



# UPLATNĚNÍ DUSÍKU A HNOJIVA S INHIBITOREM UREÁZY PŘI HNOJENÍ BRAMBOR CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Tomáš Lošák a kolektiv

**2014**

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
VÝZKUMNÝ ÚSTAV BRAMBORÁŘSKÝ HAVLÍČKŮV BROD, s. r. o.  
PORADENSKÝ SVAZ „BRAMBORÁŘSKÝ KROUŽEK“

# UPLATNĚNÍ DUSÍKU A HNOJIVA S INHIBITOREM UREÁZY PŘI HNOJENÍ BRAMBOR

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

## Kolektiv autorů:

prof. Ing. Tomáš Lošák, Ph.D.<sup>1</sup>

prof. Ing. Jaroslav Hlušek, CSc., dr. h. c.<sup>1</sup>

prof. Ing. Miroslav Jůzl, CSc.<sup>1</sup>

Ing. Petr Elzner, Ph.D.<sup>1</sup>

Ing. Ludmila Musilová, Ph.D.<sup>1</sup>

Ing. Jaroslav Čepl, CSc.<sup>2</sup>

Ing. Pavel Kasal, Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně

<sup>2</sup> Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.

## Oponenti:

prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc., Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích – odborný oponent z oboru.

Ing. Michaela Budňáková, Ministerstvo zemědělství ČR, odbor rostlinných  
komodit – oponent ze státní správy.

## Dedikace:

Ke zpracování certifikované metodiky bylo použito výsledků výzkumných aktivit realizovaných v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ101A184 „Technologie pěstování brambor – nové postupy šetrné k životnímu prostředí“.

Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“, č. j. 2086/2015 – MZE – 17221 vydalo Ministerstvo zemědělství.

*Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, uchovávána v médiích, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení VÚB Havlíčkův Brod, s. r. o.*

© Mendelova univerzita v Brně, 2014

© Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 2014

© Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, 2014

ISBN 978-80-86940-62-5

## OBSAH

I. CÍL METODIKY .....	4
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY .....	4
1. Úvod .....	4
2. Formy dusíku v půdě .....	5
3. Přeměny dusíku v půdě .....	7
4. Ztráty dusíku z půdy .....	10
5. Močovina .....	11
6. Inhibitory ureázy .....	12
7. Hnojení brambor dusíkem .....	16
8. Souhrn a doporučení pro praxi .....	19
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ .....	20
IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY .....	20
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY .....	20
VI. ZÁVĚR .....	20
VII. Seznam použité související literatury .....	21
VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice (2010–2014) .....	25

## I. CÍL METODIKY

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení projektu NAZV č. QI101A184 „*Technologie pěstování brambor – nové postupy šetrné k životnímu prostředí*“. Cílem metodiky je informovat uživatele o složité problematice dusíku v půdě, jeho formách, přeměnách a ztrátách z agroekosystému. Dále popsat účinky inhibitorů ureázy a poskytnout poznatky ke hnojení brambor močovinou s inhibitorem ureázy a to především na základě vlastních víceletých výsledků získaných v polních podmínkách u dvou odrůd brambor pěstovaných na dvou lokalitách.

## II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 1. ÚVOD

Brambory patří mezi plodiny pěstované na celém světě, přičemž zauímají čtvrté místo mezi polními plodinami. Jsou považovány za velmi důležitou základní potravinu, průmyslovou surovinu a významnou zemědělskou plodinu s vysokým výnosovým potenciálem a příznivým působením v osevním postupu. Brambory jsou velmi významné pro obsah nutričních látek, zejména škrobu, jsou důležitým zdrojem energie, vitaminů (především vitaminu C), minerálií, antioxidantů a jiných látek.

Brambory se pěstují na různých půdách a v klimatických podmínkách – od hor po tropické oblasti. Mezi největší evropské pěstitele brambor patří Rusko, Ukrajina, Polsko, Německo, Bělorusko, Nizozemí, Francie, Velká Británie. Na světové špičce je Čína a Indie.

Pěstební plochy brambor v České republice v posledních letech výrazně klesají, kdy v roce 2013 se snížily na pouhých 23 205 ha. S tím souvisí produkce brambor, kdy v 90. letech dosahovala 2 mil. tun (při výměře 110 tis. ha), nyní je to pouhá čtvrtina. V České republice také klesla spotřeba brambor ke konzumním účelům (okolo 69 kg/osoba/rok), což je oproti jiným zemím v Evropské unii výrazně nižší.

Výživa a hnojení brambor jsou nezbytnou součástí pěstitelské technologie, přičemž zásadně ovlivňují kvantitativně-kvalitativní parametry dosažené produkce. Celosvětově nejpoužívanějším dusíkatým hnojivem je močovina. Toto hnojivo má vysoký obsah dusíku, je dobře rozpustné ve vodě, používá se ve formě granulí před sázením, ale také ve formě roztoku během vegetace (foliární výživa).

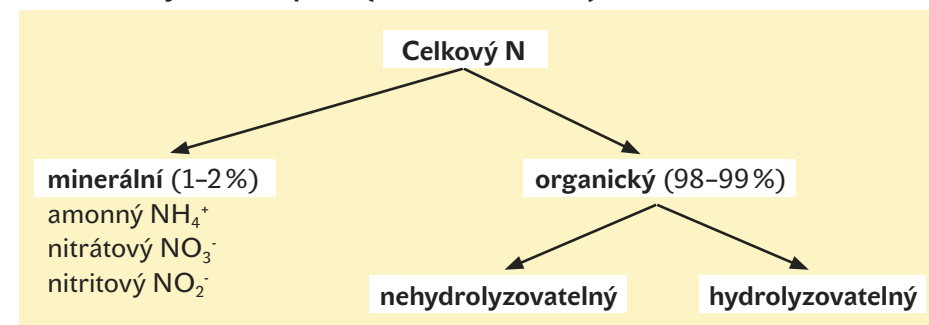
Pro zvýšení využití dusíku z aplikovaných dusíkatých hnojiv rostlinami lze používat dusíkatá hnojiva s inhibitory, které omezují ztráty N volatilizací amoniaku, denitrifikací a vyplavováním nitrátů, což má významný ekonomicko-environmentální efekt.

### 2. FORMY DUSÍKU V PŮDĚ

Celkový obsah dusíku v půdách je velmi rozdílný a kolísá nejčastěji od 0,05 do 0,5 %. V orniční vrstvě převážné části půd ČR je 0,1–0,2 % veškerého dusíku. Fecenko, Ložek (2000) uvádějí, že obsah dusíku ve slovenských půdách se pohybuje od 0,11–0,23 %. Obsah dusíku výrazně klesá s hloubkou půdy, nejvíce dusíku se nachází v horní vrstvě (Stevenson, 1965). Obsah celkového dusíku v půdě je poměrně stálou hodnotou, protože je tvořený těžce chemicky i mikrobiologicky rozložitelnými sloučeninami. Dusík je vázaný na aromatická jádra huminových kyselin, fulvokyselin a huminů. Z tohoto důvodu se obsah N v půdě často dává do vztahu  $C_{ox}$  a vyjadřuje se poměrem C:N (Manzoni, Porporato, 2007). V našich půdách je uváděná průměrná hodnota C:N 10–12:1. Tento poměr s hloubkou klesá, a proto v podorniční vrstvě ho bývá 5–10× méně (Richter, Hlušek, 1994). Bielek (1998), Abrol et al. (2007) uvádějí, že na základě tohoto poměru je možné předpokládat proces rozkladu organických látek, nebo naopak proces syntézy organických sloučenin v půdě. Při hodnotách poměru C:N okolo 20–25:1 jsou tyto procesy přibližně v rovnováze. Snižováním poměru se zvyšuje mineralizační schopnost půd a uvolňuje se amonný dusík. Rozšiřováním poměru nad 25:1 dochází už k imobilizaci dusíku v půdě.

98–99 % veškerého N v ornici je přítomno ve formě organické, zbytek ve formě minerální (anorganické) (Barker, Pilbeam, 2007) (Obr. 1).

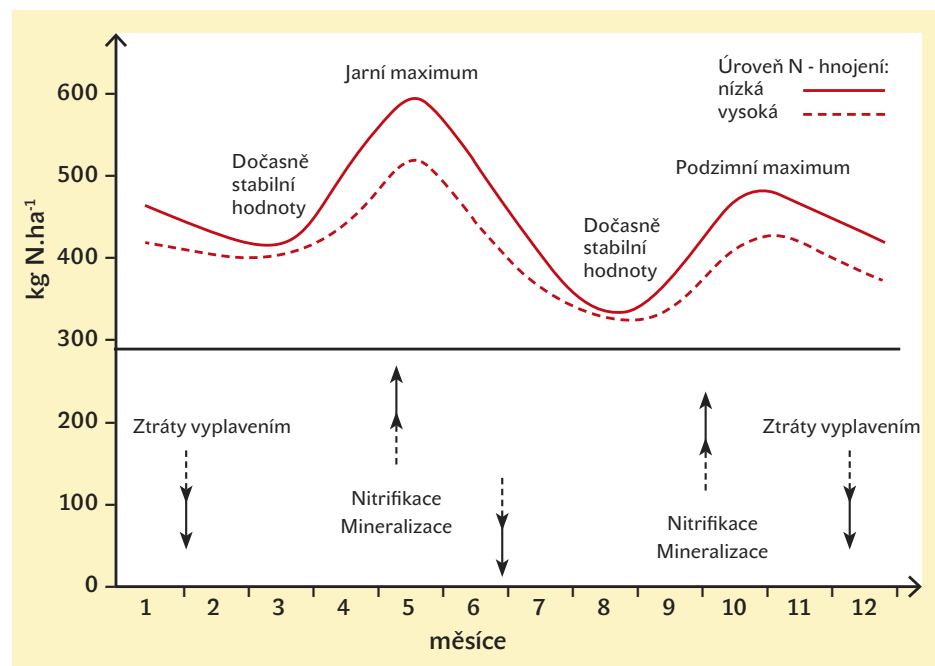
Obr. 1 Formy dusíku v půdě (Ivanič et al., 1979)



Anorganický podíl dusíku zastupuje dusičnanové ( $\text{NO}_3^-$ ), amonné ( $\text{NH}_4^+$ ) a dusitanové ( $\text{NO}_2^-$ ) ionty (Young, Aldag, 1982). Tvorba anorganického (minerálního) dusíku je vyvolaná aerobním rozkladem půdní organické hmoty, množství anorganického dusíku sezónně podléhá rychlým a kvantitativně velkým změnám (Schimel, Bennett, 2004).

Obsah anorganického dusíku v půdě se v zimě snižuje, na toto snížení má také vliv mnoho srážek, na jaře a v létě se obsah zvyšuje (Obr. 2). V zimě je na neuhnojených půdách v hloubce 30–60 cm zpravidla méně jak  $10 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ . Na jaře a v létě se obsah může zvýšit až na  $60 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  (Harmsen, Kolenbrander, 1965).

Obr. 2 Sezónní změny obsahu minerálního dusíku v půdě a související procesy přeměn (Bízík, 1989)



### 3. PŘEMĚNY DUSÍKU V PŮDĚ

#### Imobilizace

Při imobilizaci dochází k syntéze složitých organických sloučenin z minerálních forem dusíku, tj. zabudování dusíku z dusičnanů a amoniaku do bílkovin a humusových látek (Fecenko, Ložek, 2000). Anorganický dusík v půdě, který pochází z rozložené organické hmoty nebo minerálních hnojiv, se při imobilizaci stává součástí půdní mikroflóry účastníci se rozkladu organické hmoty. V důsledku toho se snižuje množství mobilního dusíku (anorganického dusíku) a zároveň se zužuje poměr C : N, protože mikroorganismy vydýchají  $\text{CO}_2$ , který uniká do atmosféry. Velký imobilizační účinek mají lignocelulózoové materiály, které mají vyšší obsah fenolových látek, v důsledku toho je proces imobilizace prodloužený (fenoly mají inhibiční účinek na půdní mikroflóru). Intenzita imobilizace je ovlivněna vlhkostí, teplotou, provzdušněností a pH půdy. V aerobních podmínkách je 3–6× rychlejší než v anaerobních (Kováčik et al., 2012).

#### Mineralizace

Opačným procesem imobilizace je mineralizace, kdy dochází k rozkladu složitých organických látek přes polypeptidy, aminy, aminokyseliny na amoniak, ten se pak oxiduje přes dusitany až na dusičnany (Ma et al., 2009). Zpřístupnění dusíku v půdním prostředí probíhá prostřednictvím chemické a biologické mineralizace. Míra mineralizace organického dusíku a přeměny  $\text{NH}_4^+$  na  $\text{NO}_3^-$  jsou často ovlivňovány půdní vlhkostí a teplotou. To je jeden z důvodů, proč se obsah rozpustného dusíku v půdním roztoku (především nitrátu) může tak odlišovat (Harmsen, 1959). Bielek (1984) uvádí nejnižší intenzitu mineralizace dusíku u půd neuhnojených a zasolených, střední intenzitu mineralizace u kambizemě, luvizemě, pseudogleje a rendziny, vysokou intenzitu mineralizace u černozemě, hnědozemě a fluvizemě.

Chemická mineralizace je rozklad organických látek chemickými sloučeninami, které vznikají v půdě činností mikroorganismů, rostlin (kořenovými exudáty) a látek dostávajících se do půdy antropogenní činností (hnojiva).

Biologická mineralizace probíhá na základě půdního edafonu (aerobní a anaerobní bakterie, plísňe a aktinomycety) (Kováčik et al., 2011). Skládá se ze tří stupňů:

## Aminizace

Proces, při kterém dochází k rozkladu bílkovin na aminy a aminokyseliny prostřednictvím proteolytických enzymů a heterotrofních půdních mikroorganismů, při kterém se získává energie k dalším metabolickým procesům (Ivanič et al., 1979).



## Amonizace

Proces, při kterém aminy a aminokyseliny, které vznikají, se dále rozkládají pomocí deaminizačních enzymů a dalších skupin heterotrofních mikroorganismů na amoniak, a při kterém se také uvolňuje energie (Fecenko, Ložek, 2000). Množství uvolněného amoniaku v půdě závisí nejen na množství organických dusíkatých látek, ale i na jejich kvalitě, především poměru C:N. Je-li poměr C:N širší než 20:1, je hromadění  $\text{NH}_3$  omezené a je-li nad 25:1, nestačí krýt vzniklý  $\text{NH}_3$  ani vlastní potřebu mikrobů (Ivanič et al., 1979).



Vzniklý amoniak se dále může využívat:

- biologickou oxidací (nitrifikačními procesy),
- přijímat vyššími rostlinami,
- vázat mikroorganismy a využívat na další rozklad organické hmoty,
- fixovat do mezivrstevových prostor sekundárních jílových minerálů,
- může podléhat volatilizaci,
- vázat se fyzikálně-chemickou sorpcí na půdní sorpční komplex.

(Fecenko, Ložek, 2000).

## Nitrifikace

Je přeměna amonného kationtu na nitráty. V biologicky činných půdách podléhá  $\text{NH}_4^+$  nitrifikaci. Tento proces probíhá za pomoci autotrofních nebo heterotrofních mikroorganismů ve dvou stupních. Nitrifikační bakterie získávají z amonných solí potřebnou energii nezbytnou pro syntézu organických látek a současně jsou tyto sloučeniny pro ně také zdrojem dusíku (Richter, Hlušek, 1994; Barker, Pilbeam, 2007).

1. stupně autotrofní nitrifikace (nitritace) se zúčastňují bakterie *Nitrosomonas* a *Nitrosocystis*, které oxidují amoniak na dusitany (nitrity):



2. stupeň, nitratice, tj. konverze dusitanů na dusičnany, zabezpečují bakterie rodu *Nitrobacter*



Aktivita rodu *Nitrobacter* je vyšší než u rodu *Nitrosomonas*, v důsledku toho je hladina  $\text{NO}_2$  v půdě zanedbatelná (Mengel, Kirkby, 2001; Kováčik et al., 2012). Při nitrifikaci uvolněné  $\text{H}^+$  okyselují půdu. Kyselina dusičná, která vzniká, je neutralizovaná bázemi sorpčního komplexu nebo půdního roztoku. Průběh tohoto biochemického procesu je ovlivňován celou řadou podmínek (Richter, Hlušek, 1994; Howard et al., 2011).

Intenzita nitrifikace se zvyšuje s teplotou. Činnost mikroflóry začíná při teplotě nad bodem mrazu a je měřitelná při teplotě 4 °C, přičemž optimální rozpětí pro oblast mírného klimatického pásma charakterizuje interval 25–30 °C (Kováčik et al., 2012). Fecenko, Ložek (2000) uvádějí, že na nízké teploty je citlivější nitratační mikroflóra. To znamená, že na jaře při rozmrzání půdy se dočasně v půdě hromadí dusitany, protože jejich oxidace na dusičnany je omezená. Vlivem oteplování půdy na jaře se zvyšuje činnost nitrifikačních bakterií a následně obsah anorganického dusíku dosahuje maximální hodnoty (jarní maximum). Odběrem dusíku pěstovaným porostem, postupným snižováním intenzity nitrifikace se obsah anorganického dusíku v půdě snižuje až na relativně stabilní hodnotu (letní minimum). Při příznivých vlhkostních a teplotních podmínkách na podzim se obsah anorganického dusíku zvyšuje (podzimní maximum) a následně klesá před zimou.

Všeobecně převládá názor, že pro nitritaci je optimální pH 6,5–9,0 a pro nitrataci pH 5,0–7,0. Vzhledem k tomu, že nitrifikační bakterie jsou do značné míry adaptabilní k hodnotám pH půdy, intenzivní průběh nitrifikace je v rozmezí pH 6,2–9,2 (Kyveryga et al., 2004).

Pro průběh nitrifikačních pochodů se považuje za optimum vlhkosti půdy 50–70 % PVK (plné vodní kapacity půdy), jestliže je PVK nad 70 %, nitrifikační



činnost se snižuje pro nedostatek kyslíku v půdě pro oxidační procesy. Při 3 % se tyto procesy zastavují (Fecenko, Ložek, 2000).

Velmi důležité je také provzdušnění půdy, optimum vyplývá z optimální vlhkosti půdy, tj. poměru vody a vzduchu v půdě, který by měl být 60:40 %. Jestliže se podíl vzduchu sníží, dochází k brždění 2. fáze nitrifikace, v půdě se hromadí  $\text{NO}_2^-$ ; *Nitrobacter* je citlivější na nedostatek vzduchu.

#### 4. ZTRÁTY DUSÍKU Z PŮDY

Rostliny odebírají 30–70 % dusíku z aplikovaných hnojiv, zatímco 20–50 % je imobilizováno jako organický dusík na konci vegetačního období (Stevenson, 1986), zbylý dusík podléhá ztrátám – denitrifikaci, volatilizaci a vyplavování nitrátů (Nannipieri et al., 1999). Výzkumy ukázaly, že největší vliv na ztráty dusíku z půdy mají půdní charakteristiky, pěstování a hnojení plodin a převládající vlhkostní podmínky. V Evropě, kde se nejvíce používají dusíkatá hnojiva v nitrátové formě, převládá vyplavování nitrátů a denitrifikace, v ostatních částech světa, kde se nejvíce používá močovina, převládá volatilizace amoniaku (Mosier et al., 2004). Ke ztrátám dusíku z půdy dochází přes kapalnou a plynnou fázi.

Ztráty dusíku přes kapalnou fázi jsou podmíněné dobrou rozpustností dusíkatých hnojiv, poměrně rychlou oxidací  $\text{NH}_4^+$  iontu na dusičnany a dobrou pohyblivostí  $\text{NO}_3^-$  aniontu v půdě, který se pohybuje s půdní vodou. Při nadbytku vody v půdě se půdní roztok a s ním rozpuštěné látky posouvají pod kořenový systém rostlin, tím se snižuje účinnost a efektivnost hnojiva. Jestliže jsou podmínky pro pohyb půdního roztoku vertikálním směrem a podorničí je dobře propustné, případně v půdním profilu vystupuje vysoko podzemní voda, vznikají předpoklady pro intenzivní vyplavování  $\text{NO}_3^-$ . Jestliže jsou podmínky pro horizontální pohyb půdního roztoku, např. sklonitost pozemků, dochází k povrchovému splavování dusičnanů do vodních toků (Fecenko, Ložek, 2000).

Ztráty dusíku přes plynnou fázi jsou vyšší než přes kapalnou fázi. Je to způsobené tím, že sloučeniny dusíku jsou reaktivní, lehce oxidovatelné. Tyto ztráty mohou představovat až 30 % z dodaných dusíkatých hnojiv. Plynné ztráty vznikají jako důsledek denitrifikace a volatilizace amoniaku (Fecenko, Ložek, 2000). Koreňkov et al. (1976) zjistili, že ztráty N z močoviny unikáním amoniaku do ovzduší byly nejvyšší v prvních 7 dnech po aplikaci.

#### Volatilizace

Při volatilizaci dochází k úniku amoniaku z půdního prostředí do atmosféry při aplikování vyšších dávek dusíkatých hnojiv s amidovou, amoniakální a amonnou formou dusíku (Fecenko, Ložek, 2000). Několik studií prokázalo, že dusíkatým hnojením může docházet až k 60% ztrátám dusíku volatilizací (Harrison, Webb, 2001). V extrémních případech při nesprávné aplikaci močoviny a bezvodého amoniaku mohou být ztráty až 80 %. Velmi důležitý je způsob aplikace dusíkatých hnojiv, hlavně hloubka zapravení hnojiv do půdy, také zvyšování teploty zesiluje volatilizaci amoniaku. V souvislosti s močovinou je uvedený jev vysvětlován intenzifikací ureolýzy (Follett, Hatfield, 2001). Při povrchové aplikaci močoviny dochází vlivem teplých a suchých podmínek k rychlé hydrolyze a ke ztrátám dusíku z aplikovaného dusíku volatilizací amoniaku do ovzduší (Sigunda et al., 2002).  $\text{NH}_3$  znečišťuje ovzduší, může reagovat se sloučeninami síry a také může mít vliv na vznik skleníkového efektu (Howard et al., 2011). Tlustoš et al. (1999) doporučují, aby se tomuto problému věnovala větší pozornost, protože se do atmosféry dostává jisté množství amoniaku ze zemědělské činnosti.

#### 5. MOČOVINA

Močovina je celosvětově nejpoužívanější dusíkaté hnojivo. Obsahuje 46% N v amidové formě a je nejkonzentrovanejším tuhým dusíkatým hnojivem (Richter, Hlušek, 1994). Amidovou formu dusíku jsou rostliny schopné přijímat kořeny i listy. Knop (1971) konstatoval, že močovina je rovnocenným hnojivem, jako je síran amonný, ledek amonný a ledek amonný s vápencem. V půdě probíhá velmi rychle její mineralizace a vlivem ureázy, kterou produkuje *Urobacillus pasteurii*, přechází na uhličitán amonný, popř. až na amoniak, oxid uhličitý a vodu (Richter, Hlušek, 1994).

Protože uhličitán amonný je hydrolyticky zásaditá sůl, vzniká v půdě v nejbližším okolí granule močoviny dočasně alkalické prostředí. Vznikající amonné sloučeniny a iont  $\text{NH}_4^+$  je půdou sorbován a je buď přímo zdrojem dusíku pro rostlinu, nebo za vhodných podmínek je rychle oxidován nitrifikačními bakteriemi až na dusičnany. Tím se prostředí okyseluje (Richter, Hlušek, 1994). Za nižších půdních teplot dochází k inhibici až zastavení rozkladu, rozpuštěná močovina prosakuje do hlubších vrstev, kde může být přijímaná ve formě celých molekul. Při její povrchové aplikaci bez zapravení do profilu půdy může docházet v suchých a teplých podmínkách ke ztrátám dusíku do ovzduší (Kiss, Simihaian, 2002).

Účinnost močoviny jako hnojiva ovlivňují mnohé faktory, např. půdní podmínky (provzdušnění půdy, vlhkost, biologická činnost, teplota, půdní reakce a obsah uhličitany vápenatého), dále pěstované plodiny, dávka a doba použití močoviny, ostatní hnojiva a způsob zapravení do půdy (Knop et al., 1970). Po aplikaci na povrch půdy, zvláště v období velkého sucha, může docházet ke ztrátám dusíku ve formě amoniaku (volatilizace). Vysoké dávky močoviny mohou negativně ovlivňovat klíčivost semen. Močovina není vhodná na půdy extrémně těžké, biologicky málo činné a na půdy silně alkalické (Watson, 2000). Nízký účinek močoviny je na lehkých promyvných půdách při intenzivních srážkách, kdy močovina se může vyplavit z půdy dříve, než dojde k jejímu rozkladu a uvolnění dusíku. Týká se to zejména půd v horských oblastech, kde k vyplavování přispívají lehké štěrkovité půdy, silné srážky, nízká biologická činnost půdy v důsledku kyselé půdní reakce a nízkých teplot na jaře (Baier, 1971).

## 6. INHIBITORY UREÁZY

Jedná se o látky, které zvyšují efekt využití močoviny. V období 1941–1959 ještě nebyl znám vliv inhibitorů na enzym ureázu. Počátkem roku 1960 se začala inhibice enzymu ureázy řešit nejen teoreticky, ale také i prakticky. V zemědělství se začaly zkoumat anorganické a organické sloučeniny, které by mohly působit jako inhibitory ureázy. Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit nežádoucí vlivy nadměrné hydrolýzy u nejrozšířenějšího hnojiva na světě. Mnoho výzkumů na inhibitor ureázy bylo prováděno v USA, Velké Británii, Francii, Německu, Rumunsku a v Číně. Patent v tomto výzkumu získal v roce 1963 Hyson z USA. Inhibitory měly vliv nejen na redukci hydrolýzy močoviny, ale také na omezení ztrát dusíku – volatilizaci amoniaku. Inhibitor nemá škodlivé účinky, nevykazuje negativní vliv na půdní úrodnost a není toxický pro rostliny, zvířata a lidi. Jedná se o stabilní sloučeninu, jejíž vlastnosti se během výroby a přepravy nemění (Kiss, Simihaian, 2002).

Ureáza je specifický enzym, který se vyskytuje v mikroorganismech, rostlinách a živočiších (Kutáček, Králová, 1971). Její množství v půdě určuje především množství mikroorganismů. Jednou z vlastností ureázy je, že po odumření mikroorganismů a uvolnění obsahu jejich buněk do půdního prostředí zůstává po určitý čas aktivní (Mráz, 2007). Ureáza má kromě činnosti rozkladné také aktivitu syntetickou, syntetizuje močovinu z uhličitany amonného a karbamátu amonného (Kutáček, Králová, 1971).

Inhibitory ureázy jsou používány s cílem zvýšit využití dusíku z aplikovaných hnojiv rostlinami a omezit ztráty únikem amoniaku volatilizací, denitrifikací a vyplavováním nitrátů (Růžek, Pišánová, 2007; San Francisco et al., 2010). Inhibitory ureázy jsou používány v kombinaci s hnojivy obsahujícími amidický dusík (močovina, DAM). Inhibitory ureázy zpomalují přeměnu močoviny na  $\text{NH}_4^+$ , což ponechává více času povrchově aplikované močoviny proniknout po srážkách hlouběji do půdy a koncentrace  $\text{NH}_4^+$  na povrchu půdy či v podpovrchové vrstvě nedosahuje tak vysokých hodnot (Malhi et al., 2001). Během transportu půdním profilem dochází k oddělení inhibitoru ureázy od močoviny, která pak může hydrolyzovat, čímž dochází k omezení rizika vyplavení močoviny mimo dosah kořenů rostlin (Růžek et al., 2006). Nevýhodou inhibitorů ureázy je jejich časově omezená účinnost, která se většinou pohybuje od jednoho do dvou týdnů. Delší účinnosti lze dosáhnout aplikací hnojiv s inhibitory ureázy v době, kdy je nízká aktivita enzymu ureázy, což je zpravidla na začátku jarní vegetace rostlin. Používání dusíkatých hnojiv na bázi močoviny s inhibitory ureázy přináší největší efekt při aplikaci vyšších dávek dusíku na začátku jarní vegetace rostlin v oblastech s častými pozdějšími jarními přísuškami (Růžek, Pišánová, 2007). Tato hnojiva jsou na rozdíl od dosud používaných hnojiv velmi vhodná pro lokální povrchové a podpovrchové hnojení, protože nehydrolyzovaná močovina nemá nepříznivý vliv na klíčení semen a růst kořenů rostlin a hnojiva s močovinou stabilizovanou inhibitorem ureázy lze aplikovat přímo k osivu. Uplatnění dusíkatých hnojiv s inhibitory ureázy umožní v zemědělské praxi používat nové technologické postupy při zakládání porostů zemědělských plodin a jejich hnojení, které budou efektivnější a šetrnější k životnímu prostředí než dosud používané technologie (Růžek et al., 2006). Grant, Bailey (1999) uvádějí, že oddálení hydrolýzy močoviny pomocí inhibitoru ureázy zvyšuje šanci, že déšť posune močovinu do hlubších vrstev půdy dříve, než dojde k výrazným volatilizačním ztrátám.

Inhibitor ureázy je přidáván při výrobě močoviny, kdy je močovina zahřívána na 60–80 °C, dochází k důkladnému smíchání inhibitoru s rozehřátou močovinou. K této horké směsi je přidáván asfaltomikrokrytalický vosk, který byl rozpuštěn při 104,5 °C. Všechny složky jsou smíchány a z nich jsou vytvořeny granulky. Tedy močovina, inhibitor ureázy a hydrofobní materiál jsou stejnoměrně obsaženy v granulích (Kiss, Simihaian, 2002). Zhengping et al. (1990) zkoumali vliv inhibitorů ureázy HQ, PPDA a NBPT na zpomalení hydrolýzy močoviny – snižování úniku  $\text{NH}_3$  během volatilizace v aerobních podmínkách. Největší vliv

na zpomalení hydrolyzy měl inhibitor NBPT (hydrolyza trvala 5 dnů), PPDA už nižší (2 dny) a nejméně působil inhibitor HQ (1 den). U kontrolní varianty – bez inhibitoru (2 dny). U varianty kontrola byly ztráty  $\text{NH}_3$  20 %, u inhibitoru NBPT byly tyto ztráty sníženy na 3 %.

## NBPT

Mezi nejúčinnější a nejvíce používané inhibitory patří NBPT (N-(n-butyl) thio-trifosforečnan triamid), který je vhodný pro snížení míry hydrolyzy močoviny a ztrát volatilizační amoniaku u různých půd (Vittori-Antisari et al., 1996; Watson, 2000). NBPT může být používán jako prevence proti nepříznivému vlivu amoniakální a nitrátové toxicity na klíčící semena (Watson, 2005). Použití inhibitoru ureázy znamená zásah do biologického procesu v půdě, avšak NBPT nezpůsobuje omezení činnosti mikroorganismů ani jejich počtu, ale pouze potlačení činnosti volné ureázy. NBPT ani meziprodukty jeho rozkladu nejsou pro půdní mikroorganismy toxické. Tím je plně zaručen nenarušený rozvoj půdních mikroorganismů, které se významně podílí na tvorbě a udržení půdní úrodnosti. Inhibitor se po určité době své aktivity rozkládá na prvky či sloučeniny, které jsou v půdním prostředí běžné (N, P, S) a slouží jako živiny (Mráz, 2007). Studie také ukázaly, že NBPT nejen zpomaluje hydrolyzu močoviny, ale také rychle mění osmotický tlak v roztoku (Bundy, Bremner, 1974). Snížením osmotického tlaku a redukcí hydrolyzy močoviny může docházet k redukcí minerálního dusíku a poté k mineralizaci organického dusíku spojené s mikrobiální biomasou (Banerjee et al., 1999). Stejní autoři sledovali ve svých pokusech vliv močoviny aplikované s inhibitorem ureázy NBPT a bez inhibitoru v dávce  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  v orebném a bezorebném systému. Vliv inhibitoru se nejvíce projevil u bezorebného systému a při povrchové plošné aplikaci. Růžek et al. (2006) zjistili, že použití močoviny s inhibitorem ureázy má vyšší účinek ve vlhčím roce při minimalizaci, kde byla efektivnost odběru dusíku 52 %, zatímco u klasické močoviny 40 %. V suchém roce se použití močoviny s inhibitorem projevilo pozitivně jak u orby 30 %, močovina 24 %, tak i u minimalizace, močovina s inhibitorem 27 %, močovina 20 %. Dawar et al. (2012) porovnávali hnojení močovinou a močovinou s inhibitorem NBPT na příjem dusíku a výnos suché hmoty jílku vytrvalého. Obě hnojiva byla aplikovaná v dávce  $25 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Z výsledků je patrné, že nejlépe byl využit dusík z močoviny s inhibitorem NBPT, též u tohoto hnojiva byl vyšší výnos suché hmoty. Rawluk et al. (2001) tvrdí, že na účinnost

aplikace močoviny s inhibitorem NBPT má největší vliv půdní druh a termín aplikace. Prováděli tedy experimenty na písčité a jílovité půdě s různými dávkami močoviny s inhibitorem NBPT ve dvou termínech. U jílovitohlinité půdy byly v květnu ztráty  $\text{NH}_3$  85 %, v červnu se snížily na 75 %, u písčito-hlinité půdy byly ztráty  $\text{NH}_3$  v květnu 81 %, v červnu se značně snížily na 37 %. Z pokusů Slamky, Ložeka (2013) vyplývá, že inhibitor ureázy působil ve všech sledovaných hloubkách půdy. Nejvýraznější efekt byl zaznamenán v hloubce 0–30 cm.

Inhibitor NBPT byl uveden na světový trh v roce 1996 pod obchodním názvem Agrotain (Watson, 2005). Společnost Agrotain International je první světový výrobce inhibitoru ureázy pod názvem Agrotain®. Agrotain se přidává k močovině pro zlepšení účinku tohoto hnojiva. Agrotain je vědecky ověřený inhibitor, který zlepšuje využití močoviny – omezuje denitrifikaci, volatilizaci, vyplavování dusíku a také zvyšuje výnos. Agrotain může být jak v pevné, tak i kapalné formě, tato firma nabízí další výrobky s inhibitorem ureázy: Agrotain® PLUS, SuperU®, Hydrex™, Umaxx® a Uflex™.

V České republice je inhibitor ureázy součástí hnojiva urea stabil. Jedná se o koncentrované hnojivo na bázi amidického dusíku s obsahem inhibitoru ureázy (NBPT). Pro rovnoměrnější aplikaci jsou granule hnojiva velikostně tříděny. Granule jsou obaleny inhibitorem ureázy.

Urea stabil má charakteristické vlastnosti:

- nízké ztráty dusíku únikem amoniaku do ovzduší,
- dočasně omezená sorpce a fixace dusíku v povrchové vrstvě půdy,
- přijatelnost i za nízkých teplot,
- minimální inhibice klíčení semen při aplikaci „pod patu“.

Tyto vlastnosti umožňují použití pro základní, regenerační, produkční i kvalitativní hnojení polních plodin. Hnojivo urea stabil může být vhodnou alternativou k hnojivu LAV a nachází uplatnění ve všech technologických postupech pěstování polních plodin. Přináší vyšší využití aplikovaného dusíku (Mráz, 2007).



## 7. HNOJENÍ BRAMBOR DUSÍKEM

Dusík je rozhodující makrobiogenní prvek ve výživě brambor. Volba dávky dusíku a následně hnojiva se řadí k poměrně obtížným úkolům s ohledem na výše popsané skutečnosti. Nejčastěji se vychází z odběru dusíku 1 tunou hlíz brambor a odpovídajícím množstvím natě (4–5 kg N/1 t), který se vynásobí požadovaným výnosem. Výsledná dávka se koriguje (sníží), pokud se k bramborám hnojilo hnojem a také podle obsahu dusíku minerálního v půdě (N<sub>min</sub>) před výsadbou, pokud jsou tyto údaje k dispozici. Výsledná dávka dusíku na ha se přepočte na konkrétní dávku dusíkatého hnojiva. Důležité je rovněž zohlednění délky vegetační doby (ranosti odrůdy), účelu pěstování brambor (množitelské porosty, konzumní brambory, průmyslové brambory), jak je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1 Dávka dusíku v kg.ha<sup>-1</sup> (Jůzl et al., 2000)

dávka hnoje v t.ha <sup>-1</sup>	délka vegetační doby zvolené odrůdy	dávka dusíku v kg.č.ž.ha <sup>-1</sup>						
		množitelské porosty před sázením	konzumní brambory		brambory určené pro výrobky		průmyslové brambory	
			celkem	z toho před sázením	celkem	z toho před sázením	celkem	z toho před sázením
bez hnoje	velmi rané a rané	110	120	105	110	95	120	105
	polorané	85	110	95	100	85	110	95
	polopozdní	50	90	75	90	75	90	75
20	velmi rané a rané	100	120	105	100	85	100	85
	polorané	75	100	85	90	75	90	75
	polopozdní	45	80	65	80	65	80	65
40	velmi rané a rané	90	110	95	90	75	100	85
	polorané	65	90	75	80	65	90	75
	polopozdní	40	70	55	70	55	70	55
60	velmi rané a rané	80	90	75	80	65	90	75
	polorané	55	80	65	70	55	80	65
	polopozdní	40	60	45	60	45	60	45

V případě použití močoviny či močoviny s inhibítorem ureázy se doporučuje aplikovat tato hnojiva jednorázově před výsadbou se zapravením do půdy při sázení nebo je aplikovat po vysázení na povrch půdy. Účinnost klasické močoviny a močoviny s inhibítorem ureázy je ovlivněna řadou faktorů, jak již bylo uvedeno, z nichž dominuje množství a doba srážek po aplikaci a pH půdy. Pokud se efektivní srážky (> 8 mm) dostaví do šesti dnů po aplikaci hnojiv, tak se účinek inhibitoru ureázy aplikovaného spolu s močovinou významněji neprojeví (Wollnerová, 2010). Jinými slovy, požadovaný účinek inhibitoru je možno očekávat při nedostatku srážek po aplikaci, vyšší teplotě a při povrchové aplikaci hnojiva. Močovina s inhibítorem ureázy se také lépe uplatní na půdách s vyšší hodnotou půdní reakce (alkalické půdy).

Při předpokladu snížení ztrát N při použití močoviny s inhibítorem ureázy se vychází z úvahy, že při shodné dávce obou hnojiv bude dosaženo vyššího výnosu při použití močoviny s inhibítorem ureázy, resp. vyšší účinnosti N. Nebo je možno uvažovat tak, že snížená dávka močoviny s inhibítorem ureázy se výnosově vyrovná vyšší dávce klasické močoviny. Při těchto kalkulacích je důležitá prodejní (nákupní) cena obou hnojiv, která je logicky vyšší u hnojiva s přidanou hodnotou, tedy u močoviny s inhibítorem ureázy.

V našich experimentech jsme dávky N odstupňovali po 20 procentech, tedy 100 – 80 – 60 % aplikovaných v močovinně a močovinně s inhibítorem ureázy (Urea stabil). Nejvyšší dávka hnojiv (100 %) odpovídala dávce dusíku v půdě 90 kg N/ha, což je součet N<sub>min</sub> v půdě před výsadbou a dávky N v hnojivu. Dosažené výsledky kolísaly dle odrůd brambor (Red Anna, Karin), lokalit (Žabčice, Valečov) i ročníků (vliv teploty a srážek). Použití hnojiv s inhibitory ureázy není tudíž možno automaticky spojovat vždycky s lepšími výnosovými výsledky při porovnání se shodnou dávkou N v klasické močovinně. V následující tabulce jsou uvedeny 3-leté výnosové výsledky z lokality Žabčice u Brna. Z tabulky jsou zřejmé statisticky významné rozdíly jak mezi variantami v rámci jednoho roku (odlišná malá písmena ve sloupcích), tak i rozdíly mezi roky u dané varianty (odlišná velká písmena v řádcích). U odrůdy Karin bylo dosaženo nejvyššího výnosu za 3 roky u varianty s nejvyšší dávkou klasické močoviny, přičemž mezi ostatními variantami u této odrůdy nebylo vzájemných diferencí ve výnosu. Oproti tomu u odrůdy Red Anna bylo z hlediska 3-letých průměrných výnosů zjištěno, že po aplikaci nejnižší dávky močoviny s inhibítorem ureázy (Urea stabil) bylo dosaženo srovnatelných výnosů se všemi ostatními variantami u obou hnojiv.

Tab. 2 Výnos hlíz (t.ha<sup>-1</sup>)

var. č.	schéma	KARIN				RED ANNA			
		2010	2011	2012	průměr	2010	2011	2012	průměr
1	M 100 %	34,7 aA	23,9 aC	28,6 abB	29,1 aB	40,5 aA	23,7 aC	34,4 aA	32,9 aB
2	M 80 %	29,2 bB	24,4 aC	25,2 bC	26,3bC	37,7 abA	23,6 aC	32,7 aB	31,3 abB
3	M60%	27,4 bBC	17,0 bC	30,5 aB	25,0 bBC	31,3 cB	18,8 bC	35,6 aA	28,6 bBC
4	U 100 %	33,9 aB	18,5 bD	25,7 bC	26,0 bC	39,7 aA	17,9 bD	34,5 aB	30,7 abBC
5	U 80 %	29,1 bB	17,2 bC	30,0 aB	25,4 bBC	36,6 abA	19,1 bC	36,9 aA	30,9 abB
6	U 60 %	26,7 bC	23,4 aC	30,4 aB	26,8 bC	37,8 abA	21,8 aC	33,4 aAB	31,0 abB
7	kontrola	23,1 cC	17,7 bD	33,9 aA	24,9 bC	29,3 cB	17,3 bD	35,2 aA	27,3 bBC

Z hlediska kvality produkce byl zjišťován obsah nitrátů, škrobu a aminokyselin v hlízách. Obsahy nitrátů dle očekávání narůstaly se zvyšující se dávkou dusíku, dosáhly ovšem nízkých hodnot. Obsahy škrobu a aminokyselin kolísaly nepravidelně v závislosti na jednotlivých variantách a ročnících.



Hlízy odrůdy Karin (Musilová, 2014)

## 8. SOUHRN A DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Na základě vlastních výsledků i prostudovaných literárních pramenů je možno uvést následující poznatky a doporučení pro praxi:

- Použití hnojiv s inhibitory ureázy přispívá k lepšímu využití N rostlinou u N-hnojiv s amidickou (organickou) formou N při jeho omezených ztrátách, které jsou spojené s poškozováním životního prostředí a finanční újmou pěstitelů.
- Účinnost těchto hnojiv je ovlivněna řadou faktorů (teplota vzduchu a množství srážek po setí či výsadbě; způsob aplikace hnojiva; půdní reakce; kolísání hladiny podzemní vody a další).
- Pokud se efektivní srážky (> 8 mm) dostaví do šesti dnů po aplikaci hnojiv, tak se účinek inhibitoru ureázy aplikovaného spolu s močovinou významněji neprojeví.
- Použití hnojiv s inhibitory ureázy není tudíž možno automaticky spojovat s lepšími výnosovými výsledky při porovnání se shodnou dávkou N v klasické močovně.
- Výnosové zvýšení po aplikaci hnojiv s inhibitory ureázy musí pokrýt zvýšené náklady na nákup těchto hnojiv, které jsou ca do 20 % vyšší oproti klasické močovně.
- Nevýhodou inhibitorů ureázy je jejich časově omezená účinnost, která je většinou 1–2 týdny (v našem experimentu 6 dnů).
- Prodloužení doby účinnosti inhibitoru ureázy se dosáhne působením nižších teplot (jarní aplikační termín).
- Aplikaci hnojiv s inhibitory ureázy je možno doporučit v těchto případech:
  - oblasti se srážkovou nejistotou po aplikaci hnojiv
  - aplikace k osivu a sadbě
  - použití vyšších předseťových dávek N
  - hnojení na začátku vegetace jarních plodin, především v sušších oblastech
  - na půdách s vyšší hodnou půdní reakce

### III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Předložená metodika se zabývá komplexně problematikou dusíku v půdě, jeho formami, přeměnami a ztrátami z agroekosystému, přičemž cituje nejkvalitnější domácí a zahraniční prameny, většinou vědecké práce. Dále popisuje velmi podrobně účinky inhibitorů ureázy a poskytuje poznatky ke hnojení brambor močovinou s inhibitorem ureázy a to především na základě vlastních víceletých výsledků získaných v polních podmínkách u dvou odrůd brambor pěstovaných na dvou lokalitách. V tomto směru jsou prezentovány zcela nové poznatky a výsledky vztahující se k této okopanině. V kapitole „souhrn a doporučení pro praxi“ autoři zformulovali rovněž obecnější poznatky k uvedené problematice a to i na základě rozsáhlého studia literárních pramenů a obhájené disertační práce.

### IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika poslouží především praktickým farmářům, resp. pěstitelům brambor, ale i zemědělským poradcům a prodejčům hnojiv. Smlouva o uplatnění certifikované metodiky byla uzavřena s poradenským svazem „Bramborářský kroužek“ Havlíčkův Brod.

### V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomický přínos použití močoviny s inhibitory ureázy je možno očekávat pouze za určitých (především půdně-klimatických) podmínek, které jsou v metodice definovány. Pro pěstitelů bude rozhodující dosažení srovnatelného, resp. vyššího výnosu hlíz brambor a jejich kvality při vynaložení shodných finančních prostředků na nákup močoviny s inhibitorem v porovnání s klasickou močovinou. Kromě ekonomického přínosu se rovněž nesmí opomínat souběžný efekt ochrany životního prostředí při omezených ztrátách dusíku.

### VI. ZÁVĚR

Hnojení brambor je důležitou součástí pěstitelské technologie, přičemž hnojení dusíkem patří k těm nejsložitějším problémům. Hledají se proto způsoby, jak zvýšit využitelnost dusíku z aplikovaných hnojiv, což má ekonomicko-environmentální efekt, protože je to spojeno se snížením ztrát dusíku z agroekosystému. Jednou z možností je využití inhibitorů ureázy ve spojení s dusíkatými minerálními hnojivy s amidickou formou dusíku (močovina). Z dosažených výsledků víceletých experimentů s bramborami dvou odrůd pěstovaných na dvou lokalitách je zřejmé, že účinnost těchto hnojiv s inhibitory ureázy je ovlivněna

řadou faktorů. Není tudíž možno automaticky spojovat použití těchto hnojiv s lepšími výnosovými výsledky. Na druhou stranu nacházejí tato hnojiva svoje opodstatnění za určitých podmínek či okolností, které jsou uvedeny v kapitole souhrn a doporučení pro praxi.

### VII. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- ABROL, Y.P., RAGHURAM, N., SACHDEV, M.S. (2007): Agricultural nitrogen use & its environmental implication. I. K. International Publishing House, 552 p.
- BAIER, J. (1971): Některé problémy a zkušenosti s využitím močoviny v soustavě hnojení, s. 187–194. In: Močovina – koncentrované dusíkaté hnojivo (ed.), *Vědecký seminář o močovině*. Vysoká škola zemědělská v Praze, 194 s.
- BANERJEE, M., BURTON, D.L., GRANT, C.A. (1999): Influence of urea fertilization and urease inhibitor on the size and activity of the soil microbial biomass under conventional and zero tillage at two sites. *Canadian Journal of Soil Science*, 79 (2): 255–263.
- BARKER, A.V., PILBEAM D.J. (2007): Handbook of plant nutrition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 632 p.
- BIELEK, P. (1984): Dusík v póde a jeho premeny. 1. Príroda, Bratislava, 135 s.
- BIELEK, P. (1998): Dusík v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. VÚPÚ, Bratislava, 256 s.
- BÍŽIK, J. (1989): Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom, s. 82–86. In: KOZLOVSKÝ, O. (ed.), Zhodnocení nového systému výživy rostlin dusíkem cukranu u ozimé pšenice. *Disertační práce*, 100 s.
- BUNDY, L.G., BREMNER, J.M. (1974): Effect of urease inhibitors on nitrification in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 6 (1): 27–30.
- DAWAR, K., ZAMAN, M., ROWARTH, J.S., TURNBULL, M.H. (2012): Applying urea with urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide in fine practice application improves nitrogen uptake in ryegrass (*Lilium perenne* L.). *Soil Science & Plant Nutrition*, 58 (3): 309–318.
- FECENKO, J., LOŽEK, O. (2000): Výživa a hnojenie poľných plodín, SPU v Nitre, 452 s.
- FOLLETT, R., HATFIELD, J. (2001): Nitrogen in the environment. *Sources, Problems & Management*, Elsevier, 520 p.
- GRANT, C.A., BAILEY, L.D. (1999): Effect of seed-placed urea fertilizer and N-(n-butyl)thiophosphoric triamide (NBPT) on emergence and yield of barely. *Canadian Journal of Plant Science*, 79 (4): 491–496.

- HARMSSEN, G.W. (1959): Was kann uns die Bestimmung des Gehaltes löslichen Stickstoffs im Boden lehren? *Journal of Plant Nutrition & Soil Science*, 84 (1): 98–102 (in English).
- HARMSSEN, G.W., KOLENBRANDER, G.J. (1965): Soil inorganic nitrogen. In: BARTHOLOMEW, W.V., CLARK, F.E. (ed): *Soil Nitrogen American Society of Agronomy*, 20 (1): 43–92.
- HARRISON, R., WEBB, J. (2001): A review of the effect of N fertilisers type gaseous emissions. *Advances in Agronomy*, 73 (1): 65–108.
- HOWARD, C.M., ERSMAN, J.W., BILLEN, G., BLEEKER, A., GRENNFELT, P., VAN GRINSVEN, H., GRIZZETTI, B. (2011): The European nitrogen assessment: sources, effects and policy perspectives. Cambridge University Press, 607 p.
- IVANIČ, J., HAVELKA, B., KNOP, K. (1979): *Výživa rastlín a hnojení. Příroda*, Bratislava, 361 s.
- JŮZL, M., PŮLKRÁBEK, J., DIVIŠ, J. a kol. (2000): *Rostlinná výroba (Okopaniny)*. Skriptum MZLU, 222 s.
- KISS, S., SIMIHAIAN, M. (2002): Improving efficiency of urea fertilizers by inhibition of soil urease activity. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 419 p.
- KNOP, K. a kol. (1970): *Močovina v zemědělství*. Vysoká škola zemědělská, Praha, 55 s.
- KNOP, K. (1971): *Agrochemické vlastnosti a účinnost močoviny*, s. 23–34  
In: *Močovina – koncentrované dusíkaté hnojivo*. Vědecký seminář o močovíně, Vysoká škola zemědělská v Praze, 194 s.
- KOREŇKOV, V.A. a kol. (1976): *Spravočník agrochemika*, Moskva, s. 165–178.  
In: HRUŠKA, L. (ed.), *Brambory*, SZN, 416 s.
- KOVÁČIK, P., DUCSAY, L., HANÁČKOVÁ, E., LOŠÁK, T., SLAMKA, P., VARGA, L. (2011): *Agrochémia a výživa rastlín*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SPU, 153 s.
- KOVÁČIK, P., LOŠÁK, T., VARGA, L., DUCSAY, L., HANÁČKOVÁ, E. (2012): *Výživa rastlín*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SPU, 180 s.
- KRONZUCKER, H.J., SIDDIQI, M.Y., GLASS, A.D.M., KIRK, G.J.D. (1999): Nitrate-ammonium synergism in rice: A subcellular analysis. *Plant Physiology*, 119 (1): 1041–1046.
- KUTÁČEK, M., KRÁLOVÁ, M. (1971): Příspěvek k použití močoviny, značené <sup>14</sup>C a <sup>15</sup>N při výzkumu jejího chování v půdě, během příjmu rostlinami a metabolismu, s. 80–88. In: *Močovina – koncentrované dusíkaté hnojivo*. Vědecký seminář o močovíně, Vysoká škola zemědělská v Praze, 194 s.
- KYVERYGA, P.M., BLACKMER, A.M., ELLSWORTH, J.W., ISLA, R. (2004): Soil pH effect on nitrification of fall-applied anhydrous ammonia. *Soil Science Society of America Journal*, 68 (1): 545–551.
- MA, L., AHUJA, L.R., BRUULSEMA, T.W. (2009): Quantifying and understanding plant nitrogen uptake for systems modeling. CRC Press, Taylor & Francis Group, 313 p.
- MALHI, S.S., JOHNSTON, A., GILL, K. (2001): Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian great plains: a review. *Soil & Tillage Research*, 60 (1): 101–122.
- MANZONI, S., PORPORATO, A. (2007): A theoretical analysis of nonlinearities and feedbacks in soil carbon and nitrogen cycle. *Soil Biology & Biochemistry*, 39 (1): 1542–1556.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. (2001): Principles of plant nutrition. Kluwer Academic Publisher. 5<sup>th</sup> edition, Dordrecht/Boston/London, 849 p.
- MOSIER, A.R., SYERS, J.K., FRENEY, J.R. (2004): Agriculture and the nitrogen cycle, assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. Island Press, 291 p.
- MRÁZ, J. (2007): Urea stabil – efektivní zdroj dusíku pro polní plodiny, s. 121–122. In: *Sborník z konference: Prosperující olejiny*, Česká zemědělská univerzita, Praha, 148 s.
- NANNIPIERI, P., FALCHINI, L., LANDI, L., BENEDETTI, A., CANALI, S., TITTARELLI, F., FERRI, D., CONVERTINI, G., BADALUCCA, L., GREGO, S., VITTORI-ANTISARI, L., RAGLIONE, M., BARRACLOUGH, D. (1999): Nitrogen uptake by crops, soil distribution and recovery of urea-N in a sorghum-wheat rotation in different soils under Mediterranean conditions. *Plant & Soil*, 208 (1): 43–56.
- RAWLUK, C.D.L., GRANT, C.A., RACZ, G.J. (2001): Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and varying rates of urease inhibitor NBPT. *Canadian Journal of Soil Science*, 81 (1): 239–246.
- RICHTER, R., HLUŠEK, J. (1994): *Výživa a hnojení rostlin (I. Obecná část)*. Skriptum MZLU Brno, 170 s.
- RŮŽEK, P., MÜHLBACHOVÁ, G., SVOBODA, P. (2006): Nové postupy při aplikaci dusíkatých minerálních hnojiv, s. 15–20. In: RŮŽEK, P., PIŠANOVÁ, J.: *Nové trendy z používání dusíkatých hnojiv*. Sborník příspěvků z konference, VÚRV Praha-Ruzyně, MZLU Brno, AGRA GROUP a.s., 47s.



- RŮŽEK, P., PIŠANOVÁ, J. (2007): Možnosti usměrnění přeměn N v půdě s využitím inhibitorů ureasy a nitrifikace, s. 35–37. In: Racionální použití hnojiv. Sborník 13. mezinárodní konference zaměřené na problematiku současných trendů hnojení dusíkem, ČZU Praha, 160 s.
- SAN FRANCISCO, S., URRUTIA, O., MARTIN, V., PERISTEROPOULOS, A., GARCIA-MINA, J.M. (2010): Efficiency of urease and nitrification inhibitors in reducing ammonia volatilization from diverse nitrogen fertilizers applied to different soil types and beat straw mulching. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 91 (1): 1569–1575.
- SCHIMMEL, J.P., BENNETT, J. (2004): Nitrogen mineralization: Challenges of a changing paradigm. *Ecology*, 85 (3): 591–602.
- SIGUNDA, D.O., JANSSEN, B.H., OENEMA, O. (2002): Ammonia volatilization from Vertisol. *European Journal of Soil Science*, 53 (1): 195–202.
- SLAMKA, P., LOŽEK, O. (2013): Uplatnenie inhibitorov nitrifikácie a ureázy pri pestovaní ozimného jačmeňa. *Agrochémia*, XVII 53 (1): 7–13.
- STEVENSON, F.J. (1965): Origin and distribution of nitrogen in the soil, p. 10–16. In: BARTHOLOMEW, W.V., CLARK, F.E. (ed.), Soil nitrogen. *American Society of Agronomy*, 62 p.
- STEVENSON, F.J. (1986): Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. John Wiley & sons, New York, 448 p.
- TLUSTOŠ, P., BALÍK, J., HANČ, A., VANĚK, V. (1999): Pohyb dusíku v životním prostředí, *Agrochémia*, 3 (3): 12–14.
- VITTORI-ANTISARI, A., MARZADORI, C., GIOACCHINI, P., RICCI, S., GESSA, C. (1996): Effect of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide in low concentrations on ammonia volatilization and evolution of mineral nitrogen. *Biology & Fertility of Soils*, 22 (1): 196–201.
- WATSON, C.J. (2000): Urease activity and inhibition – principles and practice. The International Fertiliser Society. Proceeding No 454.
- WATSON, C.J. (2005): Urease inhibitors. IFA International Workshop on Enhanced – Efficiency Fertilizers, Frankfurt, Germany.
- WOLLNEROVÁ, J. (2010): Využití dusíku z močoviny rostlinami ozimé pšenice při používání inhibitorů ureasy a nitrifikace a při různém zpracování půdy. *Disertační práce* (in MS), Česká univerzita v Praze, Praha, 145 s.
- YOUNG, J.L., ALDAG, R.W. (1982): Inorganic forms of nitrogen in soil, p. 43–66. In: STEVENSON, F.J. (ed.): Soil Nitrogen. American Society of Agronomy, 123 p.

- ZHENGPING, W., VAN CLEEMPUT, O., DEMEYER, P., BAERT, L. (1990): Effect of urease inhibitors on urea hydrolysis and ammonia volatilization. *Biology & Fertility of Soils*, 11 (1): 43–47.

## VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE (2010-2014)

- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., HEJTMÁNKOVÁ, K., DVOŘÁK, P., ČEPL J. (2010): Effect of location, variety, colour of flesh and way of cultivation on the content of ascorbic acid in potato tubers. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41(2): 73–76.
- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., DVOŘÁK, P., HEJTMÁNKOVÁ, K., PAZDERŮ, K., ČÍŽEK, M. (2010): Obsah hlavních antioxidantů v hlízách ekologicky pěstovaných brambor s různě zbarvenou dužninou. *Úroda*, 58(12), vědecká příloha, s. 637–640.
- JŮZL, M., ELZNER, P., JANEČKA, L., BUBENÍČKOVÁ, A., KLUČÁROVÁ, K. (2010): Hodnocení výnosu a kvality vybraných odrůd brambor. Sborník XXXVI. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrový dny. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 3. března 2010, s. 47. ISBN 978-80-7375-384-9
- JŮZL, M., ELZNER, P., JANEČKA, L., JŮZL, M. (2010): Hodnocení výnosu a kvality vybraných odrůd bramboru. Sborník XXXVI. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin „Ingrový dny“, Brno: Mendelova univerzita v Brně, 3. března 2010, s. 118 – 122. ISBN 978-80-7375-384-9.
- JŮZL, M., ELZNER, P., DRÁPAL, K., BUBENÍČKOVÁ, A. (2011): Porovnání vlivu hnojení močovinou s inhibitorem nitrifikace na výnos a kvalitu brambor. Sborník XXXVII. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin „Ingrový dny“, Brno: Mendelova univerzita v Brně 3. března 2011, s. 127 – 130. ISBN 978-80-7375-495-2.
- DRÁPAL, K., JANEČKA, L., ELZNER, P., JŮZL, M. (2011): Zhodnocení výnosových charakteristik u vybraných odrůd brambor na polní pokusné stanici v Žabčicích v letech 2009–2010. *MendelAgro 2011*, Brno, 9. 6. 2011, Sborník odborných příspěvků a sdělení, s. 28 -31. ISBN 978-80-7375-516-4.
- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., DVOŘÁK, P., HEJTMÁNKOVÁ, K., CIMR, J., ČÍŽEK, M. (2011): Influence of flesh colour on the content of major antioxidants in potatoes from ecological growing. In: Proceedings from 3rd Scientific Conference New findings in organic farming research and their possible use for Central and Eastern Europe, 14.–15. 11. 2011, Prague, Czech University of Life Sciences.
- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., HEJTMÁNKOVÁ, K., CIMR, J., ČÍŽEK, M. (2011): Obsah hlavních antioxidantů v ekologicky vypěstovaných bramborách s různou barvou dužniny. In: Sborník XXXVII. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin – „Ingrový dny“, 3. 3. 2011, Brno, Mendelova univerzita, s. 93–98.



- DIVIŠ, J. (2011): Projev vybraných odrůd brambor v ekologickém a konvenčním pěstování. OSIVO A SADBA, Mezinárodní X. odborný a vědecký seminář. ČZU Praha, s. 135–138, ISBN 978-80-213-2153-3.
- VEJCHAR, D., PASTORKOVÁ, L. (2011): Vnitřní kvalita brambor v závislosti na hnojení pomocí řízené simulace mechanického poškozování. *Agritech Science* 11, 6 s.
- DOLEŽAL, P., HAUSVATER, E. (2011): Efficacy of selected insecticides on Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) in the Czech Republic during 2009–2010. In: Abstracts of the 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Helsinki, July 24–29, 2011, 147.
- HAUSVATER, E., DOLEŽAL, P. (2011): Comparison of fungicide efficacy on potato late blight in the Czech Republic during 2008–2010. In: Abstracts of the 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Helsinki, July 24–29, 2011, 142.
- HAMOUZ, K., LACHMAN, J., HETMÁNKOVÁ, K., TOMÁŠEK, J., PAZDERŮ, K., ČÍŽEK, M. (2011): Effect of flesh colour on the content of major antioxidants in potato tubers from organic growing. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod*, 2011, 19: 19–26. ISBN 978-80-86940-38-0.
- KASAL, P., RŮŽEK, P., KUSÁ, H., ČEPL, J. (2011): Efektivní způsoby aplikace minerálních dusíkatých hnojiv u brambor a jejich vliv na výnos hlíz. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod*, 2011, 19: 9–18. ISBN 978-80-86940-38-0.
- KREJZAR, V., PÁNKOVÁ, I., HAUSVATER, E., DOLEŽAL, P., KŮDELA, V. (2011): Relativní četnost původců černání stonku bramboru v České republice v letech 2010–2011. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod*, 2011, 19: 27–34. ISBN 978-80-86940-38-0.
- LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ORSÁK, M., PIVEC, V., HEJTMÁNKOVÁ, K., PAZDERŮ, K., DVOŘÁK, P., ČEPL, J. (2012): Impact of selected factors – Cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. *Food Chemistry*, 133, 1107–1116.
- HAMOUZ, K., LACHMAN, J., HEJTMÁNKOVÁ, K., CIMR, J., PIVEC, V., ČÍŽEK, M. (2012): Yield and quality of potato with a different colour flesh under the conditions of organic farming. *Sborník vědecké konference Ziemniak spozywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie, Polsko – Jugowice*, 8–10. 5. 2012, s. 40–41.
- DOLEŽAL, P., HAUSVATER, E., DEJMALOVÁ, J., SEDLÁKOVÁ, V. (2012): Účinnost chemických a biologických přípravků proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) v letech 2010–2012 v České republice. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod*, 2012, 20: 113–132, ISBN 978-80-86940-43-4.
- LITSCHMANN, T., DOLEŽAL, P., HAUSVATER, E. (2012): Citlivostní analýza vybraných modelů na signalizaci plísně bramboru v podmínkách České republiky. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod*, 2012, 20: 133–142, ISBN 978-80-86940-43-4.
- DIVIŠ, J., KULÍK, J., BÁRTA, J. (2012): Projev aplikace listových hnojiv u vybraných odrůd brambor. *Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod*, 2012, 20: 91–100, ISBN 978-80-86940-43-4.
- DRÁPAL, K., ELZNER, P., JANEČKA, L., JŮZL, M. (2012): Porovnání výnosu vybraných velmi raných a raných odrůd brambor pěstovaných na polní pokusné stanici v Žabčicích v letech 2009–2011. In: *Sborník odborných příspěvků a sdělení „MendelAgro 2012“*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, s. 43–46. ISBN 978-80-7375-623-9.
- JEŽEK, P., ŠKARPA, P., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., JŮZL, M., ELZNER, P. (2012): Selenium – an important antioxidant in crops biofortification. In: *Antioxidant Enzyme*. 1. vyd. 2012. s. 343–368. ISBN 978-953-51-0789-7.
- MUSILOVÁ, L., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., VÍTĚZOVÁ, M., JŮZL, M., ELZNER, P., FILIPČÍK, R., JŮZL, M., VON BENNEWITZ ÁLVARES, E. A. (2012): The effect of urea and urea with urease inhibitor on the content of macronutrients in tubers and tops of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012. sv. LX, č. 5, s. 167–172. ISSN 1211-8516.
- DRÁPAL, K., ELZNER, P., JANEČKA, L., JŮZL, M. (2012): Vliv hnojení močovinou a močovinou s inhibitorem ureázy na výnos a obsah dusičnanů v hlízách brambor v roce 2010. [DVD-ROM]. In: *MendelNet 2012 – Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. s. 33–38. ISBN 978-80-7375-656-7.
- ELZNER, P., JŮZL, M., DRÁPAL, K., BUBENÍČKOVÁ, A. (2012): Vliv lokality, odrůdy a hnojení dusíkem na výnos a obsah škrobu u brambor. [DVD-ROM]. In: *Sborník příspěvků XXXVIII. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingroy dny*, s. 74–79. ISBN 978-80-7375-601-7.

- SÝKORA, V., STRNKOVÁ, J., NEDOMOVÁ, Š., JŮZL, M. (2012): Vliv technologie pěstování brambor na kvalitu hlíz odrůd Red Anna a Karin. [CD-ROM]. In: MendelNet 2012 – Proceedings of International Ph.D. Students Conference. s. 834–842. ISBN 978-80-7375-656-7.
- BUCHAR, J., SEVERA, L., TRNKA, J., NEDOMOVÁ, Š., BUBENÍČKOVÁ, A., STOKLASOVÁ, P., SIMEONOVÁ, J., JŮZL, M. (2012): Novel Techniques in the Evaluation of Potatoes Mechanical Properties. In: Applications of Physical Research in Engineering. 1. vyd. 1. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, s. 74–90. ISBN 978-80-552-0930-2.
- MAYER, V., VEJCHAR, D., PASTORKOVÁ, L. (2012): Měření a kvantifikace škodlivých činitelů při výrobě brambor. [Measurement and quantification of harmful factors in production of potatoes]. AgritechScience [online], 2012, roč. 6, č. 3. ISSN 1802-8942. Dostupné z: [http://www.agritech.cz/clanky/2012\\_3](http://www.agritech.cz/clanky/2012_3).
- BÁRTOVÁ, V., DIVIŠ, J., BÁRTA, J., BRABCOVÁ, A., ŠVAJNEROVÁ, M. (2013): Variation of nitrogenous components in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers produced under organic and conventional crop management. *European Journal of Agronomy*, 49: 20–31.
- ČEPL, J., ČÍŽEK, M., DOLEŽAL, P., HAUSVATER, E., KASAL, P. (2013): Metodika pěstování a ochrany brambor pro zlepšení životního prostředí. 22 s.
- ČÍŽEK, M. (2013): Economic comparison between conventional and organic potato growing technology in 2010–2012 years. In: Proceedings 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato, 15–19 September 2013, Prague, Czech Republic. Havlíčkův Brod: Potato Research Institute, s. 163–171. ISBN 978-80-86940-52.
- ČÍŽEK, M., KASAL, P., MAYER, V., VEJCHAR, D. (2013): Effect of various ways of fertilizer application on yield, internal quality and mechanical resistance in potatoes. In: Michalak, T., Czerko, Z. (eds.). Book of Abstracts of International Conference Post Harvest EAPR Section Meeting Warszawa, Poland, 22–24 October 2013. Warszawa: IHAR, 2013, s. 42.
- DIVIŠ, J. (2013): Certifikovaná a farmářská sadba v ekologickém systému pěstování brambor. XI. odborný a vědecký seminář „OSIVO A SADBA“ ČZU Praha únor 2013, s. 59–62.
- DIVIŠ, J., BÁRTA, J. (2013): Brambor významná plodina ve výživě člověka – systém pěstování a kvalita hlíz. 4. mezinárodní konference „Výchova ke zdraví a aktivní životní styl“, PF JU České Budějovice.
- DOLEŽAL, P., HAUSVATER, E. (2013): Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)) control and results of trials from 2010–2013 in the Czech Republic (2013). In: Abstracts of Papers and Posters. Pathology Section Meeting of the European Association for Potato Research, Jerusalem, Izrael, November 17–21: p. 57.
- DRÁPAL, K., JŮZL, M., ELZNER, P., MAREČEK, V. (2013): The effect of urea with urease inhibitors and urea on yield and nitrate content in potato tubers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013. sv. LXI, č. 6, s. 1613–1619. ISSN 1211-8516.
- DRÁPAL, K., ELZNER, P., JŮZL, M. (2013): Vyhodnocení výnosů vybraných odrůd brambor v extrémně suchém roce 2012. In: Sborník odborných příspěvků a sdělení „MendelAgro 2013“. 1. vyd. CORAX Group, s.r.o., Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 42–45. ISBN 978-80-7375-759-5.
- HAMOUIZ, K., LACHMAN, J., PAZDERŮ, K., HEJTMÁNKOVÁ, K., CIMR, J., MUSILOVÁ, J., PIVEC, V., ORSÁK, M., SVOBODOVÁ, A. (2013): Effect of cultivar, location and method of cultivation on the content of chlorogenic acid in potatoes with different flesh colour. *Plant, Soil and Environ.*, 59 (10): s. 465–471.
- HEJTMÁNKOVÁ, K., KOTÍKOVÁ, Z., HAMOUIZ, K., PIVEC, V., VACEK, J., LACHMAN, J. (2013): Influence of flesh colour, year and growing area on carotenoid and anthocyanin content in potato tubers. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32: s. 20–27.
- JŮZL, M., ELZNER, P., DRÁPAL, K., SÝKORA, V. (2013): Vliv druhu a dávky dusíkatého hnojení na výnos a kvalitu brambor. In: JŮZL, M., NEDOMOVÁ, Š., SÝKORA, V., STRNKOVÁ, J. Sborník příspěvků XXXIX. Konference o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrový dny 2013. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, s. 109–113. ISBN 978-80-7375-705-2.
- JŮZL, M., JŮZL, M., ELZNER, P., NEDOMOVÁ, Š., DRÁPAL, K. (2013): Effect of nitrogen nutrition on chosen quality parameters in potato. In: Proceedings 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato,

- 15–19 September 2013, Prague, Czech Republic. Havlíčkův Brod: Potato Research Institute, s. 76–84. ISBN 978-80-86940-52.
- KASAL, P., ČEPL, J., SVOBODOVÁ, A. (2013): Herbicide protection of potatoes directed to reduction of active ingredient inputs with maintenance of weed control efficacy. In: Proceedings of 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato, 15–19 September 2013, Prague, Czech Republic. Havlíčkův Brod: Potato Research Institute, 2013, s. 190–199. ISBN 978-80-86940-52-6.
- LACHMAN, J., HAMOUZ, K., MUSILOVÁ, J., ORSÁK, M., HEJTMÁNKOVÁ, K., PAZDERŮ, K., CIMR, J., PIVEC, V., ŠULC, M., ČEPL, J. (2013): Effect of variety, location and storage on antioxidant content in potatoes with different flesh colour. In: Proceedings 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato, 15–19 September 2013, Prague, Czech Republic. Havlíčkův Brod: Potato Research Institute, s. 119–131. ISBN 978-80-86940-52-6.
- LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., JŮZL, M., ELZNER, P., MUSILOVÁ, L., ČERMÁK, P. (2013): Comparing the effectiveness of applications of urea and urea with urease inhibitors on yields and starch content of potatoes. In: Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Pflanzenernährung 2013, München. Freising: Technische Universität München, 2013, s. 38.
- MAYER, V., VEJCHAR, D., PASTORKOVÁ, L. (2013): Zdraví škodlivé látky při produkci brambor a metody jejich měření. (dáno a zařazeno do tisku) AgritechScience [online], 2013, roč. 7, č. XX. ISSN 1802-8942. Dostupné z: [http://www.agritech.cz/clanky/2013\\_č.\\_XX](http://www.agritech.cz/clanky/2013_č._XX)
- MUSILOVÁ, L., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., JŮZL, M., ELZNER, P., ZLÁMALOVÁ, T., VÍTĚZOVÁ, M. (2013): The effect of fertilisation with urea and urea with urease inhibitor on yields and content of nitrogen and cadmium in potatoes. In: Toksyčné substancje w środowisku. Krakow: Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona, 2013, s. 47. ISBN 978-83-914308-5-9.
- SVOBODOVÁ, A., MAYER, V., KASAL, P., VEJCHAR, D. (2013): Vliv různých způsobů aplikace minerálních dusíkatých hnojiv u brambor na vývoj porostu, výnos hlíz a obsah nitrátů v hlízách. Úroda, 61, 2013, č. 12, vědecká příloha časopisu, s. 347–350. ISSN 0139-6013.
- SVOBODOVÁ, A., MAYER, V., KASAL, P., VEJCHAR, D. (2013): Effect of postemergent mineral nitrogen fertilizer application on potato crop development, yield and resistance to mechanical damage. In: Proceedings of 2nd International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato, 15–19 September 2013, Prague, Czech Republic. Havlíčkův Brod: Potato Research Institute, 2013, s. 98–104. ISBN 978-80-86940-52-6.
- ŠIMKOVÁ, D., LACHMAN, J., HAMOUZ, K., VOKÁL, B. (2013): Effect of cultivar, location and year on total starch, amylose, phosphorus content and starch grain size of high starch potato cultivars for food and industrial processing. Food Chemistry, 141: s. 3872–3880.
- VOKÁL, B. a kol. (2013): Brambory – šlechtění – pěstování – užití – ekonomika. Vydání 1., Praha: Profipress, 2013. 160 s. ISSN 978-80-86726-54-0
- Výzkumný ústav zemědělské techniky, V. V. I. Zařízení pro aplikaci ochranného roztoku. Původci: Vejchar, Daniel, Kubín, Karel a Václav Mayer. Int.Cl. A 01 C 1/00, A 01 C 9/00. Česká republika. Užité vzor, CZ 24877. Zapsán: 28. 1. 2013. Dostupné z: <http://isdv.upv.cz/portal/pls/portal/portlets.pts.det?xprim=1914394&lan=cs>  
<http://spisy.upv.cz/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0024/uv024877.pdf>
- ČÍŽEK, M. (2014): Influence of potato growing technology on yield, realisation price, revenues and costs of production in the Czech Republic between 2010–2013 years. In: Abstract Book, Proceedings of the conference, 19th Triennial conference of the EAPR 2014, Brussels, 6–11 July, 323
- LOŠÁK, T., MUSILOVÁ, L., HLUŠEK, J., JŮZL, M., ELZNER, P., ZLÁMALOVÁ, T., VÍTĚZOVÁ, M., FILIPČÍK, R., WIŚNIOWSKA-KIELIAN, B. (2014): Effect of urea and urea with urease inhibitor on yields and nitrogen and cadmium content in potatoes. Ecological Chemistry and Engineering A. sv. 21, č. 1, s. 7–14. ISSN 1898-6188.
- LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., MUSILOVÁ, L., JŮZL, M., ELZNER, P., FILIPČÍK, R. (2014): The effect of urea and urea with urease inhibitors on tuber yields and starch content in potatoes. In: 6th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. In: Abstract Book, 1. vyd. Zagreb, Croatia: University of Zagreb, Faculty of Agriculture, 2014, s. 24. ISBN 978-953-7878-20-7.
- MUSILOVÁ, L. (2014): Uplatnění močoviny s inhibitorem ureázy při hnojení brambor. Doktorská disertační práce, Mendelova univerzita v Brně, 161 s.



Řada PRAKTICKÉ INFORMACE. Číslo 58 – Uplatnění dusíku a hnojiva s inhibátorem ureázy při hnojení brambor. Certifikovaná metodika.

Vydaly: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.

a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“,  
Dobrovského 2366, CZ-580 01 Havlíčkův Brod.

Vydání první.

Náklad: 3000 výtisků.

Grafická úprava: Jiří Trachtulec.

Tisk: Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

**ISBN 978-80-86940-62-5**

**[www.vubhb.cz](http://www.vubhb.cz)**