.

- 1 Energie ve formě zemního plynu je kombinována s dusíkem ze vzduchu a přeměňována na amoniak, hlavní stavební prvek dusíkatých hnojiv (DA, močovina).
- 2 Dusíkaté hnojivo může být aplikováno ve formě minerálního dusíku, ve formě amonné, nitrátové, amidické nebo jejich kombinací a dále ve formě organických a statkových hnojiv, která obsahují komplexní organické sloučeniny a amonný dusík.
- 3 Příjem nitrátů je velmi rychlý díky jeho vysoké mobilitě. Většina rostlin dává přednost nitrátům před amonnou formou dusíku.
- 4 Příjem amonného dusíku je pomalejší než příjem nitrátů. Amonný dusík se váže na jílové částice v půdě a kořeny k němu musí dorůst. Většina amonného dusíku se proto nitrifikuje dříve, než dojde k jeho příjmu rostlinami.
- 5 Nitrifikace půdními bakteriemi přemění amonný dusík na nitrát během několika dnů až několika týdnů. Během tohoto procesu dochází k úniku oxidu dusného a oxidu dusnatého do atmosféry.
- 6 K denitrifikaci dochází tehdy, když mikroorganismům chybí kyslík (podmáčení a utužení půdy). Půdní bakterie přeměňují v tomto procesu nitrát a nitrit na plynný oxid dusný, oxid dusnatý a dusík. Ty unikají do atmosféry.
- 7 Imobilizace transformuje minerální dusík do organických látek v půdě. Aktivita půdních mikroorganismů je stimulována především amonným dusíkem. Imobilizovaný dusík není okamžitě k dispozici pro příjem rostlinami, ale musí být nejdříve mineralizován. Mineralizace půdní organické hmoty (a statkových hnojiv) vede k uvolňování amonného dusíku do půdy.
- 8 Hydrolýza močoviny půdními enzymy přeměňuje močovinu na amonný dusík CO_2 . V závislosti na teplotě trvá hydrolýza jeden den až týden. pH půdy kolem granulí močoviny se během procesu výrazně zvyšuje, což podporuje odpařování amoniakálního (čpavkového) dusíku.



Transformace močoviny, amonného dusíku a nitrátů v půdě. U močoviny dochází k nejvyšším transformačním ztrátám, u nitrátů k nejnižším.

PRODUKT	OBSAH DUSÍKU			
	Močovinový (amidický) dusík $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Hydrolyzá	Amonný dusík (NH_4^+)	Nitrifikace
Dusičnan amonný			50 %	50 %
Ledek amonný s vápencem (dolomitem)			50 %	50 %
DAM	50 %		25 %	25 %
Močovina	100 %			



Běžné formy dusíkatých minerálních hnojiv obsahují dusík v různém množství ve formě nitrátové, amonné nebo amidické. Rostliny snadno přijímají pouze nitrát. Amidická a amonná forma se přeměňují na dusičnany hydrolyzou a nitrifikací.

9 K vypařování amoniaku dochází, když se amonný dusík přeměňuje na amoniak, který uniká do atmosféry. Vysoká hodnota pH půdy tuto přeměnu podporuje. Probíhá-li tato přeměna na povrchu půdy, ztráty jsou nejvyšší. Tyto dvě podmínky jsou splněny, pokud je močovina rozmetána bez jejího bezprostředního zapravení do půdy.

10 K vyplavování nitrátů dochází hlavně v zimě, kdy srážky odplavují zbytkové a mineralizované nitráty nacházející se pod kořenovou zónou. Správně prováděné hnojení snižuje míru vyplavování během vegetačního období a po jeho skončení.

Nitrátový dusík

Nitrát (NO_3^-) je snadno a rychle přijímán rostlinami. Na rozdíl od močoviny nebo amonného dusíku je okamžitě k dispozici jako živina. Nitrát je vysoce mobilní v půdě a rychle se dostává ke kořenům rostlin. Použití dusíku ve formě dusičnanu amonného či ledku (LAD/LAV) tak poskytuje okamžitý zdroj živin.

Příjem záporně nabitého nitrátu je spojen s příjmem kladně nabitých živin, jako jsou např. hořčík, vápník a draslík.

Je důležité poznamenat, že v podstatě všechny dusík v půdě je přijímán rostlinami jako nitrát, ať už byl aplikován jako močovina v amonné formě nebo jako nitrát. Je-li nitrát aplikován přímo, jsou vyloučeny ztráty z přeměny močoviny na amonnou formu a z amonné formy na nitrát.

Amonný dusík

Amonný dusík (NH_4^+) je rostlinami přijímán pomaleji. Kladně nabití ionty se poutají na půdní minerály a jsou méně mobilní než ionty nitrátu (NO_3^-). Kořeny rostlin proto musí růst směrem k amonnému dusíku. Většina amonného dusíku se přemění na nitrát působením půdních mikrobů. Tento proces nitrifikace závisí na teplotě a trvá jeden až několik týdnů.

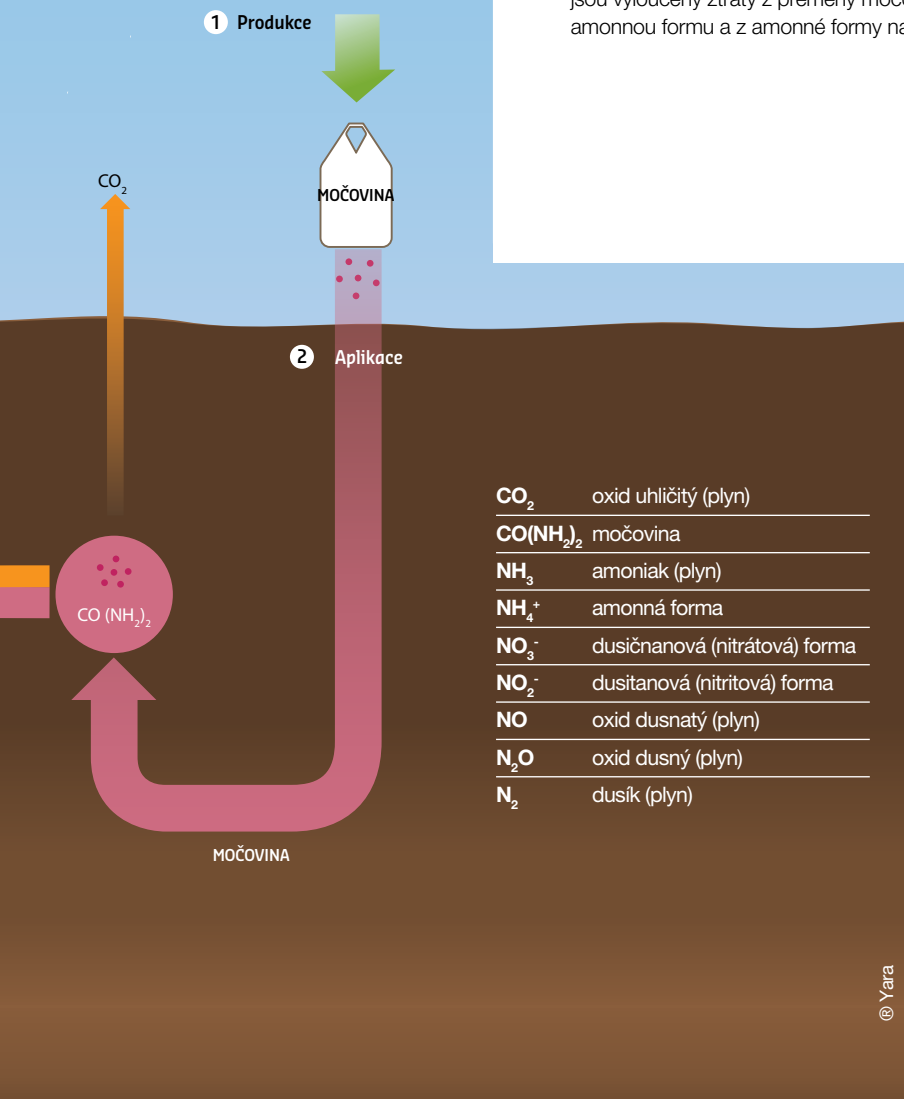
Další část amonného dusíku je imobilizována půdními mikrobi a uvolní se až za dlouhou dobu, neboť je vázána v půdní organické formě.

Dusík z močoviny (amidický dusík)

Kořeny rostlin přímo nepřijímají ve významném množství amidickou formu dusíku. Močovina musí být nejdříve hydrolyzována na amonný dusík půdními enzymy, což trvá v závislosti na teplotě jeden den až týden. Pro hydrolyzu je nutná dostatečná vláhka.

Amonný dusík vzniklý hydrolyzou se však nechová přesně tak, jako amonný dusík z dusičnanu amonného. Hydrolyza močoviny má za následek krátkodobou alkalizaci v bezprostřední blízkosti aplikovaných granulí močoviny. Tím se posouvá přirozená rovnováha mezi amonnou formou (NH_4^+) a amoniakem (NH_3) směrem k amoniaku, což vede ke ztrátám způsobeným odpařováním. Použití inhibitoru ureázy může pomáhat tyto ztráty snížit.

Ztráty dusíku, pozorované u močoviny, jsou hlavním důvodem její nižší účinnosti. To je také důvod, proč by se močovina, kdykoli je to možné, měla ihned po aplikaci zapravovat do půdy.



Cestou k chytrému
zemědělství...

Organizace spojených
národů pro výživu a
zemědělství (FAO) očekává,
že světová populace dosáhne
do roku 2050 počtu

9,1 miliardy lidí,
bude nutné zvýšit produkci
potravin o dalších
70 %.

Nasytit svět

TÉMATY ROSTOUCÍ SVĚTOVÉ POPULACE A VZRŮSTAJÍCÍ ZÁJEM O EKOLOGII SE NOVĚ STÁVAJÍ STŘEDEM ZÁJMU ZEMĚDĚLSTVÍ. JAK MŮŽE ZEMĚDĚLSKÁ POLITIKA VYTVOŘIT ROVNOVÁHU MEZI ZAJIŠŤOVÁNÍM POTRAVIN A OCHRANOU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ? LZE SLADIT AGRONOMICKÝ VÝKON VE VZTAHU K ZATĚŽOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ? JAKOU ROLI HRAJÍ MINERÁLNÍ HNOJIVA A JAKÉ JSOU NEJLEPŠÍ VOLBY?

USPOKOJIT EVROPSKÉ POTRAVINOVÉ POTŘEBY

Jak upozornila organizace FAO, "zelená revoluce" během uplynulých padesáti let ztrojnásobila produkci potravin z velké části díky používání minerálních hnojiv. Ve stejném období světová populace vzrostla z 3 na 7 miliard lidí.

Populace se zvyšuje, ale rozloha dostupné zemědělské půdy je omezená. (Obr. 1). S očekávaným růstem světové populace na 9,1 miliardy lidí do roku 2050, který ohlásila organizace FAO, se bude muset produkce potravin zvýšit o dalších 70 %. Zmenšující se výměra půdy vhodná k přeměně na zemědělskou půdu navíc znamená nutnost optimalizovat výnos z dosavadní zemědělské plochy [ref. 1].

Evropské zemědělství je jedním z nejvýkonnějších a nejproduktivnějších na světě, přesto se Evropská Unie stala největším světovým dovozcem zemědělských komodit. Evropský dovoz převyšuje vývoz o 65 milionů tun, což představuje nárůst o 40 % za posledních deset let. Zemědělské plochy mimo Evropskou Unii, potřebné k vyprodukování těchto dovozů, činí téměř 35 milionů hektarů, což je přibližně velikost Německa [ref. 2].

Abychom byli schopni čelit výzvám 21. století, je třeba dosáhnout dalšího pokroku ve výnosech a produktivitě. Minerální hnojiva jsou nezbytná k podpoře efektivního využívání zemědělské půdy a mohou pomoci zajistit potravinovou bezpečnost v globálním měřítku, chránit stávající lesy a pastviny před konverzí a tak zamezit změně využití půdy a uhlíkovým ztrátám.

Jak bylo uvedeno výše, velmi důležité je používání správné formy dusíku, kterou poskytují hnojiva s rychle přístupným dusíkem.

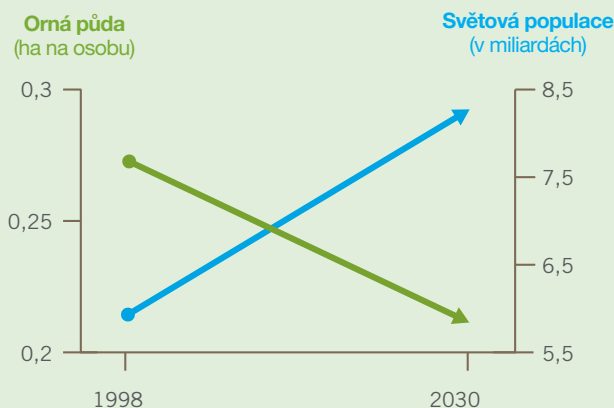
Velmi důležité je používání správné formy dusíku, jako např. dusíku z hnojiv s rychle přístupným dusíkem.

To pomáhá nasytit svět a chránit životní prostředí.



Obr. 1

SVĚTOVÁ POPULACE VERSUS DOSTUPNÁ ORNÁ PŮDA 1995 - 2030



Světová populace se rozrůstá, ale dostupná rozloha orné půdy je omezená [ref. 1].

Optimalizovat výnos a kvalitu

Používání správných hnojiv je zásadní. Různé zdroje minerálního dusíku mají různé dopady na výnos a kvalitu plodin. Tento fakt je evropským zemědělcům dobře známý po celá desetiletí.

Různá účinnost zdrojů minerálního dusíku je způsobena především jeho ztrátami v podobě vypařování a vyplavování. Některé ztráty jsou ještě prohloubeny nesouladem mezi dodávkou dusíku a jeho příjmem rostlinami.

Studie provedené na polích ve Francii, Německu a Velké Británii ukázaly, že dusíkatá hnojiva s rychle přístupným dusíkem zajistila trvale vyšší výnosy a lepší kvalitu plodin než močovina. Nižší účinnost pozorovaná u DAM a močoviny může být kompenzována vyšší dávkou dusíku, ovšem na úkor větší ekologické zátěže.

95 %

evropských zemědělců
se spoléhá na minerální
hnojiva.

Nejlepší zemědělské
postupy a nástroje
precizního zemědělství
mohou zvýšit účinnost
hnojiv a minimalizovat
ztráty dusíku.



Francie (Obr. 2)

Při optimální dávce N, která byla v průměru 182 kg/ha, vyprodukoval dusičnan amonný o 0,26 t větší výnos a o 0,75 procentních bodů vyšší obsah proteinů než DAM. Pro dosažení ekonomického optima bylo ve variantě s DAM potřeba použít 27 kg N/ha navíc (15 %). [ref. 3].

Německo (Obr. 3)

V Německu bylo v letech 2004 a 2010 provedeno 55 polních pokusů s ozimými obilovinami na různých typech půd. Při průměrné optimální dávce N 210 kg/ha, vyprodukoval ledek amonno-vápenatý o 2 % větší výnos a o 0,23 procentních bodů vyšší obsah bílkovin než močovina. Pro dosažení ekonomického optima bylo ve variantě s močovinou potřeba použít 15 kg N/ha navíc (7,1 %) navíc [ref. 4].

Velká Británie (Obr. 4,5,6)

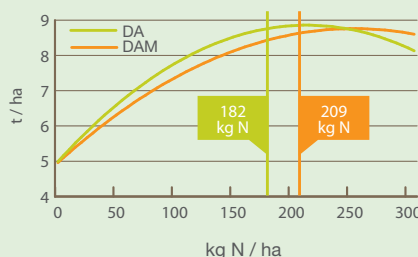
Nejrozsáhlejší studie srovnávající různé formy dusíkatých hnojiv byla provedena v pověření britského Ministerstva pro životní prostředí, výživu a venkovské záležitosti (Defra) v letech 2003 až 2005 [ref. 5]. Kromě kvantitativních rozdílů studie poukázala na variabilitu výsledků pozorovaných u močoviny a DAM. Potřebné aplikační dávky dusíku navíc u močoviny a DAM proto nelze odhadnout se stejnou spolehlivostí jako při použití dusičnanu amonného.

Francie (Obr. 7)

Výsledky experimentu ADA ve Francii (leděk amonný versus močovina) ukazují, že ledek amonný prokázal v dlouhodobém měřítku (každoroční opakované použití) lepší účinnost dusíku ve srovnání s močovinou. Při jakékoliv aplikační dávce vyprodukoval ledek amonný u pšenice a řepky o 4 až 6 % vyšší výnos ve srovnání s močovinou. Pro dosažení stejného výnosu s močovinou bylo nutné použít 40 kg N navíc [ref. 6].

Obr. 2

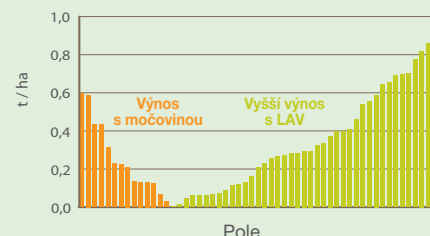
SROVNÁVACÍ VÝNOSOVÉ KŘIVKY PRO DUSIČNAN AMONNÝ A DAM VE FRANCII



Výnosové křivky zkušebních pokusů ukazují, že v průměru by bylo potřeba dalších 27 kg dusíku s DAM pro dosažení ekonomického optima [ref. 3].

Obr. 3

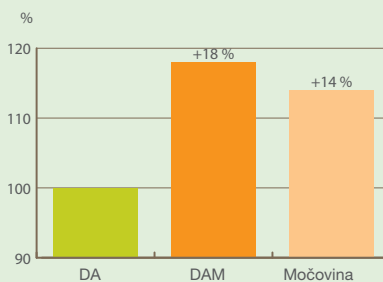
SROVNÁNÍ VÝNOSU PO POUŽITÍ LEDKU AMONNÉHO (LAV) A MOČOVINY NA 55 MÍSTECH V NĚMECKU



Z 55 pozemků v Německu hnojených optimální dávkou dusíku, 75 % produkovalo vyšší výnos s ledkem amonno-vápenatým a 25 % produkovalo vyšší výnos s močovinou [ref. 4].

Obr. 4

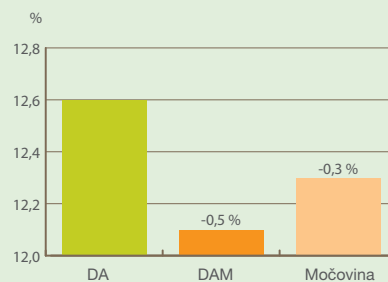
POŽADAVEK NA DALŠÍ N PRO DOSAŽENÍ STEJNÉHO VÝNOSU



Pro zachování stejného výnosu bylo potřeba mnohem více dusíku z močoviny a DAM než z dusičnanu amonného [ref. 5].

Obr. 5

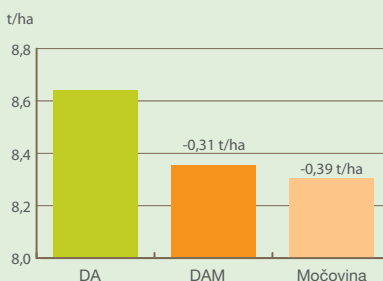
OBSAH BÍLKOVIN PŘI STEJNÉ DÁVCE DUSÍKU



Obsah bílkovin byl nižší na polích hnojených močovinou nebo DAM než na polích hnojených dusičnanem amonným [ref. 5].

Obr. 6

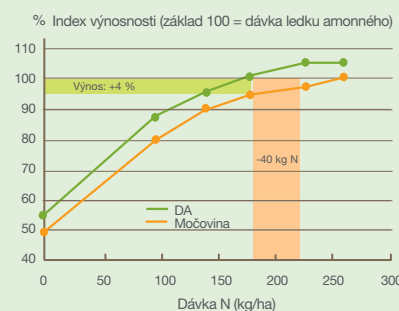
VÝNOS PŘI POUŽITÍ STEJNÉ DÁVKY DUSÍKU



Výnos byl rovněž nižší s močovinou a DAM ve srovnání s ledkem amonným [ref. 5].

Obr. 7

ÚČINNOST DUSÍKU



Účinnost během doby aplikace různých forem dodávaného dusíku. (Réseau ADA 2008-2011, 30 výsledků testů) na řepce, pšenici, ječmeni [ref. 6].

Ochrana životního prostředí

DUSÍKATÁ HNOJIVA S RYCHLE PŘÍSTUPNÝM DUSÍKEM (DUSIČNAN AMONNÝ A LEDEK AMONNO-VÁPENATÝ) PROKÁZALA JASNÉ EKOLOGICKÉ VÝHODY VE SROVNÁNÍ S DALŠÍMI DRUHY DUSÍKATÝCH HNOJIV. VYKAZUJÍ NIŽŠÍ UHLÍKOVOU STOPU BĚHEM SVÉHO ŽIVOTNÍHO CYKLU ZAHRNÚJÍCÍHO PRODUKCI A APLIKACI A TAKÉ NIŽŠÍ MNOŽSTVÍ VYPAŘOVANÉHO AMONIAKU, I KDYŽ NEJSOU ZAPRAVENA DO PŮDY.



Snižování úniku amoniaku do vzduchu

Evropská emisní inventura (EMEP) uvedla, že 94 % všech emisí amoniaku je způsobeno zemědělstvím, přičemž cca 80 % těchto emisí pochází z organických zdrojů.

Vypařování amoniaku je přímou ztrátou dusíku, a tím i výraznou zátěží pro životní prostředí. Vypařený amoniak cestuje přes hranice států, způsobuje okyselení a eutrofizaci půdy a vody. Vypařený amoniak navíc významně přispívá k vytváření mikročásteček (PM 2,5), které mohou přispívat k závažným zdravotním problémům. To je důvod, proč byl zaveden Gothenburský protokol a Směrnice EU o národních emisních stropích, aby se omezily emise amoniaku bez ohledu na jejich zdroj.

Již dlouhou dobu je známo, že močovina či DAM vykazují vyšší ztráty vypařováním (těkáním) než dusičnan amonný nebo ledek amonno-vápenatý (LAV/LAD). Ztráty amoniaku z močoviny je možné omezit zapravováním hnojiva do půdy po rozmetání. Nicméně, toto je možné jen u plodin setých na jaře.

Ztráty z travních porostů jsou obecně považovány za vyšší než z orné půdy, protože hnojiva se obvykle aplikují na povrch (Obr. 8).

Používání hnojiv na bázi močoviny způsobuje v závislosti na přírodních podmínkách ztráty N ve formě amoniaku ve výši až 58 %. Dostupná opatření ke snížení emisí amoniaku ze zemědělství zahrnují nízký přísun N, nízkoemisní způsob ustájení skotu, prasat a drůbeže, čištění vzduchu, zastřešené skladování kejdy, aplikaci kejdy a pevných hnojiv s nízkou koncentrací amoniaku, spalování drůbežního hnoje a náhradu močoviny (UNECE, 2007).

Obr. 8

PRŮMĚRNÉ EMISE AMONIAKU NA KG POUŽITÉHO DUSÍKU PRO RŮZNÉ DRUHY HNOJIV

ZTRÁTY Z VYPAŘOVÁNÍ [% N]	ORNÁ PŮDA		TRAVNÍ POROSTY	
	EMEP	Defra	EMEP	Defra
LAD/LAV DA	0,6 %	3 (-3-10) %	1,6 %	2 (-4-13) %
DAM	6 %	14 (8-17) %	12 %	N.A.
Močovina	11,5 %	22 (2-43) %	23 %	27 (10-58) %

Tabulka zahrnuje údaje z oficiální Evropské emisní inventury (EMEP) a studie britského Ministerstva pro životní prostředí, výživu a záležitosti venkova (Defra). Ve všech případech jsou ztráty z vypařování výrazně vyšší s močovinou a DAM než s ledkem amonno-vápenatým [ref. 7,8,9].

Omezení ztrát vyplavováním

Zvýšené koncentrace dusičnanů (nitrátů) v podzemních a povrchových vodách jsou nežádoucí. Nitrátová směrnice EU z roku 1991 stanovila únosnou míru na 50 mg/l. Vyplavování dusičnanů je nezávislé na zdroji dusíku. Může být způsobeno organickou půdní hmotou, organickými statkovými hnojivy nebo minerálními hnojivy, nejsou-li použity správným způsobem.

K vyplavování dusičnanů dochází, když je půda nasycena vodou a dusičnany jsou odplavovány mimo kořenovou zónu prosakováním dešťové vody nebo závlahy. Nitrátový dusík není vázán na půdní částice a zůstává v půdním roztoku, kde se volně pohybuje s vodou v půdě. Amonný dusík se váže zejména na jílové částice v půdě a je tedy méně náchylný na vyplavování.

Močovina se hydrolyzou rychle přeměňuje na amonný dusík a později mikrobiální aktivitou na nitráty, což způsobuje únik emisí mimo vegetační období. Kromě toho je molekula močoviny velmi mobilní a může se silnými dešti po aplikaci hnojiva proplavit až do podloží.

Během vegetačního období k vyplavování téměř nedochází. K většině ztrát dusičnanů do vody dochází mimo vegetační období v průběhu zimy. Hlavním cílem je proto minimalizovat koncentraci dusičnanů v půdě na konci vegetačního období.

U ozimých obilnin aplikace dusíku až po ekonomicky optimální dávku maximalizuje výnos, přičemž výrazně snižuje koncentraci dusičnanů v půdě po sklizni a tudíž i riziko vyplavování. Optimální aplikační dávka dusíku také minimalizuje zbytkový dusík (Obr. 9).

K vymývání dusičnanů (nitrátů) dochází bez ohledu na zdroj dusíku.

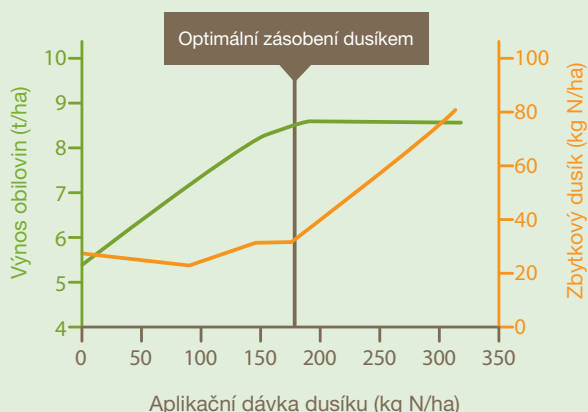
Lze ho minimalizovat s využitím postupů Správné zemědělské praxe.

Vyplavování lze minimalizovat následujícím způsobem:

- ▶ Stanovením obsahu půdního dusíku vhodnými odběry a analýzami vzorků.
- ▶ Rozdělením dávek dusíku v průběhu vegetačního období pro zajištění rychlého příjmu rostlinami.
- ▶ Používáním hnojiv s rychle přístupným dusíkem umožňujícím jeho rychlé a predikované uvolnění, jako například ledku amonného.
- ▶ Pokud je to možné, přizpůsobením aplikace dusíku skutečným potřebám pomocí nástrojů precizního zemědělství.
- ▶ Umožněním efektivnějšího využívání dusíku hlubokým a rozsáhlým kořenovým systémem.
- ▶ Udržováním porézní struktury půdy
- ▶ Absorpcí zbytkového dusíku meziplodinami.
- ▶ Zajištěním vyváženosti živin tak, aby mohl být přijímán dusík, který je k dispozici.

Obr. 9

VÝNOS OBILOVIN A ZBYTKOVÝ DUSÍK VERSUS APLIKAČNÍ DÁVKA DUSÍKU



Zbytkový dusík v půdě po sklizni, a tím i riziko vyplavování, se výrazně snižuje při optimální aplikační dávce N. [ref. 10].





Různá hnojiva mají různé agronomické a environmentální dopady. Aby bylo možné stanovit dopad dusíkatých hnojiv, musí být provedena analýza životního cyklu.

Hnojiva s rychle přístupným dusíkem vykazují v Evropě dlouhodobě lepší výsledky.

Optimalizovaná výroba hnojiv

Minerální dusíkatá hnojiva se vyrábí extrakcí dusíku z atmosféry. Tento proces vyžaduje energii a tím uvolňuje CO_2 , což je skleníkový plyn, který přispívá ke změně klimatu. Kontinuálním zlepšováním technologie se evropští výrobci hnojiv významně přiblížili energetickému minimu. Současné se evropské výrobní kapacity čpavku řadí mezi nejlepší na světě. (Obr. 10, 11).

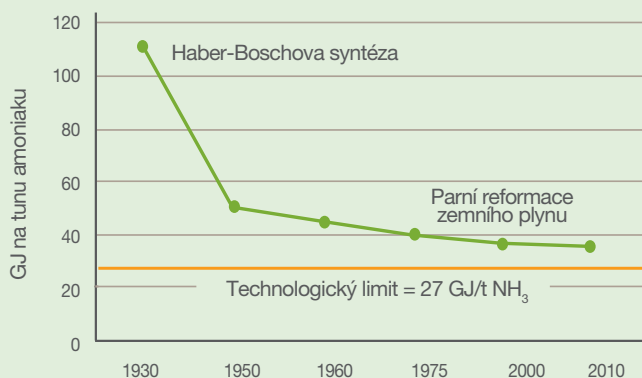
Kromě oxidu uhličitého se při výrobě hnojiv uvolňuje také oxid dusný, což je silný skleníkový plyn. Členové Evropského sdružení výrobců hnojiv zavedli novou technologii katalyzátoru pro snížení emisí oxidu dusného uvolňovaných při výrobě.

Vliv hnojiv na změny klimatu lze měřit podle jejich uhlíkové stopy, která je vyjádřena jako ekvivalent kg CO_2 na kg vyprodukovaného dusíku. Aby bylo možné pochopit skutečný dopad produktu na klima, musí být provedena analýza životního cyklu včetně veškerých kroků od výroby až po příjem rostlinami. Podrobné srovnání jednotlivých uhlíkových stop životního cyklu u různých druhů hnojiv je uvedeno v další části (Obr. 12).

Pokud bude v budoucnu technologie zachycování a skladování uhlíku (CCS) dostupná, stanou se dusíkatá hnojiva ještě více preferovanou volbou. Obecně platí, že CO_2 z průmyslových procesů a výroby elektřiny musí projít nákladným procesem čištění/koncentrace, než může být použitelný pro technologii CCS. Při výrobě dusíkatých hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem je CO_2 již čistý a připravený pro využití v technologii CCS.

Obr. 10

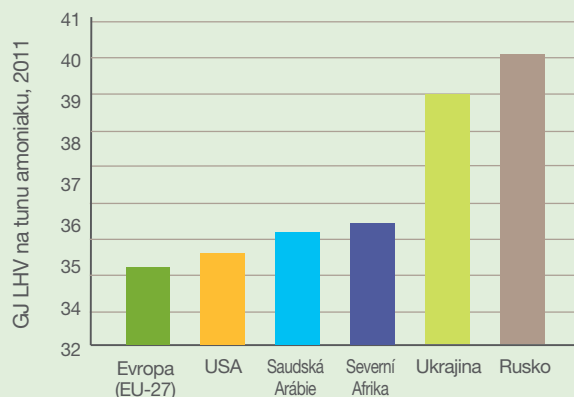
POKROK V ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI
PRO VÝROBU AMONIAKU



Spotřeba energie v evropských závodech na výrobu hnojiv během doby klesala a dnes se blíží teoretickému technologickému limitu [ref. 11].

Obr. 11

CELOSVĚTOVÁ ENERGETICKÁ ÚČINNOST ZÁVODŮ NA VÝROBU
AMONIAKU (REGIONÁLNÍ PRŮMĚR)



Průměrná energetická účinnost evropských závodů na výrobu amoniaku patří mezi nejlepší na světě [ref. 12].

Zmírňování změn klimatu

VÝROBA, PŘEPRAVA A POUŽÍVÁNÍ MINERÁLNÍCH HNOJIV PŘÍSPÍVÁ PŘÍMO I NEPŘÍMO K EMISÍM SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ (GHG), A TO ZEJMÉNA OXIDU UHLÍKOVÉHO (CO_2) A OXIDU DUSNÉHO (N_2O).

Hnojiva zároveň zvyšují zemědělskou produktivitu a stimulují pohlcování CO_2 plodinami. Zvyšují výnos a omezují nutnost kultivace nové půdy, čímž se předejde emisím skleníkových plynů ze změny využívání půdy - samotná změna způsobu využívání půdy činí 12 % celosvětových emisí skleníkových plynů [ref. 13].

Analýza životního cyklu hnojiv určuje emise a absorpce skleníkových plynů ve výrobě, přepravě a skladování, jakož i při aplikaci a růstu plodin (tj. pro každou fázi "života" hnojiva). To umožňuje lépe pochopit, co se může a musí udělat pro zlepšení celkové bilance uhlíku. Aby byly různé skleníkové plyny srovnatelné, jsou převedeny na ekvivalenty CO_2 (CO_2 -eqv).

Různé druhy hnojiv mají různé uhlíkové stopy. Močovina produkuje méně CO_2 při výrobě než ledek amonný. Po aplikaci se tento rozdíl obrací v neprospěch močoviny, protože močovina uvolňuje CO_2 obsažený ve svých molekulách. Po aplikaci močoviny se také očekává, že bude v průměru uvolněno více N_2O z půdy ve srovnání se situací, kdy je aplikováno hnojivo s rychle přístupným dusíkem [ref. 14].

Uhlíková stopa životního cyklu je tedy vyšší u močoviny než u hnojiv s rychle přístupným dusíkem. Kromě toho ztráty z vypařování močoviny a nižší účinnost N musí být kompenzovány vyššími dávkami o zhruba 15 %, které představují další uhlíkovou stopu. Měříme-li uhlíkovou stopu hnojiv, pak je, velmi důležité srovnat celý životní cyklus produktu (Obr. 12).

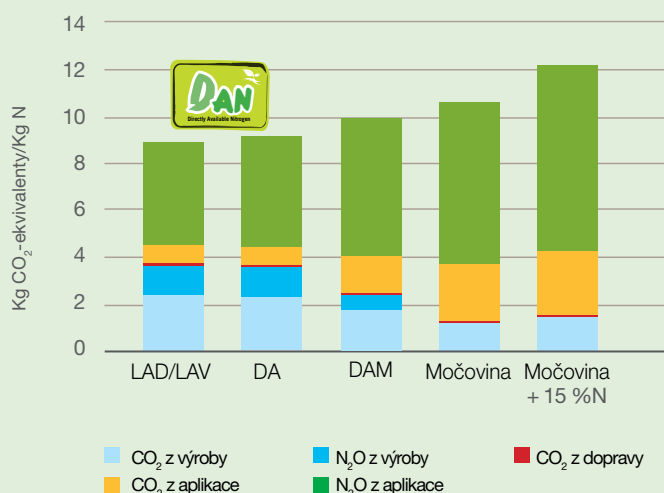
Analýza životního cyklu určuje celkové emise a absorpce skleníkových plynů u hnojiv

Chceme-li dosáhnout stejného celkového výnosu, bude uhlíková stopa hnojiv s rychle přístupným dusíkem o cca 25 % nižší.



Obr. 12

SROVNÁNÍ UHLÍKOVÝCH EMISÍ RŮZNÝCH DRUHŮ HNOJIV



Uhlíková stopa životního cyklu pro ledek amonný (LAD/LAV) je nižší než pro močovinu a DAM. Je-li nižší účinnost močoviny a DAM kompenzována vyšší dávkou, rozdíl je ještě znatelnější [ref. 15].



Cestou k nejlepší zemědělské praxi

**ZLATÉ PRAVIDLO PRO
POUŽÍVÁNÍ DUSÍKATÝCH
HNOJIV ZŮSTÁVÁ JEDNODUCHÉ:
POUŽÍVAT SPRÁVNÝ
PRODUKT VE SPRÁVNÉ
DÁVCE, NA SPRÁVNÉM
MÍSTĚ A VE SPRÁVNÝ ČAS.
HNOJIVA SE SPOLEHLIVOU
CHARAKTERISTIKOU
UVOLŇOVÁNÍ DUSÍKU A
PŘESNOU APLIKACÍ SNÍŽUJÍ
ZTRÁTY A ZLEPŠUJÍ PŘÍJEM
ROSTLIN.**

ZVYŠOVÁNÍ ÚČINNOSTI HNOJIV

Přizpůsobení aplikace hnojiv potřebám rostlin

Dusík musí být k dispozici v dostatečném množství, aby neomezoval růst a výnos. Nicméně, nadměrné množství dusíku nad rámec krátkodobé potřeby rostlin může vést k úniku do okolního prostředí, nebo k nadbytečné spotřebě. Přesné přizpůsobení množství dodávaného dusíku aktuální potřebě rostlin a aktuálnímu přísunu půdních živin vede k maximalizaci výnosu, minimalizaci dopadu na životní prostředí a optimalizaci zisku (Obr. 13).

Dělená aplikace je ve většině případů považována za nejlepší zemědělský postup. Hnojiva nabízející předvídatelné uvolňování dusíku, který je k dispozici rostlinám, jsou pro dělenou aplikaci nejvhodnější.

To je případ ledku amonného a ledku amonno-vápenatého, ale obecně to neplatí pro močovinu. Hydrolyza močoviny a ztráty z odpařování silně závisí na klimatických podmínkách po rozmetání hnojiva, zejména za deště. Tyto podmínky nemohou být spolehlivě předpovězeny, což vede buď k nedostatku, nebo k nadbytku dusíku.

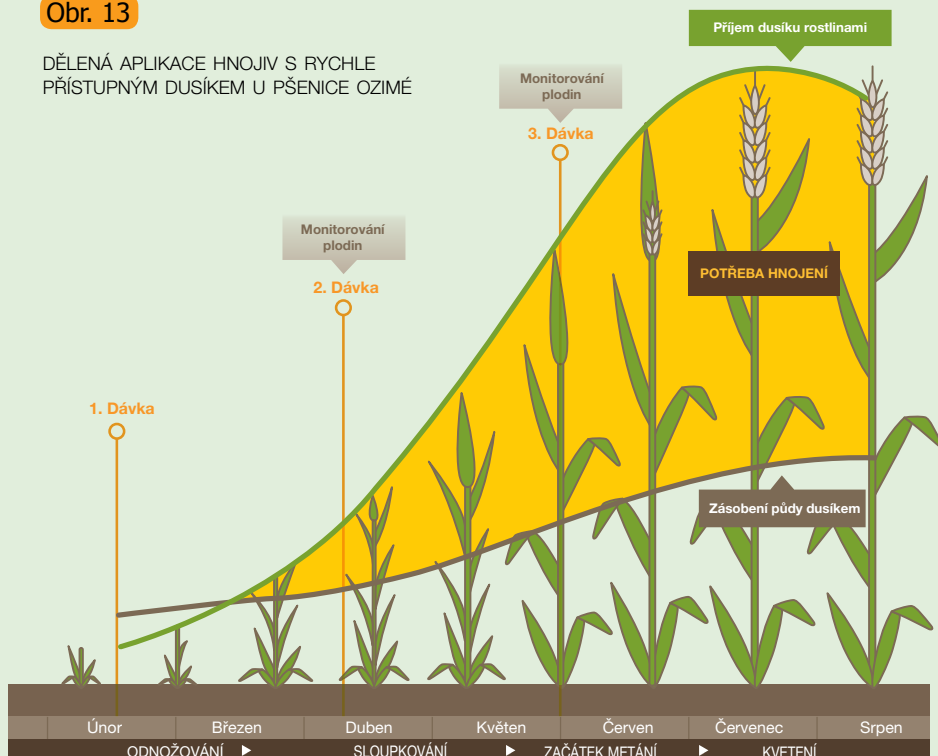
Studie společnosti Defra upozornila na nespolehlivost močoviny, protože zjistila ztráty z vypařování v rozmezí od 2 do 58 % aplikovaného dusíku.

Vyvážená výživa je dalším nezbytným předpokladem ekonomického použití hnojiv. Nedostatečné zásobování fosforem, draslíkem nebo sírou může snížit účinnost dusíku. Pravidelné odběry vzorků půdy poskytují údaje o aktuálním přísunu živin z půdy a potřebě hnojení.

Na trhu je nyní dostupných několik nástrojů pro měření potřeby dusíku u rostlin a umožňují tak přizpůsobení dávek hnojiv.

Obr. 13

DĚLENÁ APLIKACE HNOJIV S RYCHLE
PŘÍSTUPNÝM DUSÍKEM U PŠENICE OZIMÉ



Aktuální potřeba hnojení závisí jak na zásobení půdy dusíkem, tak na potřebě rostliny. Moderní monitorovací nástroje zjednodušují sledování rostlin a pomáhají přesně upravovat dělené aplikace [ref. 4].

Zajištění přesnosti rozmetání

Rovnoměrné rozmetání zajišťuje optimální zásobení dusíkem. Hnojiva s rychle přístupným dusíkem nabízí díky vyšší objemové hmotnosti a nižší koncentraci dusíku pravidelnější rozmetání než močovina. V případě močoviny může pravidelnost dále zhoršit vítr, což vede k významně nadbytečným či nedostatečným dávkám.

Studie provedená v Německu porovnávala ztráty při rozmetání močoviny a ledku amonno-vápenatého. Při rozmetání na pouhých 21 m měl mírný vítr o rychlosti 4 m/s za následek 26 % odchylku u aplikační dávky močoviny, zatímco u LAV došlo k odchylce o pouhých 6 % [ref. 16].

Optimalizace vstupů dusíkatých hnojiv

Nástroje precizního zemědělství mohou dále zvýšit přesnost rozmetání. Sensorová technologie umožňuje zemědělcům v reálném čase kontrolovat aplikaci hnojiv a pomocí GPS řídit přísun živin. Potřeba dusíku u rostlin je měřena nepřetržitě během rozmetání a při použití pro rozmetání kvalitních granulovaných dusíkatých hnojiv zaručuje nejvyšší výnos s nejnižšími vstupy.

Na velkém počtu zkušebních polí se porovnávalo použití sensorové technologie a běžné zemědělské praxe a bylo prokázáno zvýšení obsahu bílkovin o 0,2-1,2 %, nárůst výnosů o 7 % a snížení vstupu dusíku o 12 % (Obr. 14). Tato technologie se rovněž používá spolu se satelitní technologií za účelem vytváření aplikačních map.

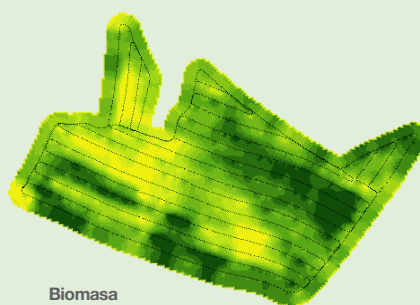
Snížení okyselování půdy

Dusíkatá hnojiva mohou některé půdy okyselovat, což je nutné korigovat vápněním. Použití hnojiv s vysokou účinností dusíku snižuje potenciální okyselování a potřebu vápnění. Hnojiva jako LAV/ LAD obsahují vápenec či dolomit, což vede k dalším úsporám nákladů a času na aplikaci vápna (Obr. 15).

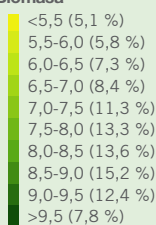
Obr. 14

MAPOVÁNÍ BIOMASY A DUSÍKU

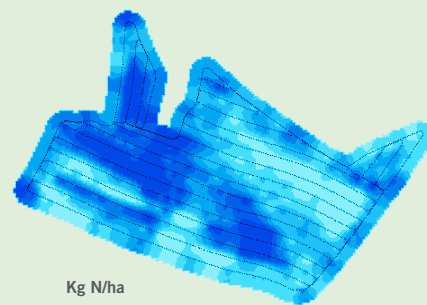
Mapování biomasy pomocí senzoru



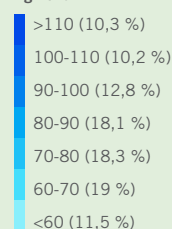
Biomasa



Mapování doporučené dávky dusíku pomocí senzoru



Kg N/ha

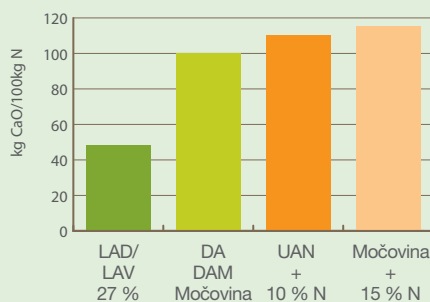


0m 100m

N-Senzory automaticky aplikují optimální dávky dusíku (modrá), založené na mapování biomasy a chlorofylu (zelená) v reálném čase, čímž je zabráněno přílišnému či nedostatečnému hnojení. Ozimá pšenice, Německo [ref. 17].

Obr. 15

POTŘEBA VÁPŇENÍ



Potřeba vápnění je u ledku amonného výrazně nižší než u močoviny [ref. 18].

N-Senzory poskytují okamžité informace o aktuální potřebě dusíku.

Hnojiva s rychle přístupným dusíkem zvyšují účinnost dusíku a minimalizují ztráty.



POUŽITÁ LITERATURA

- [ref. 1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003): World Agriculture towards 2015/2030.
- [ref. 2] Von Witzke H., Noleppa, S. (2010): EU agricultural production and trade: can more efficiency prevent increasing 'land-grabbing' outside of Europe? Humboldt Universität zu Berlin.
- [ref. 3] Lesouder C., Taureau J. (1997): Fertilisation azotée, formes et modes d'actions. Perspectives Agricoles N° 221.
- [ref. 4] Yara International, Research Centre Hanninghof, Germany.
- [ref. 5] Dampney P., Dyer C., Goodlass G., Chambers B. (2006): Component report for DEFRA project NT2605/ WP1a. Crop Responses.
- [ref. 6] UNIFA, France : Long term experimental network 2008-2011 for ADA group of members
- [ref. 7] Dampney P., Chadwick D., Smith K., Bhogal A. (2004): Report for DEFRA project NT2603. The behaviour of some different fertiliser-N materials.
- [ref. 8] Chadwick D., Misselbrook T., Gilhespy S., Williams J., Bhogal A., Sagoo L., Nicholson F., Webb J., Anthony S., Chambers B. (2005): Component report for Defra project NT2605/WP1b. Ammonia Emissions and crop N use efficiency.
- [ref. 9] EMEP/CORINAIR Technical Report No. 16/2007.
- [ref. 10] Baumgärtel G., Engels T. Kuhlmann H. (1989) : Wie kann man die ordnungsgemäße N-Düngung überprüfen? DLG-Mitteilungen 9, 472 - 474.
- [ref. 11] Adapted from Anundskas, A. (2000): Technical improvements in mineral nitrogen fertilizer production. In: Harvesting energy with fertilizers. Fertilizers Europe, Brussels.
- [ref. 12] Fertilizers Europe, Brussels.
- [ref. 13] Bellarby, J, Foerid, B, Hastings, A, Smith, P (2008): Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International, Amsterdam, Netherlands.
- [ref. 14] Bouwman, A.F., L.J.M. Boumans, N.H. Batjes, 2002: Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields. Global Biogeochemical Cycles 16, 4, 1080, 1-9.
- [ref. 15] Adapted from Brentrup, F. (2010). Yara International, Research Centre Hanninghof, Germany.
- [ref. 16] Stamm, R. (2006). Streufehler bei Seitenwind. DLZ Agrarmagazin 10.2006.
- [ref. 17] Agricon: www.agricon.de/en/products/sensors-agronomy.
- [ref. 18] Sluijsmans C.M.J. (1970): Influence of fertilizer upon liming status of the soil. J. Plant Nutr. Soil Sci., 126.



Seznamte se s DAN family na:
www.danfertilizers.com



www.danfertilizers.com



Evropské sdružení výrobců hnojiv zastupuje většinu výrobců dusíkatých hnojiv v Evropě a je uznávané jako sdružení specializující se na informace o minerálních hnojivech. Sdružení komunikuje s širokým spektrem institucí, zákonodárců, kapitálových účastníků a příslušníků veřejnosti, kteří požadují informace o technologii hnojiv a tématech týkajících se dnešních zemědělských, environmentálních a ekonomických výzev. Webové stránky Evropského sdružení výrobců hnojiv poskytují informace o důležitých tématech všem, kteří se zajímají o přínosy hnojiv a globální potravinovou bezpečnost.

Fertilizers Europe
Avenue E. Van Nieuwenhuyse 4/6
B-1160, Brusel, Belgie
Tel: +32 2 675 3550
Fax: +32 2 675 3961
dan@fertilizerseurope.com

www.fertilizerseurope.com



www.facebook.com/fertilizerseuropepage



Group Fertilizers Europe



twitter.com/FertilizersEuro



www.youtube.com/fertilizerseurope