

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Nové metody dusíkatého hnojení u řepky ozimé
(*Brassica napus L.*)**

Bakalářská práce

Ondřej Skulina

Rostlinná produkce

Ing. David Bečka, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nové metody dusíkatého hnojení u řepky ozimé (*Brassica napus L.*)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Davidu Bečkovi Ph. D. za odborné vedení, cenné rady, pomoc se zpracováním výsledků a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Nové metody dusíkatého hnojení u řepky ozimé (*Brassica napus* L.)

Souhrn

Řepka olejná (*Brassica napus* L.) v dnešní době neodmyslitelně patří na česká pole. V roce 2019 bylo v České republice sklizeno 1 156 973 tun řepkového semene ze 379 778 hektaru. Tržby za 1 tunu produktu se pohybují mezi 9 000,- až 11 000,- Kč, v závislosti na situaci trhu. Cestou, jak zvýšit rentabilitu pěstování, je použitím správných dusíkatých hnojiv, přesněji vhodnou formu dusíku, v optimální dávce a termínu.

Dusík patří mezi nejdůležitější prvky ve výživě rostlin. Díky dusíku se tvoří v rostlinách funkční bílkoviny a rostou vegetativní části, ať jde o stonky, listy nebo kořeny.

Možností, jak vytvořit ideální skladbu hnojení dusíkem je spousta, dnešní trh nabízí širokou nabídku hnojiv, ať s jednou nebo vícero formami dusíku, komplexní hnojiva, které kromě dusíku, obsahují další prvky a v neposlední řadě hnojiva s různými inhibitory a podpůrnými látkami. Ovšem nezáleží jenom na výběru hnojiva. Řepka patří mezi plodiny náročné na dusík. Za vegetační sezonu spotřebuje až 200 kg N /ha. Proto je důležité takové množství správně rozložit po celou dobu vegetace v závislosti na odběru řepky, v souladu s legislativou nitrátové směrnice.

Na jaře roku 2019 byl proveden, na pozemku ve Velkých Hošticích u Opavy, experiment na jarní hnojení řepky dusíkem s cílem nastínit efektivní strategii v závislosti na výnose a ekonomice. Podniková varianta Hoštická a.s. byla hnojena bez stabilizovaných hnojiv (1. Dusičnan amonný, 2. Saletrosan, 3. Dusičnan amonný s močovinou). Společnost Timac Agro zvolila hnojivo s podporou mineralizace (1. Sulfammo, 2. Síran amonný s močovinou, 3. Dusičnan amonný s močovinou). Ve variantě společnosti Agrofert je použito hnojivo inhibující nitrifikaci a kvalitativní hnojení v době květu (1. Ensin, 2. LovoCan T) a firma Agra Group založila své jarní dávky na močovině s inhibitorem ureázy (1. UREAstabil, 2. UREAstabil, 3. Dusičnan amonný s močovinou).

Výsledkem bylo potvrzení, důležitosti inhibitorů v dusíkatém hnojení, neboť právě nejvýnosnější varianty byly od Agry 4,49 t/ha (4 % víc než Hoštická) a Agrofertu 4,43 t/ha (3 % víc než Hoštická). Nejhůře výnosově dopadla varianta Timacu 4,17 t/ha (3 % méně než Hoštická). Ekonomickou zátěž experimentu měla nejnižší Agra Group s náklady 3 834 Kč/ha (2 % méně než Hoštická), nejvyšší naopak Timac s 5 681 Kč/ha (45 % víc než Hoštická). Dražší byla i varianta Agrofertu s 4 500 Kč/ha (15 % víc než Hoštická), ovšem zde byla ušetřené náklady na jednu aplikaci navíc, oproti ostatním variantám. Strategie hnojení od Hoštické a.s. nepřekvapila, ani nezklamala a vynesla si přiměřenou rentabilitu s výnosem 4,31 t/ha a náklady 3 915 Kč/ha.

Stabilizovaná hnojiva budou neodmyslitelnou součástí pěstitelských systémů budoucnosti, i přes vyšší cenu oproti hnojivům bez inhibitoru, se v dnešní době povětrnostních výkyvů, vynaložené náklady obvykle vrátí.

Klíčová slova: řepka ozimá, dusík, hnojení, inhibitory, legislativa

New methods of nitrogen fertilization in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

Summary

Oilseed rape (*Brassica napus* L.) belong to the Czech field in these days. In 2019, 1,156,973 tonnes of rapeseed were harvested from 379,778 hectares in the Czech Republic. Revenue for 1 tonne of product ranges between CZK 9,000 and 11,000 CZK, depending on the market situation. The way how to increase the profitability of cultivation is by using the right nitrogen fertilisers, more precisely an appropriate form of nitrogen, with the optimal dosage and in the right date.

Nitrogen is among the most important elements in plant nutrition. Thanks to nitrogen, functional proteins are formed in plants and vegetative parts grow, this also applies to stems, leaves or roots.

There are plenty of options for creating an ideal nitrogen fertilisation mix. Today's market offering a wide range of fertilisers, with either one or multiple forms of nitrogen, complex fertilisers that besides nitrogen contain additional elements. And last but not least, fertilisers with different inhibitors and support substances. However, it is not just the choice of fertiliser that matters, rapeseed is one of the nitrogen-intensive crops. It consumes up to 200 kg N/ha for the growing season. It is therefore important to distribute such a quantity properly throughout vegetation, depending on rapeseed collection, in accordance with nitrate directive legislation.

The experiment, (for the spring fertilization of rapeseed by nitrogen with the goal to outline an effective strategy depending on yield and economy), was carried out on a land in Velké Hoštice near Opava, in the spring 2019. Business variant of Hoštická a.s. was fertilized without stabilized fertilizers (1. Ammonium nitrate, 2. Saletrosan, 3. Ammonium nitrate with urea). The company Timac Agro has chosen mineral fertilizer (Sulfammo, 2. Ammonium sulphate with urea, 3. Ammonium nitrate with urea). In the Agrofert variant, nitrification inhibiting fertilizer and qualitative fertilization in the flowering time (1. Ensin, 2. LovoCan T) are used and the Agra Group based its spring doses on urea with a urease inhibitor (1. UREAstabil, 2. UREAstabil, 3. Ammonium nitrate with urea).

As a result, the importance of inhibitors in nitrogen fertilization was confirmed, and the most profitable variants were from Agra 4.49 t/ha (4 % more than Hoštická) and Agrofert 4.43 t/ha (3 % more than Hoštická). The lowest economic burden of the experiment had Agra Group with the cost 3,834 CZK/ha (2 % for Hoštická men), while the highest was Timac with 5,681 CZK/ha (45 % more than Hoštická). The Agrofert variant was also more expensive with 4,500 CZK/ha (15 % more than Hoštická), but there was cost savings for one extra application compared to the other variants. Fertilization strategy from Hoštická a.s. was not surprising or disappointing and earned reasonable profitability with a yield of 4.31 t/ha and cost of 3,915 CZK/ha.

Stabilised fertilisers will be an inherent part of the growing system of the future, despite a higher price than non-inhibitor fertilisers. Nowadays, the costs are usually return back because of the weather condition.

Keywords: oilseed rape, nitrogen, fertilization, inhibitors, legislation

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
3.1	ŘEPKA OZIMÁ – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA O PLODINĚ	9
3.1.1	BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ.....	9
3.1.2	GENETICKÝ PŮVOD, HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ	9
3.1.3	BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI.....	10
3.1.4	ŠLECHTĚNÍ.....	12
3.1.5	VÝZNAM A VYUŽITÍ ŘEPKY OZIMÉ	12
3.1.6	PĚSTOVÁNÍ.....	14
3.2	DUSÍK-KOLOBĚH, FORMY A PŘÍJEM.....	19
3.2.1	KOLOBĚH DUSÍKU	19
3.2.2	PŘÍJEM DUSÍKU	22
3.3	DUSÍKATÉ HNOJIVA: ZDROJE DUSÍKU, VÝROBA N-HNOJIV, DRUHY HNOJIV A HNOJIVA S INHIBITORY.....	23
3.3.1	HISTORIE ZDROJE DUSÍKU.....	23
3.3.2	VÝROBA DUSÍKATÝCH HNOJIV	23
3.3.3	ROZDĚLENÍ N HNOJIV.....	24
3.3.4	HNOJIVA S INHIBITORY	25
3.3.5	INHIBITORY A PODPŮRNÉ LÁTKY V DUSÍKATÝCH HNOJIVECH	28
3.4	VÝŽIVA A HNOJENÍ ŘEPKY DUSÍKEM – DÁVKY DUSÍKU A TERMÍNY APLIKACE	30
3.4.1	HNOJENÍ NA PODZIM.....	31
3.4.2	HNOJENÍ NA JAŘE.....	32
3.5	NOVÁ HNOJIVA A METODY DUSÍKATÉHO HNOJENÍ U ŘEPKY.....	35
3.6	VLIV DUSÍKATÉHO HNOJENÍ NA VÝNOS A KVALITU ŘEPKY OZIMÉ.....	36
3.7	LEGISLATIVA POUŽÍVÁNÍ DUSÍKATÝCH HNOJIV	37
4	MATERIÁL A METODY	42
4.1	CHARAKTERISTIKA POKUSNÉ LOKALITY.....	42
4.2	PRŮBĚH POČASÍ PŘI VEGETAČNÍM OBDOBÍ 2018/2019	42
4.3	METODIKA A MATERIÁL	44
4.4	SLEDOVANÉ UKAZATELE.....	47
5	VÝSLEDKY.....	48
6	DISKUZE	52
7	ZÁVĚR	53
8	SEZNAM LITERATURY	54

1 ÚVOD

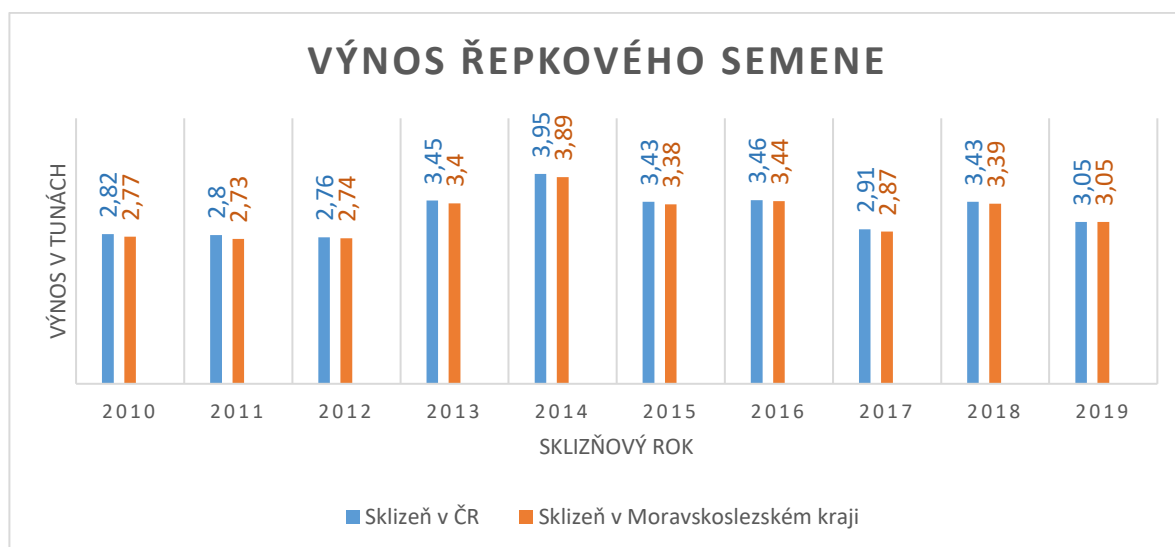
Řepka olejná je hlavní pěstovanou olejninou v České republice. Tato plodina se vyznačuje dobrou rentabilitou, okolo 85 %. V současné době se pěstuje na zhruba 16 % orné půdy ČR což je kolem 400 000 ha. Semeno je stále dobře obchodovatelné na tuzemském i zahraničním trhu, proto se těší ze zájmu farmářů o její pěstování.

Rozhodující plocha řepky v ČR (76,3 %) je pěstována při zatížení osevního postupu v obvyklém rozmezí 10–25 %. Část pěstitelů, kteří dosáhli nejvyššího výnosu, pěstuje řepku se zastoupením v osevním postupu 25–30 %. Skutečnost, že úspěšní pěstitelé mají v osevním postupu relativně vyšší zastoupení řepky, není překvapením a poslední roky jsou dalším důkazem, že lze řepku pěstovat i při vyšším zatížení v osevním postupu.

Ovšem pěstování řepky nepatří mezi nejlevnější záležitosti v chodu podniku. Tlak škůdců, chorob, prostor pro růst plevelů, regulace růstů a v neposlední řadě minerální hnojiva nám nákladovost na hektar vynese až na 30 000,- (Liška 2019).

Řepka v dnešní době tvoří jednu z mála plodin, pěstující se na významné ploše, zlepšující půdní úrodnost, ať vynikajícím prokořeněním půdního profilu, zanecháním velkého množství kvalitních posklizňových zbytků, příjem živin z hlubších vrstev půdy, či zabránění eroze. Dále je významným přerušovačem obilných sledů v našich podmínkách. Ale medializace, především v době květu, vrhá na řepku nezasloužený stín, množství vstupů, až patnáctkrát, zemědělských strojů do porostu v době vegetace, bývá dost vytýkáno. V neposlední řadě údajné znečištění podzemních vod dusičnany, splavených z nadměrného dusíkatého hnojení, i přesto, že řepka olejná patří mezi takzvané „zachytávače“ dusičnanů.

Právě o dnešních způsobech strategie hnojení dusíkem se zabývá bakalářská práce, neboť právě termíny, dávky a typy dusíkatých hnojiv rozhodují o výnosu a kvalitě semen a tím pádem i návratnost vložených financí do náročného pěstování řepky.



Zdroj: ČSÚ (2020)

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zpracování literárního přehledu týkající se řepky, dusíku, výživy a hnojení dusíkem u řepky ozimé včetně nových hnojiv, metod a trendů. Dále je posuzován vliv čtyř různých strategií hnojení dusíkem na jaře v poloprovozním pokuse. Je porovnán termín aplikace, volba použitého hnojiva a ekonomické zatížení na výsledný výnos semen. Dílčím cílem je posouzení, zda díky stabilizovaným hnojivům dosahují řepky vyšších výnosů.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 ŘEPKA OZIMÁ – ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA O PLODINĚ

3.1.1 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ

Jak uvádí Novák a Skalický (2008) řepka je z botanického hlediska řazena do:

Říše	<i>Plantae</i>	-	rostliny
Podříše	<i>Tracheobionta</i>	-	cévnaté rostliny
Oddělení	<i>Magnoliophyta</i>	-	krytosemenné rostliny
Třída	<i>Magnoliopsida</i>	-	nižší dvouděložné
Podtřída	<i>Dilleniidae</i>		
Řád	<i>Brassicales</i>	-	brukvotvaré
Čeleď	<i>Brassicaceae</i>	-	brukvovité
Rod	<i>Brassica L.</i>	-	brukev
Druh	<i>Brassica napus L.</i>	-	brukev řepka

3.1.2 GENETICKÝ PŮVOD, HISTORIE A ROZŠÍŘENÍ

Podle Baranyka et al. (2010) areál pěstování řepky zasahuje do celé oblasti mírného a částečně i subtropických pásů Země s významnými pěstelskými oblastmi na indickém subkontinentu, v Číně, západní Sibiři, Kazachstánu, severním Kavkaze, evropské oblasti od řeky Dněpru až po Britské ostrovy, včetně Skandinávie, Pobaltí a Bílé Rusi, v severní Americe zvláště v Kanadě, Argentíně i v severní Africe, Austrálii a na Novém Zélandu.

Řepka s vysokou pravděpodobností nemá žádného planého předka. Vznikla patrně zkřížením brukve zelné a brukve řepáku (řepice či vodnice) jako tzv. amphiallotetraploid s 38 chromozomy v oblasti středozemního genového centra (Baranyk et al. 2010).

Podle Fábryho (1975) bude původ řepky olejné zřejmě v těch oblastech, kde se nedařilo pěstování olivy, nebo jiných, z hlediska kvality oleje významných druhů.

Původní uplatnění druhů z rodu *Brassicaceae* jako zeleniny či pikantních hořčičných semen přerostlo již v období středověku v uplatnění semen řepky a řepice pro výrobu olejů na svícení a mazání, či pro mydlářství (Vašák 2000).

Veliký rozmach pěstování řepky nastává s růstem velkých měst, vznikem manufaktur, moderního hutnictví a lehkého průmyslu vzrostla potřeba surovin rostlinného původu, a tedy i rostlinných tuků (Fábry 1975).

Klasický řepkový olej se u nás začal používat po druhé světové válce. Tento olej ovšem obsahoval 45-51 % kyseliny erukové, která se stala terčem kritiky zdravotníku (Vašák 2000). Proto v Československu byl začátkem 80. let minulého století uskutečněn velmi rychlý a komplexní přechod na pěstování odrůd ozimé řepky bez kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinulátů („00“ řepka), který vytvořil pro zpracovatelský průmysl domácí zdroj pro potravinářské uplatnění a krmivářský průmysl (Fábry 2007).

U nás po změnách politického systému na přelomu 80. a 90. let 20. stol. se uvolnilo značné množství půdy, která již nebyla potřebná pro výživu zvířat. Ubyly pícniny, cukrová řepa, len, brambory či luskoviny. Krom úhoru a travních porostů výrazně narostla výměra všech hlavních olejnin (Vašák 2000).

Od roku 2000 se stala řepka olejná nejvýznamnější exportní komoditou rostlinné výroby ČR. To vše vedlo k tomu, že za období 1989/2000 se plochy řepky zvětšily asi o 350 % (Vašák 2000).

Ovšem cituji profesora Vašáka (2019): „Po devadesátém roce jsme obětovali textilní průmysl, lze očekávat, že do roku 2025 zanikne u nás i cukrovarnictví a kolem roku 2035 nejspíš obětujeme i oleje a tuky, respektive řepku“.

3.1.3 BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Bečka (2007) udává pěstování řepky ve formě ozimé-typ „00“ (asi 40 % - hlavně EU), jarní-typ CANOLA (cca 45 % - Kanada, Indie, Austrálie, většina bývalého SSSR, USA, část Číny), případně jako přezimující jařina-různé typy „0“, „00“, CANOLA ap. (přibližně 15 % - většina čínské produkce).

Je to jednoletá jarní nebo ozimá bylina s mohutným kořenem a poloobjímavými, sivozelenými a ojněnými listy. Dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné a řapíkaté, horní listy jsou vejčité a přisedlé. Lodyhy dorůstají výšky 0,5-1,5 (-2) m, jsou větvené a nesou poměrně řídké hrozny jasně žlutých květů. Poněkud odstálé šešule jsou lysé, s 15-40 semeny tmavohnědé, hnědočerné, růžové nebo nažloutlé barvy. Na povrchu jsou hladká, chuť mají palčivou a v sušině obsahují kolem 45 % oleje. (Novák & Skalický 2012).

Obr. 1: Fenologická stupnice BBCH (Fábry 2007)



Vašák et al. (2000) uvádí, že vegetační doba se pohybuje od 320 až 330 dnů, výjimečně v nadmořských výškách nad 600 m i celý rok.

Podle Fábryho et al. (2007) semeno řepky pro klíčení vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Minimální teplota pro klíčení je 1 °C, optimální teplota +20 až +25 °C.

Ozimá řepka musí pro přechod z vegetativní do generativní fáze překonat v komplexu s vegetativními činiteli určité období nízkých teplot – jarovizace. U řepky byly zjištěny pozitivní vlivy vzájemného působení krátkého dne (8-10 hodin) a nízkých teplot. Teploty nutné pro jarovizaci v závislosti na odrůdě, tvorbě listů a okolním prostředí se pohybuje mezi +2 až +8 °C po dobu 30 až 60 dní (Fábry 2007).

Rostliny se silou kořenového krčku 8 mm odolávají v půdě i opakovaným holomrazům do -20 °C (Vašák 2000).

Hloubka zakořenění se pohybuje od 110 do 175 cm, množství kořenových zbytků kolísá u ozimé řepky podle místa, ročníku a způsobu pěstování od 152 do 4780 kg sušiny z jednoho hektaru. Přibližně 80–90 % kořenové hmoty se nachází v orniční vrstvě a menší část v hlubších vrstvách od 22 do 45 cm (Fábry 2007).

Tab. 1: Parametry charakterizující výnosovou schopnost ozimé řepky (Baranyk et al. 2010)

Počet rostlin na 1 m ²	50
Hmotnost 1000 semen – HTS (g)	5
Počet větví 1. řádu na rostlině	8
Počet semen v šešuli	20
Počet šešulí na 1 rostlině	150
Počet šešulí na 1 m ²	7 500
Počet semen na 1 rostlině	3 000
Počet semen na 1 m ²	150 000
Výnosový potenciál (t/ha)	7,5

Kvetení porostu trvá 20-25 dní a většinou celé probíhá v květnu. Sprášení větrem je menší než 10 %, hmyzem (hlavně včely, ale i čmeláci a mouchy) nad 90 %. To je důležité u složených (CHL) hybridů. Běžné odrůdy a restaurované hybridy se mohou samosprášit bez zjevného dopadu na výnos (Vašák 2000).

3.1.4 ŠLECHTĚNÍ

Šlechtění řepky se dá rozdělit na dva hlavní směry: a) šlechtění na vysoký výnos semene
b) kvalita semene

Šlechtění na výnos semene se předpokládá zlepšit vlastnosti jednotlivých výnosových prvků a jejich pozitivní korelaci, která vychází i z fyziologických vlastností rostlin a nesmí při ní být opomenuty ani požadavky na agronomické vlastnosti rostlin a porostu.

Šlechtění na kvalitu semen, zvláště na kvalitu oleje a šrotů, je do značné míry ovlivněno požadavky zpracovatelského, potravinářského a krmivářského průmyslu i s možnostmi jejich využití v jiných průmyslových odvětvích (Vašák 2000).

Složení mastných kyselin v řepkovém oleji musí být sledováno, protože určuje možnost jeho použití. Složení oleje závisí na odrůdě. U standardních odrůd, kyselina olejová a alfa-linolenová se pohybuje od 60 do 65 %, respektive od 8 do 12 %. Tento standardní řepkový olej lze použít pro salátové zálivky, olej na vaření, pečení a pro bionaftu. Pro zvláštní použití byly vyšlechtěny jiné odrůdy: olejový typ (nad 70% kyseliny olejové) pro maziva, nízký alfa-linolenový typ (2,5 alfa-linolenická kyselina) pro fritovací olej a erukový typ (nad 50% kyseliny erukové) pro maziva, plastové fólie a zdravotnické produkty (Flénet & Merrien 2009).

Největší rozšíření v současnosti mají odrůdy, které sice nejsou „super“ výnosné, ale plastické, vhodné do všech oblastí pěstování. Česká republika je z hlediska klimatických a půdních podmínek velmi pestrá, a proto jen odrůdám schopným vyrovnat se s těmito variabilními podmínkami prostředí narůstají plochy (Bečka 2007).

3.1.5 VÝZNAM A VYUŽITÍ ŘEPKY OZIMÉ

Uplatnění řepky spočívá hlavně ve:

- Potravinářská surovina pro lidskou výživu.
- Extrahované šroty, případně pokrutiny či semena jako součást krmných směsí.
- Významná surovina pro chemický průmysl (oleochemie) a jako zdroj obnovitelné energie místo fosilních zdrojů-bionafta, ekomazadla.
- Rozšiřuje druhovou rozmanitost plodin na orné půdě a stala se útočištěm pro řadu organismů, cenné krmivo pro spárkatou zvěř.

Agroekologické přednosti

- Vynikající předplodina, přerušovač obilních sledů, zvyšuje úrodnost půdy, odpleveluje, vynikající osvojovací schopnost i z tíže přístupných vazeb v půdě.
- Alternativní zdroj organického hnojení, do půdy se dostane 10-15 t sušiny z kořenů, listů, slámy a z výdrolu naroste dalších 10-20 t zelené biomasy s 10-15 % sušinou.
- Včelomilná a významný zdroj obživy pro volně žijící faunu.
- Brání erozi, splavování N-látek do spodních vod, snižuje znečištění půdy a vody.

(Vašák 2000)

Potravinářství

Podle Baranyka et al. (2010) je řepkový olej současných odrůd vysoce kvalitní a je vhodný jak pro tepelné zpracování, tak pro studenou kuchyni. Snáší vyšší teploty, ale díky vyšší oxidační stabilitě má rovněž delší trvanlivost oproti jiným rostlinným olejům. Preferování tohoto oleje je zejména díky:

- Nízký obsah nasycených mastných kyselin (6-8 %)
- Bohatý obsah nenasycené kyseliny olejové zhruba na úrovni olivového oleje (50-60 %)
- Dostatečný obsah kyseliny linolové (20-22 %)
- Bohatý obsah alfa-linolenové kyseliny (9-10 %)
- Přijatelný poměr vitamínu E a tokoferolů.

Krmivářství

Extrahované šroty, výlisky případně drcená semena jsou významnou bílkovinnou součástí krmných směsí. Vyššímu využití však brání obavy zemědělců z negativních účinků anti nutričních látek – glukosinolátu (GSL). Ty ovšem přetrvávají z dob, kdy nebyly k dispozici odrůdy „00“ (velmi nízký obsah kyseliny erukové a GSL). V zahraničí jsou řepkové komponenty běžnou záležitostí v krmných směsích (Nerad 2007).

Oleochemie

Produkty rozkladu olejů a tuků, probíhající buď hydrolýzou, nebo alkoholýzou, jsou mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin. Z těch pak mají velký význam hydrolýzou uvolněné mastné kyseliny vzhledem k přítomnosti reaktivních dvojných vazeb a karboxylových kyselin. Díky tomu vzniká rozmanitost získaných produktů. Glycerol je důležitý trojsytný alkohol, který představuje důležité odvětví v organické chemii (Nerad 2007).

Bionafta

Methylester řepkového oleje budí velký zájem díky řadě výhod: environmentální (obnovitelné, biologicky rozložitelné a neekotoxické, zmírňování skleníkových plynů), mazací schopnost palivového systému (příznivé mazací vlastnosti esterů), zdraví (méně škodlivé emise výfukových plynů) a snadné použití (vysoký bod vzplanutí). Estery olejnatých semen jsou mnohem více biologicky odbouratelné (> 95 %) než minerální oleje (25–40 %) a znečišťují méně než konvenční nafta. Udržitelná výroba bionafty je závislá na kultivačních a výrobních procesech, proto vyžaduje především zlepšení zemědělských postupů, aby měla svůj význam (Milazzo et al. 2013).

3.1.6 PĚSTOVÁNÍ

Stanoviště a osevní postup

Řepce vyhovují obecně stanoviště s ročním průměrem teplot 7-9 °C a srážek 450 až 700 mm a nadmořská výška do 650 m (Baranyak et al. 2010).

Podle Vašáka (2000) nejvyšší kvalitu, výnosy a jistotu produkce však nadále v bramborářské oblasti, pokud se obdrží všechny požadované vstupy. Přes svojí mimořádnou plasticitu řepka nesnáší:

- Půdy déle než týden na podzim či na jaře zamokřené, kde vyhnívá
- Půdy s vyoranou mrtvinou, kde nevzchází
- Lokality, kde leží sníh déle než dva měsíce či tam, kde sníh nejméně dva týdny odtává a ledovatí
- Půdy těžké, které nekvalitní přípravou zhrudovatělý, kde za sucha nevzejde
- Půdy s obsahem reziduí, hlavně sulfonylmočoviny a některé triazinové herbicidy

Tab. 2: Přehled osevu řepky v ČR (Český statistický úřad 2020)

Rok	Osevní plocha ha	Výnos t/ha	Produkce celkem v t
2010	368 824	2,83	1 042 418
2011	373 386	2,80	1 046 071
2012	401 319	2,76	1 109 137
2013	418 808	3,45	1 443 210
2014	389 298	3,95	1 537 320
2015	366 180	3,43	1 256 212
2016	392 991	3,46	1 359 125
2017	394 262	2,91	1 146 224
2018	411 802	3,43	1 410 769
2019	379 778	3,05	1 156 973

Baranyk et al. (2010) uvádí, že řepka je vděčná za hluboké činné půdy, s dobrou strukturou, s vysokou vodní kapacitou, neutrální až slabě alkalické reakce. Bečka (2007) dodává, že obsah humusu by měl být nad 1,5 % a dobrá zásobenost Mg, P, K, B. Na kyselejších a méně úrodných půdách je důležitý poměr vody a vzduchu, úprava půdní reakce a obohacení o organický substrát.

Při výběru pozemků pro řepku a během podzimní vegetace je třeba zachovat mezi loňským řepkovištěm a letošním osevem asi 500 m vzdálenost pro snížení náletu velké řady škůdců (Bečka 2007).

Základním požadavkem na předplodinu je, aby umožnila výsev řepky v srpnovém agrotechnickém termínu i v nepříznivých letech. Nejlepší předplodiny pro řepku jsou však málo pěstované, rané brambory či jetelotravní směsky. Přijatelné předplodiny jsou obilniny, hlavně ozimá pšenice a ozimý ječmen. Obilniny jsou předplodinami asi 90 % porostů řepky (Bečka 2007).

Podle Soukupa (2007) je možné v osevních postupech s obilninami a řepkou bez větších problémů uplatňovat redukované zpracování půdy, které se prosazuje hlavně v sušších oblastech. Avšak také dodává, že obilní předplodina může přinášet jistá rizika: nejistota včasnosti sklizně a úklid slámy, větší množství špatně rozložitelných posklizňových zbytků a obilní výdrol, který může vytvořit silný tlak na vzcházející řepku.

Vzhledem k tomu, že se mohou stále častěji objevovat choroby a škůdci u pěstování řepky, měl by se dodržet rozestup 4 roky. Řepka olejná je hostitelskou rostlinou háďátka řepného, a proto se s cukrovou řepou vztahuje také 4 až 5letý rozestup. U plodin citlivých na sklerotínii, jako jsou slunečnice, polní zelenina atd., je také nutné dodržet rozestup 4 až 5 let (Lembacher et al. 2009).

Založení porostu

Doporučená hloubka setí je 1-3 cm, ovšem s charakteristickými větrnými výkyvy a dlouhotrvající období sucha, se zemědělci přiklánějí k větší hloubce. V našich podmínkách se používá výsevek 3-5 kg/ha, ovšem osivo je dodáváno ve výsevních jednotkách, ta obsahuje 450-500 tis. klíčivých semen u hybridů a 600-700 tis. u liniových odrůd na hektar (Soukup 2007).

Dle Bečky (2007) je optimální takový termín, kdy od doby výsevu až do poklesu teplot pod 5 °C má řepka k dispozici 80 až 90 podzimních vegetačních dnů.

Vašák doporučuje (2019) se současným suchem bojovat při zakládání porostu prostřednictvím technologií jako je strip-till. Vhodné je zohlednit předpověď počasí a optimálně zpracovat půdu. Zmínil také stimulant AG 070, který podle něj dobře funguje, další možností je ekologický půdní sorbent, který zadržuje vodu u kořenů rostlin – Hydrogel, využívání mulče či pěstování řepky ve směsi s dalšími plodinami.

Regulátory růstu

Při podzimní aplikaci je výsledek porušení apikální dominance, tím zabránění přerůstání, posiluje se zakořenění a průměr kořenového krčku, tím pádem faktor, kolik na jaře rostlina užíví větví a listy tvoří horizontálně rozloženou růžici, umožňující přístup světla k úžlabním pupenům a předpoklad pro další diferenciaci (Šaroun 2007).

Jarní regulace spočívá opět s porušením apikální dominance, tím pádem se snižuje výška porostu, ale zvyšuje se délka a počet vyvinutých větví a tím i vyšší počet šesulí na rostlině. Nižší porosty jsou vzdušnější, lépe propouštějí světlo do nižších pater, šesule jsou pevnější s menší náchylností k pukání a zlepšuje se přístup pro techniku (Šaroun 2007).

Hnojení P, K, Ca, S, Mg

Řepka olejka má vysoké nároky na živiny. Nicméně, může být v důsledku jeho velkému kořenovému systému využity živiny, které jsou pro jiné plodiny nepřístupné, proto je třeba brát v úvahu zásoby živin z půdy (Lembacher et al. 2009).

Tab. 3: Odběrový normativ živin na výnos 1 t semene a odpovídající množství slámy (Balík et al. 2007)

kg/t	N	P	K	Ca	Mg	S
	52 - 59	11 - 18	40 - 50	30 - 38	4 - 6	12 - 16
g/t	Fe	Zn	Mn	Cu	Mo	B
	140 - 170	60 - 80	60 - 100	18 - 25	2 - 6	75 - 110

U těchto živin je nutno udržovat jejich zásobu v půdě a dobré úrovni pravidelným hnojením na základě rozborů půd. Při deficitu v půdě je žádoucí aplikovat zvýšené dávky, než je odběr pro doplnění půdní zásoby. Pokud není možné dostatečné vyhnojení půd na potřebnou úroveň, lze částečně doplnit mimokořenovou aplikací, která se však musí opakovat (Vaněk et al. 2016).

Vzhledem ke kvalitní předsetové přípravě, upřednostňujeme aplikaci hnoje na druhou trať organického hnojení. Nevyzrálý a slamnatý by se neměl k řepce dávat vůbec. Dávky přímo k řepce činí 20-30 t/ha. Kejdu můžeme aplikovat na slámu předplodiny, v dávce max 35 t/ha, či během podzimu ve fázi 4-6 pravých listů v dávce 8,10 t/ha (Baranyk et al. 2010).

Hodnota pH ovlivňuje celý chemismus půdy a tím pádem i výživu rostlin, ta se pohybuje od 5,2 na lehkých, až po 6,7 na těžkých půdách. Odchytky zbytečně komplikují příjem živin. S ohledem na šetrnost k půdě je nejideálnější vápenec (Vašák 2000).

Baranyk et al. (2010) zmiňují, že síru volíme v základním hnojením, ovšem nejdůležitější je především na začátek jara (březen), kdy využití rostlinou je nejvyšší a projev deficitu v půdě nejzřetelnější. Přehnojení se projeví na zvýšené syntéze glukosinulátu a neúměrné hnojení síry s dusíkem snižuje olejnatost.

Ochrana proti chorobám a škůdcům

Podle Baranyka et al. (2010) jsou náklady spojené s aplikací pesticidů 20-25 % z celkových nákladů pěstování řepky. To ji posunulo na první místo v ČR, co se týče, objemu ochrany. Návratnost vynaložených prostředků bývá ale vysoká.

Škůdci na podzim

Podle Kazdy et al. (2010) patří mezi hlavní podzimní škůdce čeled' slimáčkovití. Po vzejití se objevuje nepravidelný žír na listech, hypokotylu a kořincích. Později sežírají rostliny úplně. Ochrana je rozmetání granulovaných návnad, alespoň po okrajích pozemku. Vyžíráním četných dírek do vzcházejících listů, škodí také zástupci dřepčků Rostliny zasychají a hynou. Ochrana při přemnožení přípravky na bázi pyretroidů. Někdy se musí aplikace opakovat.

Od října můžeme pozorovat poškození kořenů larvami květilky zelné, které vykousávají chodbičky v kořenovém krčku a pokračují dále do stonku. Rostlina usychá. Ochrana zatím není. Dále lze najít na hypokotylu hálky způsobené larvami krytonosce zelného. Ochranou je insekticidní postřik (Kazda et al. 2010).

Škůdci na jaře

Na jaře dáváme pozor na krytonosce čtyřzubého a řepkového, jejichž larvy vyžírají vnitřek stonků, larvy čtyřzubého také vnitřek řapíku listů. Krytonosec řepkový je závažnější škůdce, neboť způsobuje závažnější poškození v časnější vývojové fázi rostlin. Poškození larvami usnadňuje infekci houbovými patogeny. Insekticidní ochrana krytonosce čtyřzubého je většinou o 1-3 týdny dříve než u řepkového (Kocourek et al. 2018).

Škůdci v období květu, tvorby šešulí a dozrávání

Při denních teplotách okolo 15 °C řepku kolonizuje od okrajů blýskáček řepkový. Insekticidní opatření jsou pouze ve stadiu poupat, nejpozději do začátku kvetení. Poškození je způsobeno nakusováním pupenů a vyžíráním pylu. Poškozené pupeny uschnou a opadnou (Lembacher et al. 2009).

Při tvorbě a dozrávání šešulí bývá problém s krytonoscem šešulovým + bejlmorka. Její larvy vyžírají vnitřek šešulí. Ochrana je společná proti blýskačkovi (Kazda et al. 2010).

Choroby na podzim

Různé houbové choroby mohou dělat potíže, ale většinou se efektivně ochrání aplikací regulátorů růstu, buď samostatně, nebo dohromady s fungicidem (Kazda et al. 2010).

Choroby na jaře

Choroby mohou způsobit nouzové dozrávání, to značí snížený výnos, HTS, olejnatost či zaplesnivět semena. Mezi nejvýznamnější jarní choroby patří nádorovitost kořenů brukvovitých, fomové černání stonku, které se může vyskytnout ve všech vývojových stádiích, alternáriová skvrnitost má za následek nekrotické skvrny na listech a šešulích. Nesmíme opomenout verticiliové vadnutí, padlí brukvovitých či jiné plísňové onemocnění. Fungicidní ochranu musíme aplikovat preventivně (Kocourek et al. 2018).

Ochrana proti plevelům

Vaculík (2018) uvádí, že herbicidní ošetření ozimé řepky je postaveno na základním preemergentním ošetření, popř. na aplikaci časně postemergentního či klasicky postemergentního herbicidu. Avšak postemergentní aplikace jsou především v suchých lokalitách a ročnicích, popřípadě se může jednat o opravné zásahy po přeživších plevelích či nově vzrostlých.

Výdrol obilní předplodiny způsobuje výrazné problémy při pěstování řepky. Intenzita zaplevelení výdrolom obilní předplodiny je ovlivněna technologií a kvalitou zpracování půdy před založením porostu řepky. Vhodně zvolený termín a způsob zpracování půdy zamezí masivnímu vzcházení výdrolu a lze jej považovat za hlavní nechemický způsob regulace výdrolu (Jursík & Soukup 2009).

Pokud by první herbicidní zásah proti dvouděložným plevelům byl až v jarním období, tak se musí očekávat výrazná ztráta výnosu z důvodu konkurenčního tlaku plevelů v podzimním období (Vaculík 2018).

Jursík a Soukup (2009) upozorňují na problémy s některými plevele, které jsou vůči většině řepkových herbicidů odolné. Jde především o brukvovité plevele (penízek rolní, úhorník mnohodílný, ale i další druhy). Problémy s těmito plevele bývají především tam s vysokým podílem řepky v osevním sledu, případně na pozemcích, kde není v obilních předplodinách jejich regulace provedena dostatečně efektivně.

Sklizeň a výnos řepky

Porost řepky by měl být v době sklizně v plné zralosti, kdy je lodyha v horní a střední části hnědá nebo hnědošedá, přeschlá a lámavá, ve spodní části bývá u zdravých porostů světle zelená. Šešule jsou hnědé nebo šedé a při nárazu nebo tlaku snadno pukají. Semena jsou černá, dobře vybarvená a jejich vlhkost je do 12 % (Baranyk et al 2010).

V Evropské unii dosahuje největších výnosů Německo s průměrem 3,3-3,8 t/ha. V České republice je průměrem považován výnos okolo 3-3,2 t/ha (Bečka 2007).

Baranyk (2010) ještě dodává, že sklizňové ztráty se pohybují okolo 2–5 %, přičemž výrazně menších ztrát (2 %) dosahují mlátičky s větším záběrem lišty. Největší ztráty jsou na bočních děličích.

Od 1. 1. 2019 je zakázáno používat předsklizňovou desikaci přípravky obsahující glyfosát u potravinářských plodin (obiloviny a řepka), z důvodu ochrany životního prostředí, a přestože se neprokázala, tak i z důvodu karcinogenní škodlivosti (Bílý 2018).

3.2 DUSÍK-KOLOBĚH, FORMY A PŘÍJEM

Dusík je nepostradatelnou živinou, jeho nedostatek má za následek snížení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, to se projevuje snížením růstu a tvorbou všech podstatných orgánů rostlin (listy, větve, poupata). Při nedostatku jsou rostliny slabší, nižší a světlejší. Při nadbytku jsou sytě zelené, dobře až robustně vyvinuté, později přecházejí do generativní fáze růstu a prodlužuje se doba dozrávání (Balík et al. 2007).

3.2.1 KOLOBĚH DUSÍKU

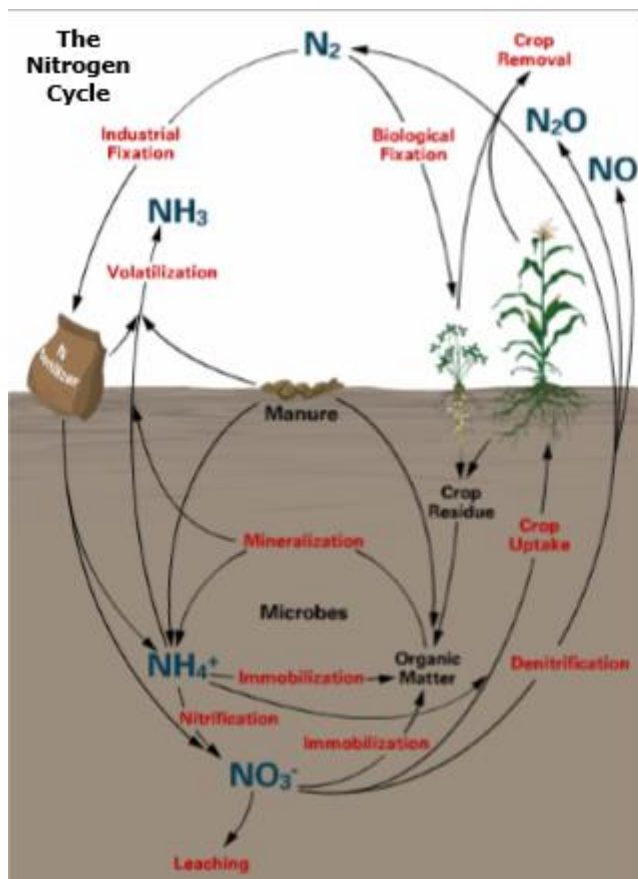
V průběhu minulého století vývoj nových zemědělských postupů k uspokojení celosvětové poptávky po potravinách, drasticky narušil koloběh dusíku. To vedlo k rozsáhlé eutrofizaci sladkých vod a pobřežních zón a také ke zvýšení koncentrace oxidu dusného, skleníkového plynů N_2O . Mikrobiální procesy nakonec obnoví rovnováhu v dusíkovém cyklu, ale škody způsobené člověkem na dusíkové rovnováze planety budou přetrvávat po celá desetiletí, možná století, pokud nebudou zahájeny pečlivé strategie řízení (Canfield et al. 2010).

V průběhu roku dochází ke značným změnám v obsahu anorganického dusíku v půdě. V jarním období, v dubnu až květnu, se v důsledku oteplování půdy zvyšuje činnost mikroorganismů a obsah minerálního dusíku dosahuje maximální hodnoty. V průběhu vegetace se odběrem dusíku rostlinami i postupným snižováním intenzity mineralizace obsah minerálního dusíku v půdě snižuje až na relativně stabilní hodnotu, která je těsně před sklizní a po sklizni. Při příznivých vlhkostních a teplotních podmínkách se v podzimním období začíná obsah N_{min} v půdě zvyšovat mineralizací posklizňových zbytků a následně před zimou opět klesá, protože v důsledku poklesu teplot se snižuje aktivita mikroorganismů (Černý et al. 2011).

Černý (2014) dále říká, že v případě, kdy výstupy živin převyšují vstupy, mluvíme o snížení půdní úrodnosti a ochuzujeme stanoviště. V opačném případě, když jsou vyšší vstupy než výstupy, u dusíku paradoxně nedochází ke zvýšení úrodnosti, naopak dochází k jeho větším ztrátám. Oba případy jsou nežádoucí a zemědělci by měli znát bilance N na svých pozemcích a optimálně vyrovnat hnojení.

Vhodné hnojení dusíkem v kombinaci s genetickým zlepšením indexu sklizně dusíku jsou nejběžněji dostupnými nástroji ke zlepšení výnosu řepky a zároveň minimalizují ztráty dusíku v životním prostředí. Lepší pochopení příjmu N, rozdělení N a přínosu těchto klíčových fyziologických procesů k tvorbě biomasy a výnosu je však předpokladem pro genetické zlepšení (Malagoli et al. 2005).

Obr. 2.: Koloběh dusíku (Johnsson et al. 2005)



Překlad:

- Industrial fixation-** Průmyslová fixace
- Volatilization-** Volatilizace
- Biological fixation-** Biologická fixace
- Crop removal-** Odvoz komodity
- Manure-** Hnůj
- Mineralization-** Mineralizace
- Crop residue-** Zbytky rostlin
- Crop uptake-** Odběr rostlinami
- Microbes-** Mikroorganismy
- Immobilization-** Imobilizace
- Organic matter-** Organická hmota
- Denitrification-** Denitrifikace
- Nitrification-** Nitrifikace
- Leaching-** Vyplavení

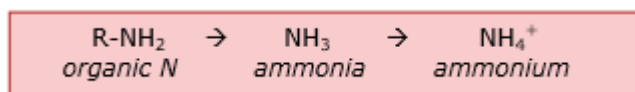
Mineralizace

Mineralizace je proces, kdy mikroorganismy rozkládají organický N z organické hmoty, hnoje či zbytků plodin na amoniak (NH_4^+). Protože to je biologický proces, rychlost mineralizace se liší s teplotou půdy, vlhkostí a množstvím kyslíku v půdě (Johnson et al. 2005).

Amonný iont (NH_4^+) je důležitým zdrojem N rostlin. Uvolňování minerálu z půdy se vyskytuje pouze tehdy, když koncentrace NH_4^+ v minerálním prostředí klesne pod určitou úroveň. To může být podmíněn rostoucí rostlinou (Beuters et al. 2014).

Uvádí se, že amonný iont může být přijímán už od +2 °C a rovnou být zabudován do organických látek. Pokud ale rostlina nemá energii z fotosyntézy (například po zimě) tento iont výrazně nepřijímá. Tím pádem teoretická přednost amonného iontu oproti nitrátovému může být spíše riziková (Černý et al. 2017).

Obr. 3: Průběh mineralizace (Johnsson et al. 2005).



Nitrifikace

Je to biologická oxidace amoniaku na dusičnany, snižuje schopnost půdy zadržet N a usnadňuje ztráty dusíku z půdy prostřednictvím vyplavením dusičnanů a denitrifikací. Tento proces má velký vliv na to, jaká forma N je využita rostlinami, zadržena v půdě nebo ztracena do životního prostředí, což ovlivňuje koloběh N (Subarrao et al. 2015).

Optimální teplota pro nitrifikaci v půdách je mezi 25 a 30 °C, při teplotách pod 15 °C je nitrifikace již limitována a při teplotách nižších než 5 °C probíhá nitrifikace jen v minimální míře. Optimální vlhkost půdy je 70 % MVK, za sucha se nitrifikace zastavuje. Nitrifikace je obligátně aerobní proces, rychlejší průběh je v provzdušněných půdách (Černý et al. 2011).

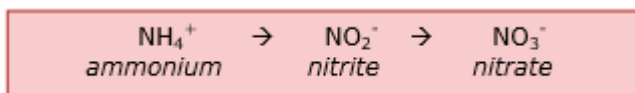
Subarrao et al. (2005) dodává, že jsou dvě skupiny půdních mikroorganismů oxidujících amoniak jsou bakterie *Nitrosomonas. Spp* a *Nitrosospira. Spp*.

Dusičnan (NO_3^-) je primární zdroj dusíku pro většinu rostlin a omezujícím faktorem růstu v aerobní půdě. Dusičnan stimuluje integrovaný transport živin a asimilaci, jakož i metabolické a regulační cesty uhlíku a dusíku, které umožňují plasticitu rostlin reagovat a přizpůsobovat se měnícímu se prostředí (Liu et al. 2017).

Ovšem nitrátový dusík rostlina nedokáže přímo zabudovat do organických látek, musí ji nejprve přeměnit na amoniak (Černý et al. 2017).

Nitrátový dusík je dobře mobilní v půdním roztoku, tím pádem rychle proniká ke kořenům. Nevýhodou je riziko vyplavení nebo transportu do nižších vrstev půdy, kde nedosáhnou kořeny. To hrozí především po zimě, v pozdější fázi vegetace tohle riziko většinou nehrozí (Černý et al. 2017).

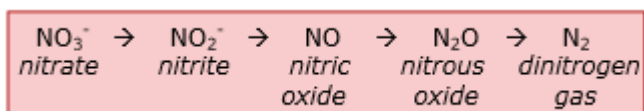
Obr. 4: Průběh nitrifikace (Johnsson et al. 2005)



Denitrifikace

Je to jev, který nastane, když se N ztratí prostřednictvím přeměnou dusičnanů na plynné formy N, jako je oxid dusnatý, oxid dusný a plynný dinitrogen. Tento jev nastává, když je půda převlhčená či neprodyšná a bakterie jako zdroj kyslíku použijí dusičnan (Johnsson et al. 2005).

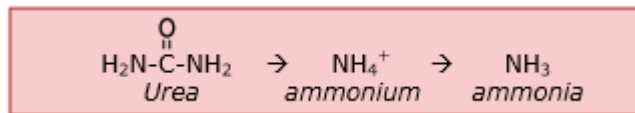
Obr. 5: Průběh denitrifikace (Johnsson et al. 2005)



Volatilizace

Proces ztrát dusíku z půdy způsobený těkáním amoniaku z povrchu či vrchních vrstev půdy. Ztráty volatilizací činí okolo 5 %, mohou však dosáhnout i hodnoty přes 25 % z dávky aplikovaného dusíku, a to v závislosti na půdně-klimatických podmínkách, dávce a formě hnojiva i na způsobu a době aplikace (Černý et al. 2011).

Obr. 6: Průběh volatilizace (Johnsson et al. 2005)



3.2.2 PŘÍJEM DUSÍKU

Je všeobecně známo, že rostliny přijímají dusík především v minerální formě, a to v podobě NO_3^- a NH_4^+ . Již samotný příjem N je ovlivněn celou řadou faktorů (množství a dostupnost minerálních forem N, průběh přeměn N v půdě apod.). Využití N významně ovlivňuje sama rostlina, která dusík nejen musí přijmout, ale důležité je, jak přijatý N využije. Zde se hovoří o tzv. asimilaci N tzv. zabudování přijatých minerálů do organických vazeb. V neposlední řadě je také důležité, jak jsou tyto organické látky v rostlině přemístovány (remobilizace N), aby byly využity co nejlépe při tvorbě hlavních produktů sklizní (Černý 2014).

Ozimá řepka úspěšně funguje jako „zachytávač“ minerálního N při nízkých teplotách vlhkého podnebí ve vysokých zeměpisných šířkách. Řepka ozimá čerpá NO_3^- účinně. Účinnost zachytávání však závisí na povětrnostních podmínkách roku, zejména na srážkách. Rozdíl v koncentraci NO_3^- v půdě má praktický význam, protože ke konci podzimu bylo pozorováno snížení o více než 50 % v ornici a 60-80 % v podorničí oproti obilninám. Jako hluboce kořenící druh je řepka ozimá účinná při čerpávání hlubších vrstev půdy vyluhovaného dusíku (Tuulos et al. 2015).

Sklizňový index dusíku (množství odčerpaného dusíku k množství dusíku vráceného do půdy) je obvykle nízký, částečně z důvodu nízké schopnosti remobilizovat N z listů a opadu listů bohatých na N, což umožňuje značnému množství N vrátit se do životního prostředí (Rossato et al. 2001).

Bylo prokázáno, že řepka má větší mobilizaci NH_4^+ , například oproti ječmenu, a to zřejmě kvůli uvolňování větší koncentrace H^+ , tím pádem větším vytlačováním NH_4^+ z jílových mezivrstev (Beuters et al. 2014).

Malagoli et al. (2004) konstatuje, že u řepky je příjem NO_3^- během růstového cyklu nejvyšší od fáze prodlužovacího růstu do fáze kvetení. Tento silný nárůst příjmu souvisí s nárůstem potřeby N v důsledku růstu stonku a listů. Při kvetení došlo k inhibici příjmu N, neboť naplnění semen bylo dosaženo hlavně uvolněním N z listů a stonku.

Podle Wasnera (2018) řepka absorbuje asi 1 kg N/ha za den na začátku jarní vegetace. Na začátku prodlužování se tato hodnota zvyšuje na přibližně 5 kg N/ha za den.

U poutaného N, zpočátku přidělený zimním listům a stonku se zdálo, že byl znovu uvolněn na mladší jarní listy a stonek, než byl poté opět uvolněn pro začlenění do šešulí. Prokázal se výskyt vegetativních ukládacích proteinů v kořenu a listech (Malagoli et al. 2005).

3.3 DUSÍKATÉ HNOJIVA: ZDROJE DUSÍKU, VÝROBA N-HNOJIV, DRUHY HNOJIV A HNOJIVA S INHIBITORY

3.3.1 HISTORIE ZDROJE DUSÍKU

Před syntetickou fixací dusíku, byly zdroje dusíkatých hnojiv hnůj, odpady různého typů, nebo jejich produkty rozkladu, zvířecí či lidská moč a síran amonný, který je vedlejší produkt z koksáren. Během první dekády dvacátého století, celosvětová poptávka po dusíkatých hnojivech značně převyšovala existující nabídka. Největší zdroj potřebný pro výrobu hnojiv byl nalezen v obrovském ložisku guana (trus mořských ptáků a netopýru), podél pobřeží Chile (Modak 2002).

Dusičnan sodný poskytoval rostlinám okamžitě dostupný zdroj výživy N, protože je vysoce rozpustný. Byl používán jako zdroj výživy N od poloviny 19. století a má významnou historii jako cenný hnojivový materiál. Avšak velká koncentrace sodíku v půdě degraduje půdní strukturu. Obsahuje 16 % N v nitrátové formě a 26 % Na. V USA je dnes povolen jako doplňkové hnojivo (Anonymous I 2019).

Svět byl zcela závislý na pravidelných zásilkách dusičnanu sodného z ložisek nerostných surovin v Chile. Klíčem prolomit tuhle závislost bylo přeměnit pouhou atmosférickou zátěž na něco reaktivnějšího (Peplow 2013).

Před příchodem procesu Haber-Bosch (průmyslová fixace N_2 na NH_3) v roce 1909, téměř všechny reakce dusíku v biosféře byla generovány a recyklovány mikroorganismy (Stein & Klotz 2016).

3.3.2 VÝROBA DUSÍKATÝCH HNOJIV

Výroba hnojiv je jedním z nejdůležitějších odvětví pro zajištění rostoucí poptávky po potravinách. Jen výroba amoniaku je na prvním místě z pohledu objemu chemických látek. Bohužel se toto odvětví vyznačuje vysokou energetickou náročností. Fosilní paliva, jako je zemní plyn jsou hlavní surovinou a hlavním zdrojem primární energie při výrobě dusíkatých hnojiv (Kliopova et al. 2015).

Podle Modaka (2002), je syntetický amoniak, vyrobený z reakce mezi dusíkem a vodíkem základem, ze kterého jsou odvozené prakticky všechny produkty, obsahující dusík (Modak 2002).

Haber-Boschův proces

Osud lidstva je propojen s naší schopností řídit cyklus dusíku, proces Haber-Bosch je zodpovědný za nasycení přibližně 48% celosvětové lidské populace, což odpovídá podpoře čtyř miliard narozených od roku 1908 (Stein & Klotz 2016).

Německý chemik Fritz Haber ve spolupráci s Robertem Le Rossignolem, vyvinul v roce 1909 stolní aparát, který stlačil a zahříval plynný dusík a plynný vodík společně za vzniku stálého proudu amoniaku. Jejich katalyzátory však nebyly vhodné pro zvětšenou verzi procesu. Carl Bosch a Alwin Mittasch německé chemické společnosti BASF vyvinuli levnější katalyzátor železa na bázi železné rudy. Haber a Bosch získali za svou práci Nobelovu cenu za chemii (Peplow 2013).

Rae-Dupree v roce 2011 popsal Haber-Bosch proces následovně: Dusík ze vzduchu se fixuje vodíkem ze zemního plynu za vzniku amoniaku. Proces musí používat vysoký tlak, protože molekuly dusíku jsou drženy pohromadě se silnými trojnými vazbami. Proces používá katalyzátor nebo nádobu vyrobenou ze železa nebo ruthenia s vnitřní teplotou vyšší než 426 ° C a tlakem asi 200 atmosfér k vzájemnému přivedení dusíku a vodíku. Prvky se pak přesunou ven z katalyzátoru do průmyslových reaktorů, kde se tyto prvky nakonec přemění na tekutý amoniak. Kapalný amoniak se potom používá k tvorbě hnojiv (Briney 2019).

3.3.3 ROZDĚLENÍ N HNOJIV

Dle Vaňka et al. (2016) se dusíkatá hnojiva rozdělují na:

Nitrátová forma dusíku NO_3^- :

Ledek vápenatý $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Obsahuje min. 15,5 % N a min. 20 % Ca

- Snadno přijatelný, ale lehce vyplavitelný do spodních vrstev. Typické hnojivo na list s rychlým účinkem. Velmi příznivě působí na kyselých půdách díky obsaženému vápníku. Doporučuje se k pozdnímu přihnojení.

Amonná forma dusíku NH_4^+ :

Síran amonný $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Obsahuje min 21 % N a min 24 % S

- Fyziologicky kyselé hnojivo, vhodné do neutrálních půd. Pomalou nitrifikací je doporučen jako základní hnojení. Díky svému obsahu síry, vhodný k brukvovitým rostlinám.

Amidová (organická) forma dusíku NH_2 :

Močovina $\text{CO}(\text{NH}_2)$. Obsahuje 46 % N

- Dobře pohyblivá v půdě, kde se musí nejdříve přeměnit na amoniak, který je dobře v půdě sorbován nebo přímý zdroj N pro rostlinu. Vhodná ke všem plodinám, jako předseťové hnojení nebo během vegetace. Lze rozpustit ve vodě a použít jako listovou výživu, která lze kombinovat s řadou pesticidů.

Hnojiva s více formami N (NO_3^- , NH_4^+ , NH_2)

Dusičnan amonný (NH_4NO_3) 35 % N

- Hnojivo obsahující dusičnanový a amonný dusík v poměru 1:1 je určeno zejména na jarní přihnojování plodin, k jejich regeneraci a udržení potřebné hladiny dusíku během vegetace. Je fyziologicky neutrální (Vaněk et al. 2016).

Dusičnan amonný s vápencem (LAV). Obsahuje 27,5 % N a 8 % Ca

- Díky dvěma formám, univerzální hnojivo. Používáme jako základní hnojivo nebo během vegetace, na všechny druhy půd, ale i tam kde ostatní hnojiva nezaručí dobrý agronomický efekt.

Dusičnan amonný s dolomitem (LAD). Obsahuje 27,5 % N, 4 % Ca a 3 % Mg

- Vhodný do všech podmínek, především kde je nízký až vyhovující obsah hořčíku

Dusičnan amonný se síranem amonným (DASA). Obsahuje 26 % N a 13 % S.

- 75 % amoniakální a 25 % dusičnanová formy. Vhodné k základnímu hnojení. Použití zejména pro plodiny náročné na síru.

Dusičnan amonný s močovinou (DAM 390). Obsahuje 30 % N, ve 100 l 39 kg N

- 50 % amidová, 25 % dusičnanová a 25% amonná forma. Rovnoměrná aplikace. Během vegetace používat za zamračeného počasí a při vyšší vzdušné vlhkosti, jinak žloutnou listy. Nedoporučuje se k regeneračnímu hnojení. Použití speciálních trysek u postřikovačů. Lze kombinovat s přípravky na ochranu rostlin.

3.3.4 HNOJIVA S INHIBITORY

Ryant & Antošovský (2019) píšou, že močovina je považována za nejlevnější a nejčastěji používanou formu anorganického N hnojiva na světě. Nicméně, bylo odhadnuto, že 5 až 30 % N z močoviny se ztrácí těkáním NH_3 . Provádění zásahu zmírňování NH_3 je zásadní, aby se snížil ekonomický a environmentální dopad spojený se ztrátami dusíku z aplikace močoviny.

Dále rozdělují stabilizovaná hnojiva na:

- hnojiva s pomalým uvolňováním živin (ve světě označovaná jako SRF-slow-release fertilizers). Tato hnojiva obsahují živiny ve formě pomalu rozpustných sloučenin nebo živiny, které jsou přístupné až po mikrobiálním rozkladu (močoviny s aldehydy).
- hnojiva s řízeným uvolňováním živin (CRF = controlled-release fertilizers). Pomalejší účinek zajištěn obalením granulí hnojiva ochranným filmem. Jako ochranný film mohou být použité různé anorganické (elementární síra, silikáty, sádra, ...) i organické látky (parafin, oleje, vosky, pryskyřice...).
- hnojiva s inhibitory ureázy nebo inhibitory nitrifikace. Většina těchto hnojiv je na bázi močoviny.

Stabilizovaná dusíkatá hnojiva s inhibitory nitrifikace či ureázy jsou základním předpokladem pro uplatnění nových technologických postupů ve výživě rostlin, jejichž cílem je zvýšit efektivnost hnojení dusíkem (snížení počtu aplikací, flexibilita termínu dávkování) a zároveň zlepšení ekologického hlediska omezením znečišťování podzemních vod a ovzduší (Šimka et al. 2010).

Inhibitor nitrifikace

Tento inhibitor je především pro hnojiva s obsahem NH_4^+ . U močoviny začíná jeho funkce až po přeměně na NH_4^+ . Princip účinku je založen na omezení aktivity nitrifikačních bakterií v půdě. To znamená zvýšení koncentrace NH_4^+ a jeho sorpci na půdní částice. Omezuje se tvorba NO_3^- a tím jejich vyplavení.

Zvyšování koncentrace NH_4^+ po aplikaci na povrch půdy má dva agronomicky nežádoucí projevy. Pokud dojde k nasycení sorpční schopnosti půdy, může dojít ke zvýšení ztrát únikem amoniaku. Vazba na sorpční komplex omezuje prostup N ke kořenům rostlin. To zvýrazňuje efekt „pomalého hnojiva“, který skončí odezněním účinku inhibitoru a vznikem mobilního NO_3^- (trvá několik týdnů) (Mráz 2013).

Nitrapyrin

- inhibitor nitrifikace, který chrání mineralizovaný NH_4^+ , který se uvolní po dešti a inhiboval nitrifikaci při 20-40 °C. Účinnost nitrapyrinu se však sníží zvýšením organických látek v půdě prostřednictvím dlouhodobého dodávání posklizňových zbytků (Fisk et al. 2015).

Dicyandiamid (DCD)

- potlačování nitrifikace. Nemá významný vliv na půdní mikrobiální biomasu, nejúčinnějším je u snížení vyluhování dusičnanů na konci podzimu, zimy a brzy na jaře (Di & Cameron 2004).

Dimethylpyrazofosfát (DMPP)

- ovlivňuje pouze bakteriální oxidátory amoniaku, zatímco jejich protějšek Archea, který početně překonával bakterie oxidující amoniak, zůstal nedotčen (Kleineidam et al. 2011).

1,2,4- Triazol (TZ)

- Získané laboratorní výsledky Webera et al. (2004) prokázaly významný účinek DCD + TZ o emisích oxidu dusného v horských půdách. Emise N_2O z půdy byla snížena o 60 % při obsahu půdní vlhkosti 22 %, o 95 % při obsahu půdní vlhkosti 30 % a o 73 % při půdní vlhkosti 57 % takže míra emisí je závislá na úrovni vlhkosti.

Ureáza

Je to enzym, který hraje důležitou roli v cyklu dusíku, protože bez něho by byla močovina odolná vůči rozkladu. Proces přeměny močoviny na amoniak je hydrolýza. Močovina se rozdělí na amoniak a oxid uhličitý. Enzymová ureáza je všudypřítomná v půdě (Fuchs 2015).

Inhibitor ureázy

Inhibitor ureázy je určen pouze pro močovinu, případně hnojiva s vysokým podílem močoviny (DAM, SAM atd.). Není schopen přímo ovlivnit vznik NO_3^- .

Cílem jeho použití je omezit vlastnosti močoviny, které jsou z pohledu agronoma nevhodné – tzn. nejistá rychlost účinku močoviny a riziko ztrát. Inhibitor ureázy ve spojení s močovinou prodlužuje dobu, po kterou si aplikované hnojivo uchovává vlastnosti nepřeměněné močoviny (rychlá forma N) a nepodléhá masivním ztrátám únikem amoniaku. Hnojivo je schopné počkat určitou dobu na déšť, který zajistí prostup ke kořenům rostlin. A to je podstata stabilního a rychlého účinku, který je podle víceletých zkušeností minimálně srovnatelný s hnojivem na bázi dusičnanu amonného

Při aplikaci „stabilizovaných“ hnojiv je vždy nutné vědět, jak jsou stabilizovaná a pro jaký účel nám mají sloužit. Pak se použití inhibitorů při správném použití projeví v dosažených výsledcích (Mráz 2013).

N- (n-butyl) triamid kyseliny thiofosforečné (nBTPT)

- nBTPT je vysoce účinný při snižování a oddálení těkavosti NH_3 z močoviny na povrchu. Inhibitor působil ve velmi nízkých koncentracích a při použití se zdá, že je malý další přínos koncentrace nad 0,1 % (Watson et al. 1994).

Stabilizované močoviny jsou jinak zbarvené, aby nedošlo k záměně (Fuchs 2015).

Ukázalo se, že zejména použití hnojiva se stabilizovaným dusíkem snížilo uhlíkovou stopu související s hnojením až o 13 %. Předpokládá se, že z důvodu vyšších nákladů nebo neúplných vztahů v dodavatelském řetězci bude přijetí těchto inovací v blízké budoucnosti poněkud omezené (Hasler et al. 2017).

Podle studie He et al. (2018) emise plynů N byly významně ovlivněny aplikací N hnojiva s aplikací inhibitoru. Snížení aplikační dávky N o 25 % a použití inhibitoru ureázy i inhibitoru nitrifikace významně snížilo celkovou ztrátu plynného dusíku o 21,7 %, respektive 48,4 %, ve srovnání s běžnou aplikační dávkou N. Na základě těchto zjištění navrhuje strategii řízení pro pěstování, která by měla zahrnovat optimální množství hnojiv N, začlenění směsi inhibitorů ureázy a nitrifikace do močovinného hnojiva a kombinovanou aplikaci obou inhibitorů.

Pokusy Bečky et al. (2010) ukázaly, že u variant na podzim hnojenými stabilizovanými močovinnami a na jaře LAV vycházely vždy výnosově hůře než varianty, kde byly stabilizované močoviny použity na podzim i na jaře. Z pohledu olejnatosti velmi dobře vycházely varianty s ALZONem, ale i některé varianty s UREAstabil.

3.3.5 INHIBITORY A PODPŮRNÉ LÁTKY V DUSÍKATÝCH HNOJIVECH

Přídavné inhibitory

N-Lock

Stabilizátor dusíku (nitrapyrin), který omezuje jeho ztráty proplavováním do spodních vod, či nitrifikací. N-Lock pomáhá uchovat přijatelné formy dusíku po delší dobu v kořenových soustavách plodin a umožňuje jeho efektivnější využití, kde se využívají kapalná hnojiva s převládající amidickou formou dusíku. N-Lock je nepostradatelný při aplikacích digestátu z bioplynových stanic a při aplikacích kejdy či močůvky (Anonymous II 2019).

N-PROCESS

Podporuje mineralizaci, snižuje ztráty N volatilizací (výparem) a vyplavením, stimuluje transport N z kořenů do výhonků, odnoží a listů, snižuje hromadění dusičnanů v buňkách a zajišťuje pozvolné uvolňování a přijatelnost živin (Anonymous III 2019).

Piadin

Stabilizátor dusíku v kapalných hnojivech, který zpomaluje mikrobiologickou přeměnu amonného dusíku na dusík nitrátový. V závislosti na dávce, teplotě, povaze půdy a hodnotě pH se může stabilní amonný dusík udržet v ornici až deset týdnů. Mění hnojiva (DAM apod.) na hnojiva s IN (inhibitor nitrifikace) (Anonymous IV 2019).

Podpůrné látky

Mescal 975

Speciální nosič živin, kterým je upravený, jemný vápenec pro urychlené rozpouštění jednotlivých granulí, s pozitivním vlivem na přijatelnost živin ze samotného hnojiva (Pančíková 2016).

SlurryActiv

Tekutý biostimulant, který se aplikuje společně ve směsi s organickým hnojivem. Vedle makro a mikro prvků obsahuje i specifický extrakt bohatý na koloidní organické složky a stimulatory půdních mikroorganismů. Tento extrakt urychluje mineralizaci organických hnojiv a výrazným způsobem zvyšuje příjem živin (především dusíku) rostlinou (Anonymous III 2019).

Dusíkatá hnojiva obsahující inhibitory nitrifikace

ALZON 46, 46 % N

Močovina s inhibitorem nitrifikace. ALZON 46 tak působí déle a efektivněji. Dosáhne se tak potřebného a vyváženého vyživování dusíkem i při rozdělení hnojiva do méně dílčích dávek. Alzon udržuje amonný dusík v ornici a plodiny ho tak mají k dispozici po delší dobu, prokazatelně snižuje ztráty způsobené posunem dusičnanů do hlubších vrstev půdy a uvolňováním plyných emisí, jako je např. oxid dusný (Anonymous VI 2019).

Ensin, 24 % N 13 % N

Inovace hnojiva DASA, obsahuje inhibitory nitrifikace (dikyandiamid-DCD a 1,2,4 triazol –TZ). Inhibitory nitrifikace inhibují biologickou oxidaci čpavkového dusíku na dusík dusičnanový v půdě. Stal se významným pomocníkem v místech, kde bývá problém s aplikací hnojiv v čase (mokrý pozemky, poddimenzovaná aplikační technika atd.). Dusík je uvolňovaný postupně v závislosti na půdně-klimatických podmínkách (Anonymous VII 2019).

Hnojiva s podporujícími složkami

Eurofertil Plus, Eurofertil TOP

Granulovaná hnojiva řady Eurofertil Plus a Top patří mezi specifická hnojiva, díky poměru mezi jednotlivými prvky a poměry mezi různými formami z pohledu složení či rozpustnosti. Obsahují upravený vápenec Mescal 975 a specifickou přírodní látku Physio+ (aminopurin). Mescal 975 s Physio+ působí synergicky na optimální rozvoj kořenového systému a pozitivně ovlivňují růst a vývoj rostlin. Dále verze Top obsahuje technologii TOP-PHOS s novou formulací fosforu který je ve vodorozpustné formě okamžitě dostupné pro rostliny, chráněný před vysrážením v různých typech půd a přijatelný po celou dobu vegetace.

Na trhu je dnes více variant těchto hnojiv, liší se především koncentrací a zastoupením jednotlivých makro a mikro živin. Patří mezi ně například:

Eurofertil Plus 38: NPK 8/14/16; 16 SO₃; 2 MgO; 0,2 B; 0,15 Zn; Mescal 975 (3 CaO); Physio+

Eurofertil TOP 49: NP 3/22; 24 SO₃; 0,15 B; Mescal 975 (29 CaO); Physio+

(Anonymous III 2019)

Hnojiva s podporou mineralizace

Sulfammo N-PROCESS, Eurofertil N-PROCESS

Granulovaná hnojiva Sulfammo N-PROCESS a Eurofertil N-PROCESS vedle obsahu příslušných makro či mikroživin prochází při výrobě procesem, při kterém dochází k rozpuštění a následnému smíchání a spojení všech látek obsažených v hnojivu společně s organo-vápenatou složkou (mikrobiálními a fyziologickými aktivátory). Synergický efekt mezi N-S a N-Mg v kombinaci s Ca výrazně zvyšuje využitelnost dusíku.

Sulfammo 30 N-PROCESS: N 30 (5a+25u); 15 SO₃; 3 MgO; Mescal 975 (7 CaO)

Eurofertil 33 N-PROCESS: NPK 8/8/17; 29 SO₃; 3 MgO; 0,15 B; 0,1 Zn; Mescal 975 (9 CaO)

(Anonymous III 2019)

Hnojiva s inhibítorem ureázy

UREAstabil

je močovina upravená pŕídavkem inhibitoru ureázy NBPT (N-(n-butyl)triamidem) kyseliny thiofosforečné), který stabilizuje močovinu. Je vhodným hnojivem pro podpovrchovou lokální aplikaci při zakládání porostů zemědělských plodin nebo časně jarní pŕihnojování (Anonymous VIII 2019).

YaraVera Amiplus

Močovina s inhibítorem ureázy N-butylthiofosfortriamid (NBPT). Výhodou je využití pŕedevším při aplikaci na povrch půdy nebo do porostu za pŕedpokladu, že srážky se dostaví do 10–14 dní po aplikaci (Anonymous IX 2019).

Hnojiva s inhibitory ureázy a nitrifikace

ALZON neo-N, 46 % N

Stabilizace pomocí inhibitorů ureázy a nitrifikace je důležitý stavební prvek pro vyšší účinnost dusíku a ochranu životního pŕostředí v zemědělství. Ideální pro základní hnojení pŕed začátkem vegetačního období, regenerační nebo částečně i produkční. Kombinace inhibitorů zpomaluje pŕeměnu na amoniak a zajištění amonné a nitrátové formy N (Anonymous X 2019).

3.4 VÝŽIVA A HNOJENÍ ŘEPKY DUSÍKEM – DÁVKY DUSÍKU A TERMÍNY APLIKACE

Studie Volpiho et al. (2017) ukázala, jak je významný vliv složení hnojiva na emise N_2O a jeho silná interakce s typem půdy. Hnojiva na bázi amonia skutečně produkují vyšší emise N_2O než hnojiva na bázi dusičnanů, s největšími rozdíly pozorovanými ve středních půdách než v těžkých. To naznačuje, že pŕostředkem ke zmírnění emisí N_2O v půdě může být podpora používání hnojiv s NO_3 v půdách, kde pŕevažuje nitrifikace, aplikace hnojiva v souladu s pŕetřebami rostlin a v pŕípadě minimálního rizika vyluhování N.

Na produktivitu má nejsilnější vliv množství a termín N-hnojiva a výběr odrůdy, následované menšími vlivy v důsledku pŕedplodiny a typu hnojiva. Použitím účinných strategií řízení dusíku, jako je výběr druhu, formy a načasování aplikace N pŕizpůsobené místním podmínkám, je možné výrazně snížit poptávku po hnojivech N (až o 50 % na vstupu hnojiva), což vede k nižším pŕebytkům dusíkové bilance v produkci řepky ozimé, čímž se minimalizuje znečištění životního pŕostředí. Aplikace pŕípravků na ochranu rostlin a regulátorů růstu interagují s účinností dusíku u řepky ozimé (Rathke et al. 2006).

Odběrový normativ dusíku u řepky na 1 t zrna a k tomu odpovídající množství slámy je 52-59 kg/ha (Balík et al. 2007). Limity hnojení u řepky olejky je 230 N kg/ha, bez ohledu na výnosovou hladinu (Klír et al. 2018).

3.4.1 HNOJENÍ NA PODZIM

Dusíkaté hnojení v podzimním období nám pomůže připravit rostlinu řepky ozimé na lepší přezimování především posílením kořenového systému (průměr kořenového krčku, délka kořene). Současně se založí více výnosových předpokladů na jaro (úžlabní pupeny větví aj.) (Šimka et al. 2010).

Aplikace před setím

Předseťová dávka dusíku 20 kg N/ha zvyšuje růst nadzemní biomasy. Podporuje akumulaci živin a biomasy kořenů. Hlavně podporuje především růst nadzemní biomasy. Předseťová dávka dusíku zvyšuje mineralizaci organické hmoty. Kořeny rostou hlavně od listopadu, kdy se vlivem teploty zastaví růst nadzemní biomasy. Před nástupem zimy se zvýší obsah sušiny v kořeni a tím je pozitivně ovlivněno přezimování (Mikšík & Vašák 1999).

Baranyk et al. (2010), ale dodává, že dávka 20-40 kg/ha by neměla být použita v případě, že bylo použité organické hnojení přímo k řepce nebo pokud byla předplodina víceletá pícnina nebo obecně na úrodných půdách.

Černý et al. (2015) doporučují velké spektrum hnojiv: síran amonný, Amofos, LAV, DASA, Ensin*, močovina/Alzon* (* s inhibitory nitrifikace), NPK hnojiva a další, ale důležité je přihlídnout k půdním podmínkám (pH, teplotě, vlhkosti, množství a kvalitě posklizňových zbytků předplodiny apod.) a nepochybně k technologii předseťového zpracování půdy a výsevu. Tyto faktory totiž ovlivňují přeměny dusíku a ostatních dodaných živin a v konečném důsledku pak jejich využitelnost rostlinami.

Podzimní hnojení během vegetace

V posledních letech se výrazně myslí na podzimní dávky dusíku, místo pevných dávek před setím, můžeme přímo reagovat na aktuální stav porostů.

Pro hnojení slabých porostů do 4. listu během září jsou obvykle nejideálnější ledky (LAV, LAD), zatímco při pozdějším hnojení v průběhu října je vhodná močovina aplikována před deštěm. Při hnojení v říjnu je třeba, aby se převážná část dusíku po srážkách dostala ke kořenům rostlin, a přitom se před zimou výrazněji nezvýšil příjem nitrátů rostlinami k čemuž by došlo například při hnojení ledku. Dusík z nepřeměněné močoviny se po srážkách dostává ke kořenům rostlin, kde se vzhledem k dosud teplé půdě a stále vysoké aktivitě enzymu ureázy poměrně rychle přeměňuje na amoniakální formu, která je přijímána kořeny rostlin a využívána půdními mikroorganismy na rozklad slámy. Amonný dusík přijat kořeny podporuje jejich růst, sílu kořenového krčku a vzhledem k již omezené nitrifikaci v půdě část nepřijatého dusíku obvykle zůstane v okolí kořenů v amoniakální formě navázaný na půdní sorpční komplex (Ducsay 2019).

Balík (2007) uvádí, že ke konci podzimní vegetace je v nadzemní biomase naakumulováno 40–70 kg N/ha, nejsou však výjimky hodnoty vyšší než 100 kg N/ha.

Nesmíme zapomenout, že dusíkaté hnojení na podzim stimuluje růst nadzemní hmoty na úkor kořenů, což je negativní jev u přezimování. Pokud je dlouhé podzimní období, nebo mírná zima, kořeny dobře využívají dusík pro budování biomasy. Avšak z důvodu nepředvídatelného průběhu podzimu či zimy, je hnojení na podzim rizikové (Bečka et al. 2007). Avšak podle osobního vyjádření Bečky (2020): „Pokud se hnojí ke konci října, nadzemní biomasy již neroste, ale rostou kořeny. Vzhledem k průběhu posledních teplých zim je podzimní hnojení koncem října ideální a zvyšuje výnos.“

3.4.2 HNOJENÍ NA JAŘE

Řepka začíná svůj jarní růst jako první rostlina. Dodávku živin je tedy třeba zajistit brzo na jaře (Lembacher et al. 2009). Řepku by se měla třikrát až čtyřikrát přihnojit. Rozestup mezi jednotlivými dávkami má být 14-18 dnů (Bečka et al. 2007).

Příjem dusíku mezi začátkem jarního růstu a koncem kvetení úzce koreluje s počtem semen, která mohou být vytvořena na m² nebo hektar, a tedy s dosažitelnou úrovní výnosu (Altmann 2014).

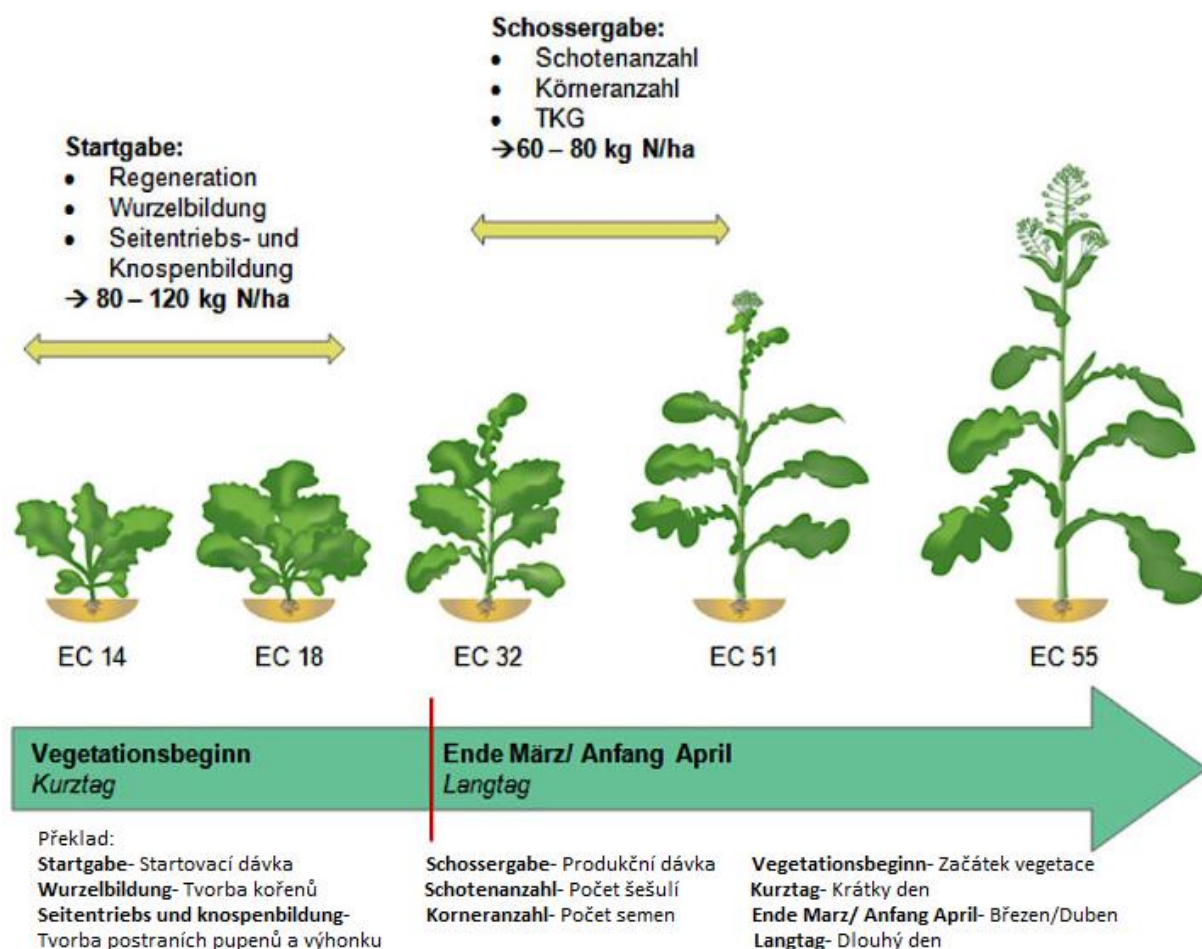
N jaře hnojíme zpravidla v tomhle sledu: 40-60 kg, 40-60 kg, 40-60 kg, 20-30 kg N/ha (Bečka et al. 2010).

Jelikož intenzivní růst probíhá v době, kdy ještě půda není dostatečně prohřátá, nemůžeme spoléhat na významný příjem dusíku z mineralizace. Toto působení, se však může projevit až později na tvorbě semen (počet a HTS) (Černý et al. 2017).

Bečka et al. (2010) dodává, že při počtu méně jak 10 rostlin na m² nebo více jak 60 na m² by dávka N neměla překročit 130-150 N kg/ha, v ostatních případech hnojíme 180-210 N kg/ha.

Výrazně vyšší vstupy dusíku tvoří hodně listové hmoty, což brání postupnému vývoji postranních výhonů a přechod do generativní fáze je neplynulý (Wasner 2018).

Obr. 7: Dávky dusíku na jaře (Anonymous XI 2019)



Regenerační hnojení

Regenerační dávka dusíku k řepce má vzhledem k častým pozdějším jarním přisuškům v posledních letech značný význam (Růžek et al. 2019). Pokud nám brzy začne jaro (konec února až polovina března) musíme regenerační hnojení rozdělit na dvě části. Pokud se nám jaro otevře až koncem března nebo v dubnu, musíme dát plnou dávku (100 kg N/ha) najednou (Bečka et al. 2019).

U dobře vyvinutých porostů, které nevykazují ztrátu listů a na podzim dostaly také dusíkaté hnojivo, je pro regenerační hnojení lepší volbou dusík amonný nebo močovina (Wasner 2018).

Pokud je půda s rozplavenou strukturou na povrchu, například z důvodu déle trvající sněhové pokrývky, snažíme se nepoužívat hnojiva s amonnou formou N a hnojiv obsahující sírany, ty aplikujeme až při zlepšení struktury. Ideálním hnojivem je ledek vápenatý v dávce 150-200 kg/ha, avšak vzhledem k ceně je málo používaný (Růžek et al. 2019).

Podle výsledků pokusů Růžka et al. (2019), při dostatečných srážkách je nejlépe využíván dusík z hnojiv s nitrátovou formou N (LV, LAV, LAD) nebo s močovinnou formou s inhibitorem ureázy (např. UreaStabil) a nejméně z hnojiv s amonnou formou N (SA, DASA, Ensin).

DASA výborně vychází při včasné aplikaci a následně pomalém otevírání jara. Tomu odpovídá situace posledních let, kdy se pohnojilo v únoru, ale skutečné jaro se často otevřelo koncem března (Bečka et al. 2018).

Z pokusů Růžka et al. (2019) vyplývá, že u regeneračního hnojení při hnojení klasickou močovinou byl mírný pokles výnosu semen, naopak vyšší výnosy a výtěžnost oleje byly zjištěny po hnojení UreaStabil. Na výtěžnost oleje a výnos semen nemělo vliv použití síry v hnojivu DASA.

Produkční hnojení

Nejúčinnějším datem pro produkční hnojení je, když je řepka vysoká mezi 10 a 15 cm. Dusík už dále neproudí do listů, ale stále více do pupenů a do výhonu hlavních či vedlejších (Altmann 2014).

Bečka et al. (2010) doporučuje aplikovat druhou dávku po obnovení řepkové zeleně v množství cca 60 kg N/ha. Dusík v tomto termínu by se měl aplikovat nejlépe v kapalných hnojivech společně s ochranou proti stonkovým krytonoscům, v případě nepříznivé zimy i stimulatory růstu. Hnojivo DAM 390 se ale nesmí ředit, aplikovat na mokré rostliny, nebo používat, pokud hrozí ranní mrazy či mrzne celý den. V těchto případech DAM „pálí“. Dále jsou vhodná kapalná hnojiva s obsahem síry: SAM (19 % N, 5 % S), DUSADAM (26 % N, 4 % S) a LOVOSAN (24 % N, 4 % S).

Hnojiva SAM, AmiSAN aj. mají výhody v dodání síry (5 %). Obsah dusíku je nižší (19 hmot.%). Cena za kg dusíku je stejná jako u DAMU, síra je pouze benefit. Výhodou je také obsah pouze amonné a amidické složky. Hnojivo SAM pálí méně než DAM (Bečka et al. 2018).

Kvalitativní hnojení

Ve fázi žlutých pupat. Toto hnojení má opodstatnění na lehkých a chudých půdách v sušších oblastech, kde není zabezpečen odběr dusíku rostlinami v pozdějších fázích růstu (doba květu a zelených šešulí), používáme stejná hnojiva jako u druhé dávky (Vaněk et al. 2016).

Avšak podle Altmanna (2014) je postřik do květu je nezbytný, především s očekáváním vysokých výnosu. Po 10 dnech od začátku kvetení řepka skladuje v šešulích více než 100 kg N/ha. Toho nelze dosáhnout pouze poutáním N ze země, ovšem velká část dusíku (50 až 60 %) se dostane do šešulí přemístěním ze stonků a listů. Hnojení pupenů či květů zabraňuje opadu šešulí.

Většinou pevná hnojiva (nejčastěji LAV či LAD). Dávka je 30–40 kg N/ha. Velmi dobré výsledky jsou s ledkem vápenatým v tomto termínu aplikace.

Příliš velká dávka dusíku (rovna nebo vyšší než 50 kg N/ha) v tomto období může negativně ovlivňovat průběh dozrávání a zvýšit podíl zelených semen (Balík et al. 2007).

Listová výživa

Listová hnojiva přináší 3-10 % navýšení výnosu semen (Bečka et al. 2018). V pokusech Jareckiho et al. (2019) bylo zjištěno, že varianty, ve které bylo na podzim provedeno hnojení přes listy, tak bylo významné zvýšení hustoty rostlin před sklizní. Na druhé straně varianty s listovou výživou na jaře, významně zvýšily počet šesulí na rostlině ve srovnání s kontrolou. Listová výživa ovlivnila významné zvýšení výnosu semen ve srovnání s kontrolou. Obsah bílkovin a hořčíku v semenech byl nejvyšší po aplikaci hnojiva na podzim + dvakrát na jaře nebo dvakrát na jaře.

Bečka et al. (2011) vidí přínos listových hnojiv je hlavně v letech, kdy dojde k poškození kořenů (malý vzrůst, přetrhání vlášení, vytažení rostlin atd.). Dalším důvodem pro použití listovek je částečné dohnojení základními a stopovými prvky, které se v důsledku velmi malých dávek ani jinak aplikovat nemohou. Dalším plusem listovek je poměrně rychlá doba příjmu živin, řádově hodiny, maximálně několik dnů. Rychlost příjmu se dá navíc ovlivnit. Urychluje ji například roztok 5% močoviny a smáčedla.

U intenzivních řepok se doporučuje na jaře aplikovat listovky podle potřeby i dvakrát. Nikdy ne sólo, ale vždy spojit s aplikací jiného přípravku (kromě DAM 390) (Bečka et al. 2011).

3.5 NOVÁ HNOJIVA A METODY DUSÍKATÉHO HNOJENÍ U ŘEPKY

Alzon 46

Řepku se může hnojit velmi brzy, ještě před začátkem vegetačního období, a to jednou dávkou. Pokud je možno hnojit až od poloviny března, například kvůli povětrnostním vlivům, osvědčilo se hnojit při první dávce například přípravkem PIAMON 33-S (60–80 kg/ha N) a ve druhé dávce o týden až o dva týdny později přípravkem ALZON 46. V suchých lokalitách se osvědčil dřívější termín hnojení, ve vlhkých oblastech a u vysoce kvalitních porostů se jako výhodný ukázal termín pozdější.

125-180 kg N/ha jako jedná dávka na začátku vegetace (Anonymous VI 2019).

Alzon neo-N

Řepku můžete hnojit ve včasných termínech hnojení, před začátkem vegetačního období jednou sloučenou dávkou ALZON neo-N. Pokud je třeba zajistit rychlou regeneraci či doplnit síru, lze použít pro první dávku hnojivo LAD 27 případně DASA (200-300 kg/ha) a až jako druhou dávku aplikovat o cca 14 dní později ALZON neo-N.

Při jedné dávce volíme 270-380 kg/ha (Anonymous X 2019).

Ensin

Vhodné na podzimní, regenerační případně přihnojení během vegetace. Umožňuje ale spojit dávky regeneračního a kvalitativního hnojení nebo se naopak velmi dobře uplatní v sušších oblastech spojením produkční a kvalitativní dávky hnojení. Vzhledem k obsahu části dusíku v nitrátové formě lze již při dávkách 400-500 kg hnojiva zajistit včasné a dostatečné nastartování

porostů cca ve stejné intenzitě jaké známe u nepoužívanějšího hnojiva LAV/LAD v používané dávce 220-280 kg/ha (Anonymous VII 2019).

LovoCaN a LovoCaN T

Cestou, jak zvýšit výnosy řepky jsou hnojiva LovoCaN (7 % N) a LovoCaN T (13 % N) s aplikací v době plného květu. Vedle dusíku je ceněný vápník (13 % CaO). Vápník ovlivňuje aktivitu enzymů, zpevňuje buněčnou stěnu, stabilizuje pletiva a má detoxikační účinky (Bečka et al. 2018). Osvědčily se podzimní aplikace na slabších a pozdě setých porostech, podpora jarní regenerace i zásahy v období prodlužovacího růstu (Kučera et al. 2017).

N-Lock

Aplikační dávka je 2,5 l/ha, bez ohledu na kulturu, jakož i množství a typ hnojiva. Přípravek lze použít s tekutými organickými i minerálními hnojivy (DAM 390, SAM, PIASAN, AmisaN). N-Lock lze použít i aplikací postřikovačem těsně před nebo po použití statkových hnojiv (max. 7 dní před nebo po aplikaci). U minerálních hnojiv jako např. DAM 390 (ale i ostatní roztoky dusíkatých hnojiv) může být N-Lock přidán do postřikovače. Při aplikacích postřikovačem na povrch půdy použijte běžné dávky vody 150-400 l / ha (Anonymous II 2019).

UREAstabil

Je vhodným hnojivem pro podpovrchovou lokální aplikaci při zakládání porostů. Při regeneračním přihnojení na začátku jarní vegetace aplikovat na půdách s nízkou sorpční schopností maximálně 200 kg na hektar. Hnojivo nepoužívat k regeneračnímu hnojení řepky silně poškozené vyzimováním. Hnojivo UREAstabil je vhodné pro přípravu roztoků ke hnojení na list.

Dávka 150-400 kg N/ha (Anonymous VIII 2019).

3.6 . VLIV DUSÍKATÉHO HNOJENÍ NA VÝNOS A KVALITU ŘEPKY OZIMÉ

Výsledky Zhao et al. (1992) poukázaly, že aplikace N zvýšila výnos semen a obsah proteinů, ale současně snížila obsah oleje. Bylo dosaženo také významného zvýšení obsahu glukosinulátu.

To potvrzuje také Suzer (2015), Použitím velkého množství dusíkatého hnojiva během období pěstování řepky může snížit obsah oleje ve sklizené řepce. Nevyvážené dusíkaté hnojení v období pěstování řepky může změnit profil mastných kyselin a glukosinulátu v semeni. Ale jsou vyšlechtěny odrůdy s menší ovlivnitelností výživou.

V pokusech Yousaf et al. (2016) byl výnos řepky významně zvýšen o 61-72 % při hnojení NPK ve srovnání s PK. Dusík byl nejvíce omezující živinou v produkci řepky. Výnosy oleje a bílkovin byly významně ovlivněny aplikovanými hnojivy a nejlepší kombinace byla NPK. Obsah oleje a bílkovin spolu s dalšími mastnými kyselinami (kyselina palmitová, kyselina stearová, kyselina olejová, kyselina linolová a kyselina linolenová) nebyla aplikací hnojiv P, K významně ovlivněna. Zvýšením množství N hnojiv se obsah oleje řepky snížil a obsah bílkovin se neustále zvyšoval.

Avšak množství hnojiva nemá tak silný dopad na výnos a kvalitu semen jako termín aplikace hnojiva. Nejvyšší výtěžek surového oleje byly získány z varianty zpracování tří jarních aplikací N hnojiv (40 + 40 + 40 N/ha). První na začátku jarní vegetace, druhá, když délka stonku byla 10 cm a třetí na začátku kvetení (Narits 2010).

3.7 LEGISLATIVA POUŽÍVÁNÍ DUSÍKATÝCH HNOJIV

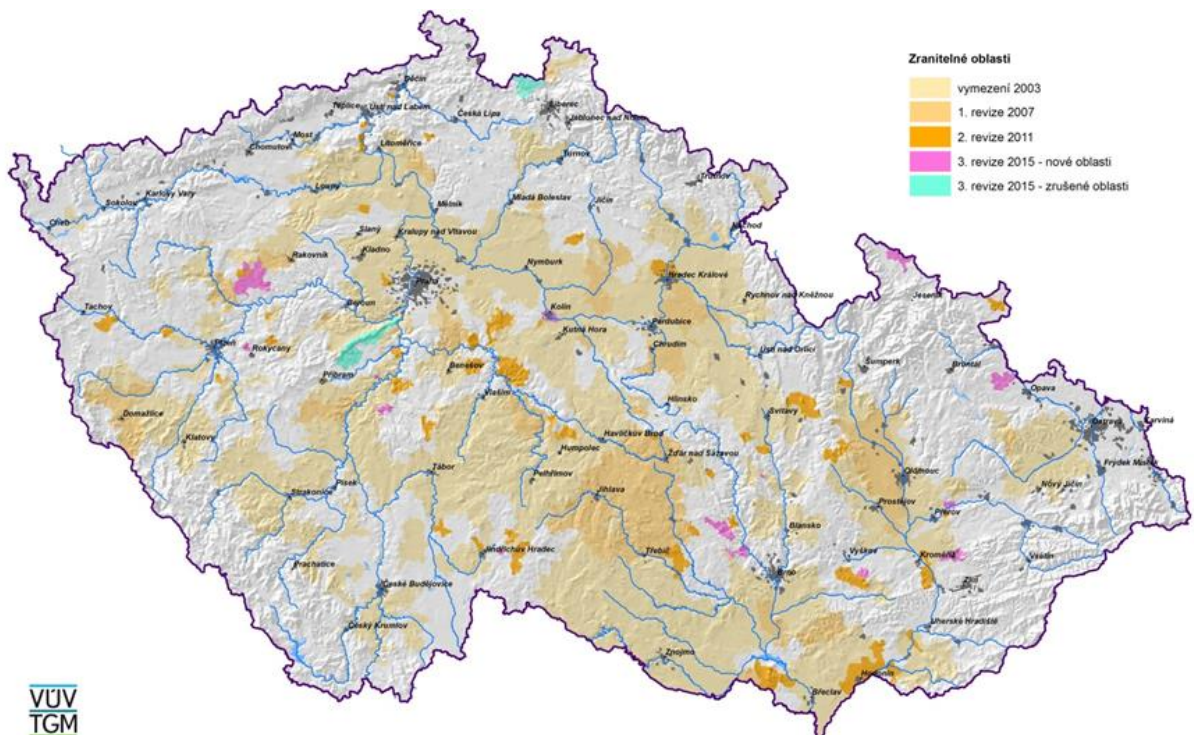
Na konci 20. století v západní Evropě zformulováno cíleně zaměřené legislativní opatření – směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany.

Cílem nitrátové směrnice je tedy snížit znečištění vod způsobené dusičnany ze zemědělských zdrojů a předcházet dalšímu takovému znečišťování.

Garantem za implementaci nitrátové směrnice v České republice je Ministerstvo životního prostředí. To současně zodpovídá za vymezení a revize zranitelných oblastí, monitoring kvality vod i za předkládání zpráv o plnění požadavků směrnice Evropské komisi.

Akční program směrnice je soubor povinných opatření, která musí plnit zemědělství podnikatelé hospodařící ve zranitelných oblastech.

Obr.: 8. Mapa zranitelných oblastí České republiky (Výzkumný ústav vodohospodářský 2015)



Období zákazu hnojení

Zákaz hnojení v mimovegetačním období je podle nitrátové směrnice jedním ze základních požadavků akčního programu. Období zákazu hnojení závisí na začlenění zranitelné oblasti do klimatického regionu, v návaznosti na pěstovanou plodinu a rychlost uvolňování dusíku z hnojiva

Tab. 4.: Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na orné půdě a trvalých travních porostech

Klimatický region*	Minerální dusíkatá hnojiva	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem	Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem***
0-5	1. 11. – 15. 2. (1. 11. – 31. 1.**)	15. 11. – 15. 2. (15. 11. – 31. 1.**)	15. 12. – 15. 2.
6-9	15. 10. – 28. 2. (15. 10. – 15. 2.**)	5. 11. – 28. 2. (5. 11. – 15. 2.**)	15. 12. – 28. 2.

* první číslice kódu bonitované půdní ekologické jednotky

** platí na zemědělských pozemcích s průměrnou sklonitostí nepřevyšující 5° a s porostem pšenice ozimé nebo řepky

*** platí i pro upravené kaly; pokud nedojde k následnému pěstování plodin (v kalendářním roce, kdy bylo hnojeno), je zakázáno hnojení (hnojivy s pomalu uvolnitelným dusíkem a upravenými kaly) také v období od 1. 6. do 31. 7.

Hnojení po ukončení zákazu, tedy v předjarním období může být rizikové, zejména na svažitéjších pozemcích. Hrozí posun hnojiva po pozemku, někdy i jeho ztráta povrchovým odtokem, zejména v době tání vyšší sněhové pokrývky.

Limity hnojení k plodinám

Vhodnou metodou pro zpětné ověření správnosti hnojení je pak bilancování živin. Průměrný roční bilanční přebytek dusíku za podnik v jednom roce nebo za víceletý osevní postup by neměl být větší než 50 kg N/ha zemědělského pozemku.

Při hodnocení původu dusíku k plodinám se postupuje takto:

- dusík z minerálních hnojiv a hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem použitých k podpoře rozkladu slámy nebo k meziplodině se nezapočítává do původu dusíku pro následně pěstovanou plodinu
- při pěstování plodin ve směsích je limit určen nejvyšším limitem ve směsi

- v případě podsevu se hodnotí limit pro krycí plodinu
- do potřeby dusíku k plodin se započítává celkový dusík z minerálních hnojiv, dusík využitelný pro stanovenou plodinu v prvním roce, a to ve výši – 30 % z celkového dusíku hnojiv s pomalu uvolnitelným dusíkem a upravených kalů, – 60 % z celkového dusíku hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem s výjimkou kejdy prasat, – 70 % z celkového dusíku kejdy prasat.

Limity hnojení u řepky olejky je 230 N kg/ha, bez ohledu na výnosovou hladinu.

Hnojení v letním a podzimním období

Zařazení bylo provedeno na základě rizika ztrát dusičnanů do vod, v závislosti na klimatickém regionu, a především hlavní půdní jednotce. Půdy ve III. aplikačním pásmu jsou navíc ještě rozděleny podle rizika infiltrace, tedy průsaku vody.

Tab. 5.: Maximalní jednorázová dávka dusíku

Způsob hnojení	Aplikační pásmo I.		Aplikační pásmo II.		Aplikační pásmo III.			
	A	B	A	B	Půdy se střední rizikem infiltrace		Půdy s vysokým rizikem infiltrace	
					A	B	A	B
K ozimé plodině po obilnině	60	120	50	100	40	80	20	0
K ozimé plodině po jiné předplodině	40	80	30	60	15	0	15	0

A: max. celk. dávka N v minerálních dusíkatých hnojivech (kg N/ha)

B: max. celk. dávka celkového N ve hnojivech s rychle uvolnitelným dusíkem (kg N/ha)

Zákaz hnojení za nevhodných podmínek

Zakazuje používat hnojiva za nepříznivých půdních podmínek, tedy pokud je půda, na kterou mají být použita

1. zaplavená
2. přesycená vodou
3. pokrytá sněhem (bez ohledu na výšku sněhové pokrývky)
4. promrzlá

Tento požadavek není ve zranitelných oblastech zaměřen jen na hnojiva, ale obecně na dusíkaté hnojivé látky.

Omezené používání organického dusíku

Akční program nitrátové směrnice musí zajistit, aby dusíkaté hnojivé látky použité na jeden hektar zemědělské půdy nepřekročily v průměru zemědělského podniku takové množství, které obsahuje 170 kg organického dusíku za rok. Do tohoto limitu se započítává celkový organický dusík živočišného původu, obsažený nejen ve statkových, organických, ale také v upravených kalech používaných na zemědělském pozemku.

Hospodaření na zemědělských pozemcích u povrchových vod

Při hnojení pozemků se musí učinit taková opatření, aby se do povrchových vod nedostala nejen minerální hnojiva, ale ani organické látky obsažené např. v kejďě, digestátu a močůvce.

Třímetrový ochranný pás (od břehové čáry útvarů povrchových vod), ve kterém se nesmí hnojit žádnými hnojivy (nejen dusíkatými), s výjimkou ponechání sklíditelných rostlinných zbytků.

Dvacet pět metrů od břehové čáry útvaru povrchových vod se nesmí používat hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, s výjimkou tuhých hnojiv. Ochranný pás se vztahuje pouze na pozemky se sklonitostí nad 7°, přímo přiléhající k útvaru povrchových vod.

(Klír et al. 2018)

Úprava hnojení v sousedních státech

V Evropské unii snižují ekologické předpisy poptávku a vyžadují menší množství vysoce účinných produktů. Poptávka po hnojivech na nejdůležitějších trzích EU bude proto nadále klesat. Výrobci hnojiv v současné době čelí rekordně nízkým cenám, slabé poptávce a možnému nárůstu nákladů z cen CO₂ (Zinke 2020).

Německo:

Podle směrnice EU musí Německo snížit své emise amoniaku o 5 procent od roku 2020 a o 29 procent od roku 2030 ve srovnání s rokem 2005 (Bockholt 2020).

Klesají stavy hospodářských zvířat a organická hnojiva se využívají účinněji. Byly provedeny investice do úložných prostor, zpracování kalů a technologie aplikace. Zemědělci minimalizují používání minerálních hnojiv ke snížení přebytku živin v půdě (Bockholt 2019). (2020) Bockholt dodal, že do tekutých hnojiv by se měl dodat inhibitor nitrifikace.

Během celého hospodářského roku 2018/19 byl pokles množství prodaného dusíku o 10 procent. Příčinou je velká nejistota mezi zemědělci, jejichž oblasti jsou v „červených oblastech“ (oblasti kontaminované dusičnany). Ale i v dalších regionech nové nařízení o hnojivech stále výrazně snižuje objemy prodeje (Zinke 2020).

Od sezóny 2020 může být močovina aplikovaná, pouze pokud byl přidán inhibitor ureázy. Nebo se hnojivo musí zapravit okamžitě, nejpozději do čtyř hodin po aplikaci, do půdy (Bockholt 2020).

Polsko:

V Polsku od roku 2018 je možnost hnojit dusíkem až od 1. března, ovšem polská vláda žádá po Evropské unii začít hnojit už od 15. února. Důvodem jsou měnící klimatické podmínky, jako dlouhé teplé podzimy, slabé zimy a rychlý nástup jara. Rostlinám chybí v pozdějších týdnech vláha. Hnojiva následně nemají takový účinek, neboť dusík má čekat v půdě na rostlinu, nikoliv rostlina na dusík (Tyszka 2020).

Rakousko:

Od 15. listopadu do 15. února je zakázáno hnojit dusíkem na orné půdě. Výjimka je udělena plodinám, brzo setých na jaře (např. ječmen jarní), nebo plodinám vyžadující brzké regenerační hnojení (např. řepka), také plodinám pěstované pod folií, je povoleno hnojení od 1. února (Hözl 2019).

Slovensko:

Do 31. srpna se musí vypracovat plán použití dusíkatých hnojiv. Na podzim max. 40 kg N/ha (minerální hnojiva) a 80 kg N/ha (tekutá statková a organická hnojiva). Je povinnost dodržet dávky na odběr živin 1 tuny hlavního produktu a příslušného množství vedlejšího produktu (např. řepka 45,4 kg N/t apod.) (Anonymous V 2020).

Zemědělec může požádat kontrolní ústav o udělení výjimky ze zákazu hnojení přes zimu (jen do sklonitosti 5°, max. 14 dní po začátku a 14 dní před koncem období zákazu hnojení, pokud je průměrná denní teplota vzduchu nad 5 °C, s prognózou delšího trvání (Anonymous V 2020).

4 MATERIÁL A METODY

4.1. CHARAKTERISTIKA POKUSNÉ LOKALITY

Experiment byl provozovaný na plochách podniku Hoštická a.s., sídlící ve Velkých Hošticích, okrese Opava, kraj Moravskoslezský. Podnik obhospodařuje 734 ha v katastrálních územích Velké Hoštice, Malé Hoštice a Oldřišov. Zabývají se pěstováním pšenice (cca 200 ha), ječmenu (220), kukuřice (70), řepky (100) a cukrové řepy (115).

Pozemek, kde byl založen experiment se nacházel ve Velkých Hošticích. Byl vybrán půdní blok 2903/1 s rozlohou 6,27 ha v nadmořské výšce 234 metrů. BPEJ pozemku je 5.58.00 což značí klimatický region mírně teplý a mírně vlhký s průměrnou roční teplotou 7-8 °C a ročním úhrnem srážek 550-560 mm. Půda jílovitohlinitá spadá do skupiny fluvizemě s nízkým obsahem skeletu, a nízkou schopností infiltrace i při plným nasycení. Rovinatý pozemek s expozicí na všechny světové strany.

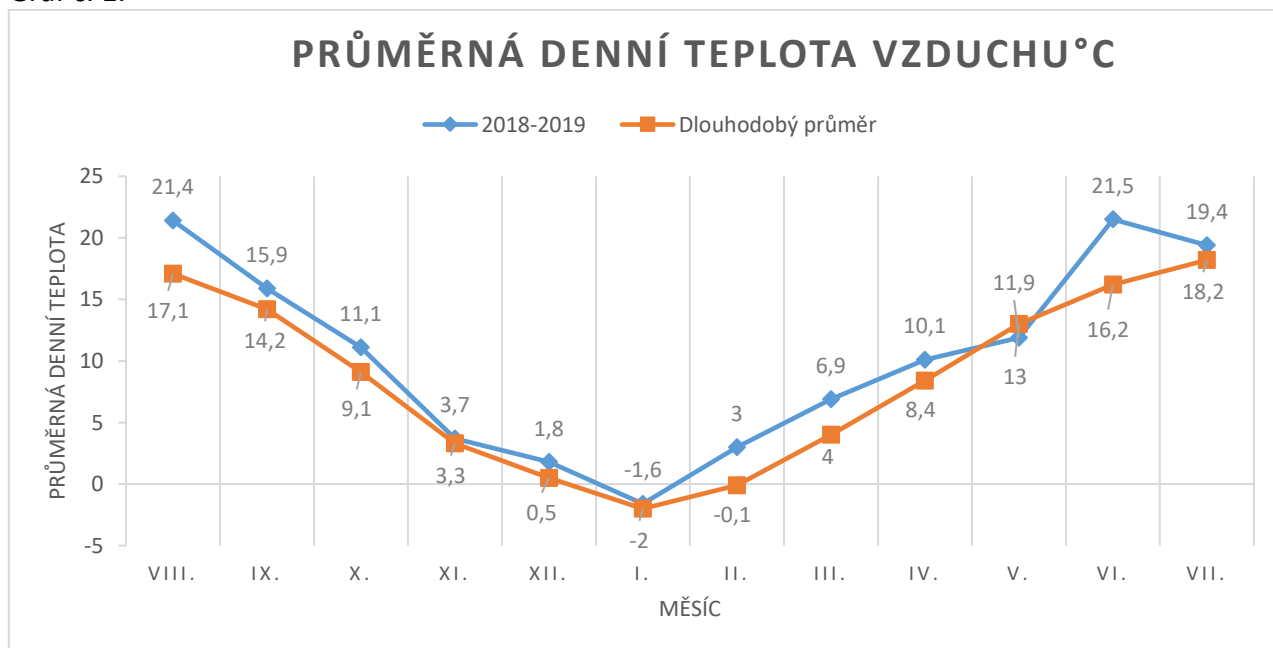
4.2. PRŮBĚH POČASÍ PŘI VEGETAČNÍM OBDOBÍ 2018/2019

V srpnu byly velmi nadprůměrné teploty, provázené srážkami z bouřkových přívalů. První zářijový víkend napršelo 1/3 celkového měsíčního úhrnu. Zbytek měsíce byl převážně s občasnými přeháňkami. Říjen provázelo suché a teplé počasí, první voda přišla k rostlinám až ve druhé polovině měsíce. Teplotně normální měsíc listopad byl bohužel bez dešťových srážek a půdní sucho se prohloubilo. Mrholící déšť se objevil v první polovině prosince, ke konci měsíce poskočily teploty do nadprůměrných hodnot. Suchý leden přinesl přeháňky v první polovině měsíce, teploty byly v průměru. Další z nadprůměrných teplotních měsíců únor nám přinesl většinu srážek prvních dnů, díky suchu a rychlému nástupu oteplení se dalo brzo hnojit. Rychlý nástup a pokračování teplého jara nám přinesl opět teplotní nadprůměr, chybějící srážky a růst vegetace dále zvyšoval vodní deficit v půdě, pevná hnojiva měly problém se rozpustit na povrchu. Průběh dubna byl nadále problémový se suchem, vegetace začala projevovat stres, 77 % srážek přišlo až v posledních třech dnech měsíce v intenzivních přívalových deštích. Květen byl provázen chladným počasím, velice deštivé, srážky rovnoměrně rozložené v celém měsíci, největší denní úhrn až 32 mm. Naprostým opakem předchozího měsíce byl červen s velkým teplotním nadprůměrem a prakticky bez srážek, vegetace ukončovala růst a zrání brzo. Sklizňový měsíc červenec byl bezproblémový z pohledu žní, déšť přišel první a poslední dny v měsíci, bez vlivu na sklizeň řepky.

Tab. 6.: Průměrná teplota a srážky za vegetační období 2018-2019, Opava (°C) (mm)

Měsíc	Průměrná denní teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý průměr teplot (°C)	Odchylka od dl. průměru	Měsíční úhrny srážek (mm)
Srpen	21,4	17,1	+4,3	44
Září	15,9	14,2	+1,7	61
Říjen	11,1	9,1	+2,0	47
Listopad	3,7	3,3	+0,4	5
Prosinec	1,8	0,5	+1,3	36
Leden	-1,6	-2,0	+0,4	11
Únor	3,0	-0,1	+2,9	26
Březen	6,9	4,0	+2,9	28
Duben	10,1	8,4	+1,7	51
Květen	11,9	13	-1,1	136
Červen	21,5	16,2	+5,3	12
Červenec	19,4	18,2	+1,2	38
Průměr 18/19	10,4	8,5	+1,9	495

Graf č. 1.



4.3. METODIKA POKUSU

Založení poloprovozního pokusu čtyř různých strategií hnojení dusíkem u řepky ozimé firmy Agrofert, Agra Group, Timac a podniku Hoštická a. s.

Jednotlivé varianty byly založeny v parcelách 9 x 121 metrů, což činí 1089 m².

Agrotechnika

Předplodinou byla ozimá pšenice, před řepkou byla provedena letní orba a setí bylo provedeno 16.8.2018 secí kombinací Rabewerk, s výsevkem 3,2 kg/ha, hybridní odrůdou ES Imperio.

Tab. 7.: Ochrana porostu

Datum	Přípravek	Dávka	Druh přípravku
27.8.2018	Command 36 CS + Quantum	0,15 l + 1,5 l	Herbicid
20.9.2018	Caryx	1 l	Fungicid, regulátor
25.3.2019	Proteus 110 OD	0,5 l	Insekticid
2.4.2019	Galera	0,3 l	Herbicid
4.4.2019	Tilmor	1 l	Fungicid, regulátor
15.4.2019	Nexide	0,08	Insekticid
15.4.2019	Efilor	0,6 l	Fungicid, stimulátor
6.5.2019	Pictor	0,5 l	Fungicid
20.6.2019	Agrovital	0,7	Omezení ztrát při sklizni

V tabulkách 8.-11. jsou tučně zaznačeny hnojiva, které se u jednotlivých variant lišily. Podzimní dávka dusíku byla ve všech čtyřech pokusech stejná. Množství dusíku na jaře se lišily pouze u varianty Agrofertu (163 kg/ha) oproti ostatním variantám (183 kg). Také u této varianty byl o jeden vstup do porostu méně (dvě oproti třem), než u ostatních. Výběr hnojiva byl volbou jednotlivých firem. Strategie jarního hnojení spočívala ve volbě hnojiv, s různými formami, délkou působení a termínu aplikace. Cílem bylo nastítnit ideální kombinaci hnojiv s termínem s výsledkem pozitivního výnosu i ekonomického zatížení.

Termín a druhy dusíkatých hnojiv

Tab. 8.: Hoštická a.s. (1)

Datum	Přípravek	Množství na ha	kg N/ha
21.8.2018	Eurofertil TOP 45	180 kg	4,5
23.11.2018	UREastabil 46 N	150 kg	69
19.2.2019	Dusičnan amonný 32 N	200 kg	64
20.3.2019	Saletrosan 26 N	250 kg	65
5.4.2019	DAM 30 N	180 kg	54
		Celkem kg N/ha	256,5
		kg N/ha jaro	183

Tab. 9.: Timac Agro (2)

Datum	Přípravek	Množství na ha	kg N/ha
21.8.2018	Eurofertil TOP 49	180 kg	4,5
23.11.2018	UREastabil 46 N	150 kg	69
20.2.2019	Sulfammo 30 N	167 kg	50
13.3.2019	SAM 19 N	295 kg	56
5.4.2019	DAM 30 N	257 kg	77
		Celkem kg N/ha	256,5
		kg N/ha jaro	183

Tab. 10.: Agrofert (3)

Datum	Přípravek	Množství na ha	kg N/ha
21.8.2018	Eurofertil TOP 49	180 kg	4,5
23.11.2018	UREastabil 46	150	69
20.2.2019	Ensin 24 N	500 kg	130
24.5.2019	LovoCan T 13 N	200 l	36
		Celkem kg N/ha	239,5
		kg N/ha jaro	166

Tab. 11.: Agra Group (4)

Datum	Přípravek	Množství na ha	kg N/ha
21.8.2018	Eurofertil TOP 49	180 kg	4,5
23.11.2018	UREastabil 46 N	150 kg	69
19.2.2019	UREastabil 46 N	109 kg	50
23.3.2019	UREastabil 46 N	159 kg	73
5.4.2019	DAM 30 N	200 kg	60
		Celkem kg N/ha	256,5
		N/ha jaro	183

Charakteristika použitých hnojiv

EUROFERTIL TOP NPS 49, N 3 %, P 9,7 %; S 9,6 %; 0,15 B; Mescal 975 (20,3 % CaO); Physio+

- Obsahuje upravený vápenec Mescal 975 a specifickou přírodní látku Physio+ (aminopurin). Mescal 975 s Physio+ působí synergicky na optimální rozvoj kořenového systému a pozitivně ovlivňují růst a vývoj rostlin. Obsahuje novou formulaci fosforu, který je ve vodorozpustné formě okamžitě dostupné pro rostliny a přijatelný po celou dobu vegetace (Anonymous III).

UREastabil, 46 % N

- je močovina s inhibítorem ureázy, který ji stabilizuje. Je vhodným hnojivem pro podpovrchovou lokální aplikaci při zakládání porostů zemědělských plodin nebo časné jarní přihnojování (Anonymous VIII).

Dusičnan amonný, 30 N %

- Hnojivo obsahující dusičnanový a amonný dusík v poměru 1:1 je určeno zejména na jarní přihnojování plodin, k jejich regeneraci a udržení potřebné hladiny dusíku během vegetace. Je fyziologicky neutrální (Vaněk et al. 2016).

Saletrosan, 26 % N 13 % S

- Dusičnan amonný se síranem amonným. 19 % amonné a 7 % dusičnanové formy. Používá se k základnímu hnojení nebo přihnojování v době vegetace (Vaněk et al. 2016).

Dusičnan amonný s močovinou (DAM), 30 % N ve 100 l

- 50 % amidová, 25 % dusičnanová a 25% amonná forma. Během vegetace se musí aplikovat za zamračeného počasí a při vyšší vzdušné vlhkosti, jinak žloutnou listy. Lze kombinovat s přípravky na ochranu rostlin (Vaněk et al. 2016).

Síran amonný s močovinou (SAM), 19 % N 5 % S

- Pouze amonná a amidická složka v poměru 1:1. Hnojivo SAM pálí méně než DAM (Bečka et al. 2018).

Sulfammo 30 N-PROCESS, N 23 (11 a+12 u), S 12,4 %, Mg 1,8 %

- Granulovaná hnojiva Sulfammo N-PROCESS, je močovina se síranem amonným a mikro živinami společně s organo-vápenatou složkou (mikrobiologický a fyziologický aktivátor). Synergický efekt mezi N-S a N-Mg v kombinaci s Ca výrazně zvyšuje využitelnost dusíku (Anonymous III).

Ensin, 24 % N 12 % S

- Inovace hnojiva DASA, obsahuje inhibitory nitrifikace, který zpomaluje biologickou oxidaci čpavkového dusíku na dusík dusičnanový v půdě. Dusík je uvolňovaný postupně v závislosti na půdně-klimatických podmínkách (Anonymous VII).

LovoCanT, 13 % N 13 % 9 % Ca

- Aplikace v době plného květu. Vedle dusíku je ceněný vápník, který ovlivňuje aktivitu enzymů, zpevňuje buněčnou stěnu, stabilizuje pletiva a má detoxikační účinky (Bečka et al. 2018).

4.4 SLEDOVANÉ UKAZATELE

Dne 8.3.2019 se na pozemku Hoštické a. s. kontroloval stav porostu po zimě. Subjektivním pozorováním se hodnotilo poškození mrazem a celkový vzhled. Dále se stanovil počet rostlin na m², za pomoci čtverce o rozměrech 1x1 metr, který byl položen na koso vůči řádkům, následně se rostliny uvnitř čtverce spočítaly. Provedlo se pět opakování u každé varianty a stanovil se průměr.

Dne 12.4.2019 se na pozemku provedlo další hodnocení porostu. Hodnotil se celkový stav, zapojení a vyrovnání porostu, případné abnormality. Změřené nejvyšší rostliny v porostu. Z každé varianty pokusu se odebralo dvacet rostlin v řadě, včetně kořenů. Rostliny byly očištěny, následně odvezeny ke zvážení a změření. Zvážená a změřená byla samostatně nadzemní a podzemní biomasa, kořen se měřil a vážil po konec kulové části. Dále byl změřen průměr kořenového krčku.

Dne 27.6.2019 bylo provedeno subjektivní hodnocení jednotlivých variant, vyrovnanost, fáze dozrávání, popřípadě různé abnormality. Změřená výška nejvyšších rostlin porostu a počet plodných větví, to jest větve, které nesou alespoň jednu šešuli. Porost byl v té době již zalepený.

Dne 23.7.2019 se uskutečnila sklizeň jednotlivých variant, sklizené semeno bylo následně přepočteno na 8% vlhkost.

5 VÝSLEDKY

1. TERMÍN 8.3.2019

Stav porostu po zimě byl hodnocen subjektivně, nejlépe vypadala varianta Hoštické, horším dojmem působila varianta Agry. Poškození mrazem sejevilo nejmenší u Hoštické varianty, zbývající varianty byly podobně zasaženy. Počet rostlin na m² se v průměru pohybovala od 28 do 36 kusů.

	Hoštická a. s.	Timac Agro	Agrofert	Agra Group
Celkové hodnocení	100 %	95 %	90 %	90 %
Poškození mrazem	5 %	10 %	10 %	10 %
Počet rostlin (m ²)	30 ks	36 ks	32 ks	28 ks

2. TERMÍN 12.4.2019

Při pohledu na porost byl velmi patrný barevný rozdíl mezi jednotlivými variantami. Rostliny řepky ve variantě Timac, byly až do modrozelených odstínů. Ostatní varianty si byly podobné tmavozelenou barvou. Nešlo si nevšimnout rozdíly v zapojení, rovnoměrné výšce a mohutnosti jednotlivých rostlin v porostu. Vzhledově podobné si byly dvojice Timac a Agrofert a dvojice Hoštické a Agry. Výška rostlin se pohybovala od 65 cm u Timac, do 85 cm u Hoštické. Zajímavé poznatky byly až z odebraných rostlin. Zde se ukázalo, že nejvyšší stonek, neznámá že bude i nejtěžší. Taky, že větší výška rostlin je v nepřímé úměře s průměrem kořenového krčku. Procentuálně nejlépe byla ohodnocena varianta Timac, která i přes nejkratší stonek, a průměrnou délku kořene, měla v obou případech největší hmotnost. Také i nejširší kořenový krček. Procentuálně poslední místo obsadila varianta Hoštické, což ovšem to neznámá že by zaostávala. Je třeba brát v potaz, že v různých povětrnostních podmínkách může být i ideální hodnota různá, ať už se jedná o délku stonků nebo kořenů, hmotnost v sušině nebo průměr kořenových krčků.

Hoštická a. s.	100 % (kontrola), Na pohled nejvyšší. Rostliny oproti Timacu výběžkaté a štíhlejší, porost málo ucelený, s hluchými místy.
Timac Agro	101 %, Barvou nejtmaší, až zelenomodrá. Rostliny mohutné, porost jednotný, hustý bez vynechávek, ale popraskané stonky, toto nebylo u žádné jiné varianty.
Agrofert	102 %, Trochu nižší než podniková varianta, tmavší barva, ale ne jak u Timac. Porost nevyrovnaně vysoký, ale hustý, bez vynechávek.
Agra Group	100 %, Podoba s podnikovou variantou v barvě, výběžkaté a štíhlé, hluchá místa v porostu.

Tab. 14.: Výška porostu: Byla měřena na 20 rostlinách				
(cm)	Hoštická a. s.	Timac Agro	Agrofert	Agra Group
Rozpětí nejvyšších rostlin	70-85	65-75	65-75	70-75
Průměr	75	65	70	75

Tab. 15.: Průměr hodnot z 20 odebraných rostlin						
Varianta	Délka stonků (cm)	Hmotnost stonků (g)	Délka kořenů (cm)	Hmotnost kořenů(g)	Průměr krčků (cm)	
Hoštická a.s.	60,8 (100 %)	161,3 (100 %)	14,2 (100 %)	19,2 (100 %)	1,5 (100 %)	100 %
Timac Agro	58,6 (96 %)	228,1 (141 %)	14 cm (99 %)	22,9 g (116 %)	1,9 cm (123 %)	115 %
Agrofert	60,6 cm (100 %)	205,3 g (127 %)	15,2 cm (107 %)	23,6 g (123 %)	1,8 cm (115 %)	114 %
Agra Group	58,8 cm (97 %)	182,4 g (113 %)	13,3 cm (93 %)	21 g (109 %)	1,7 cm (110 %)	104 %

Pozn. Varianta Hoštická = 100 %

3. TERMÍN 27.6.2019

Problémový suchý a teplý červen znamenal nouzové dozrávání řepky. Porosty v den posuzování měly již zlatavou barvu. Nejméně ze čtyř variant byla dozralá verze Timacu, která měla i nejmenší výšku. Nízkou výšku kompenzovala počtem nasazených větví, které byly u této varianty v největším počtu, rozmezí se pohybovalo od 7 - 17 kusů. Nejméně větvená varianta byla od Agrofertu s 5-12 kusy ale neměla takový rozptyl. Oproti dubnovým odběrům se varianta Timacu zhoršila ve vyrovnání porostu a celkového dojmu, v porovnání s vývojem ostatních variant. Nadále dobře se vyvíjela varianta Agrofertu.

Tab. 16.: Subjektivní hodnocení	
Hoštická a. s.	100 % (kontrola), Oproti Timac verzi, dozrálejší a vyšší, vyrovnaný porost
Timac Agro	98 %, menší oproti podnikové verzi, některé stonky prasklé, bez chorob, méně vyrovnaný, slabší místa, nejméně dozralý
Agrofert	102 %, nejhustší porost, vyrovnaný
Agra Group	100 %, pěkný porost, vyrovnaný

Výsledky hodnocení přinesly zjištění, že s větší výškou není spojeno větší nasazení větví. Varianta Agrofertu i přes nejmenší počet větví se subjektivně zdála jako nejhustější s největším počtem šesulí. Varianta Timacu přes svůj největší počet rostlin na m² dozrávala pomaleji než zbývající pokusy.

Tab. 17.: Výška rostlin (cm)				
	Hoštická a.s.	Timac Agro	Agrofert	Agra Group
Rozpětí	145-170	145-160	150-170	140-170
Průměr	165	155	160	155

Tab. 18.: Počet plodných větví (ks)				
	Hoštická a.s.	Timac Agro	Agrofert	Agra Group
Rozpětí	7-14	7-17	5-12	7-13
Průměr	10	11	9	10

4. TERMÍN 23.7.2019

Sklizeň byla provedena pomocí kombajnu Claas Lexion 750. Z konečných výsledku nám vyplynulo, že největšího výnosu dosáhla varianta Agry Group, naopak nejhorší varianta Timac. Ukázala se rozdílná sklizňová vlhkost při počtu rostlin na m² mezi variantami Hoštické a Timac. U varianty Timac je největší rozdíl mezi hrubým výnosem a přepočtem na 8 % vlhkost. Počet vstupů dusíkatého hnojení byl u Agrofertu o jeden menší, tak i množství jarní dávky dusíku. Rozdíl mezi nejlepším výsledkem Agry a Agrofertu byl rozdíl v desítkách kilogramů. Naopak ušetřené provozní náklady na aplikaci nám rozdíl vyrovnává.

Tab. 19.: Výnosy pokusů				
	Hmotnost VZORKU (kg)	VLHKOST %	HRUBÝ VÝNOS t/ha	VÝNOS t/ha PŘI 8 % VLHKOSTI
AGRA GROUP	502	10,3	4,61	4,49 (104 %)
AGROFERT	494	10,2	4,54	4,43 (103 %)
HOŠTICKÁ	478	9,7	4,39	4,31 (100 %)
TIMAC	472	11,4	4,33	4,17 (97 %)

Agronom Hoštické společnosti pan Erich Kaluža shrnul jarní průběh vegetace do těchto bodů:

- Při rychlém nástupu jara řepka dobře a brzo zregenerovala a začala růst.
- Problém byl při pozdějších nárazových poklesech teplot (březen, duben) kdy řepka přibrzdila růst.
- Květnové nadprůměrné srážky vytvářely obavy z chorob, avšak problém s hlízenkou nebo sklerotinií nebyl žádný.

- Porost byl dobrý, ale nenarostl do požadované výšky.
- Sucho posledních dvou měsíců před sklizní přineslo problém s počtem semen v šesuli, konečky šesulí byly zaschlé a poslední tři semena v plodu ve velikosti máku, z toho vyplývaly jedny z největších sklizňových ztrát za poslední léta.

Náklady za jednotlivá hnojiva

Ceny uvedených hnojiv jsou pouze orientační a mění se v závislosti na trhu a nabídce jednotlivých firem. Důležitou připomínkou je, že tady máme pouze dusíkatá hnojiva, do pokusu není započítána výživa mikro prvky, které také ovlivňují následný výnos a rentabilitu tržeb. Náklady na podzimní dusíkaté hnojení byly u všech variant stejné a to 3 852,-. Je ovšem zajímavé si všimnout, cenového rozdílu mezi výnosově nejhorší variantou Timacu a výnosově nejlepší variantou od Agry. Rozdíl na hektar se nám vyšplhal až na 1847 Kč ve prospěch Agry Group. Opomenout v tomto srovnání nemůžeme ani fakt, že u varianty Agrofertu byly ušetřeny náklady na jednu aplikaci navíc, která může být okolo 1300 Kč/ha. Další zajímavostí je, že i přes nižší dávku dusíku u Agrofertu, byla tato varianta druhá nejdražší.

Tab. 20.: Ekonomická stránka pokusu (orientační cena v Kč)						
	Předseťové hnojivo	Podzimní dávka	1. Jarní dávka	2. Jarní dávka	3. Jarní dávka	Součet
Hoštická a.s. Cena za 1 t	Eurofert TOP 45	UREAstabil	Dusičnan amonný	Saletrosan	DAM 390	Cena jarní aplikace: 3 915,-
	12 900,-	10 200,-	6 500	6 500,-	5 500,-	100 %
Ve variantě	2 322,-	1 530,-	1 300,-	1 625,-	990	
Timac Agro Cena za 1 t	Eurofert TOP 45	UREAstabil	Sulfammo 30N-Process	SAM	DAM 390	Cena jarní aplikace: 5 681,-
	12 900,-	10 200,-	17 600,-	4 500,-	5 500,-	145 %
Ve variantě	2 322,-	1 530,-	2 939,-	1 328,-	1 414,-	
Agrofert Cena za 1 t	Eurofert TOP 45	UREAstabil	Ensin	LovoCanT (Kč/1000 l)		Cena jarní aplikace: 4 500,-
	12 900,-	10 200,-	6800	5 500,-		115 %
Ve variantě	2 322,-	1 530,-	3 400,-	1 100,-		
Agra Group Cena za 1 t	Eurofert TOP 45	UREAstabil	UREAstabil	UREAstabil	DAM 390	Cena jarní aplikace: 3 834,-
	12 900,-	10 200,-	10 200,-	10 200,-	5 500,-	98 %
Ve variantě	2 322,-	1 530,-	1 112,-	1 622,-	1 100,-	

6 DISKUZE

V první řadě je třeba si uvědomit, že porovnat jednotlivá hnojiva, a určit, které je v dané variantě lepší, nebo horší, je velmi obtížný úkol. Nahlížet na jednotlivé varianty musíme jako na komplex hnojení, kdy se vytvoří harmonie mezi termínem, dávkou a volbou jednotlivým forem dusíku. Dalším velmi důležitým faktorem, a to neovlivitelným, jsou povětrnostní podmínky, neboť ta varianta, která se projevila v námi sledovaném roce nejlépe, může být v příštím roce na opačné straně žebříčku. Ovšem v posledních, bohužel suchých letech, nám může tento experiment pomoci, jak se při výběru hnojiv rozhodnout, neboť právě suchým a teplým počasím byl tento pokus provázen. V této kapitole se pokusím částečně porovnat účinnost jednotlivých hnojiv s experimenty minulých let.

Na jaře začínají mít nejlepší výsledky stabilizované dusíky ve formě Ensin a Sulfammo (Vašák et al. 2014). Tento fakt se dá potvrdit provedenými odběry v půlce dubna. Jelikož varianta Timacu (Sulfammo 30) měla největší hmotnost sušiny v nadzemní a podzemní biomase a také největší průměr kořenového krčku. Ovšem nakonec se tahle varianta ve výnose propadla na poslední místo. Otázkou zůstává, zda změna produkční dávky dusíku, nebo volba jiného hnojiva, by této variantě pomohl. Agrofert (Ensin) měl velmi dobré výsledky v hmotnosti sušiny stonků a kořenů. Agra (UREAstabil) měla oproti těmto dvěma variantami hmotnost menší, ale stále vyšší než varianta Hoštické, která nepoužila žádné stabilizované hnojivo.

Šimka et al. (2010), založili experiment s posouzením stabilizovaných močovín ve výživě řepky. Z jejich výsledku vyplynulo, že varianty, hnojené na podzim i na jaře stabilizovanou močovinou (UREAstabil nebo Alzon) jsou výnosnější, než varianty hnojené pouze na podzim močovinou s inhibítorem a na jaře např. LAVem. V podmínkách zdejšího pokusu se tento experiment potvrdil. Varianta Agry byla jako jediná hnojena stabilizovanou močovinou (UREAstabil) na jaře a byla nejvýnosnější. Výhoda inhibitorů byla vidět i u varianty Agrofertu, s hnojivem Ensin potlačující nitrifikaci, která byla druhý nejvýnosnější.

Z pokusů Růžka et al. (2019), při dostatečných srážkách je nejlépe využíván dusík z hnojiv s nitrátovou formou N (LV, LAV, LAD) nebo s močovinovou formou s inhibítorem ureázy (např. UreaStabil) a nejméně z hnojiv s amonnou formou N (SA, DASA, Ensin). Opačný efekt se projevil s chybějící vodou. Únor a březen byly slabé na dešťové srážky a z odběrů rostlin, probíhající takřka v půlce dubna, vyšly až o 15 % lépe varianty hnojené s amonným dusíkem (Ensin, Sulfammo) oproti nitrátové, či močovinové formy (Dusičnan amonný, UREAstabil).

V poloprovozních pokusech Varényiové & Ducsaye (2017) se porovnávaly rozdíly ve výnosech dusíkato-sírného hnojiva bez inhibitoru a s inhibítorem nitrifikace (DASA x Ensin), v dávkách 160 kg N/ha. V jeho případech, na jihu Slovenska, za studených a suchých ročních, vyšla lépe, o 5 % na výnose, varianta s inhibítorem. Ovšem ve výnose se statistický průkaz neprokázal. V podmínkách našeho pokusu se objevily také hnojiva na bázi dusičnanu amonném se síranem amonném, u varianty Hoštické a.s. hnojivo Saletrosan (bez IN) a u varianty Agrofert hnojivo Ensin (s IN). Varianta Hoštické a.s. volila Saletrosan jako druhou část regenerační dávky

v dávce 65 kg N/ha. Agrofert použil Ensin v regenerační a zároveň v produkční dávce v dávce 130 kg N/ha. Porovnávat tyto dvě dávky nelze, neboť nebyl zvolen ani stejný termín, ani dávka. Ovšem díky inhibitoru nitrifikace, se mohla zvolit jedna dávka, a tím ušetřit další přejezdy na pozemcích. Ve výnosech nám vyšla lépe varianta Agrofertu o 3 % nad Hoštickou a.s.

V polské praxi, jak uvádí Jankowski & Sienkiewicz (2016), vychází dobře hnojení dusičnanem amonným a Saletrosanem. V pokusech při dávce 200 kg N/ha na jaře (100+100), vycházejí dobře výsledky s regeneračním hnojením dusičnanem amonným a produkční dávce močoviny. Velmi podobnou rentabilitu měla varianta s dvěma dávkami Dusičnanu amonného s močovinou, s přídatkem síry a fosforu. Hůř dopadla varianta s regenerační dávkou DAMu a produkční dávkou močoviny. Varianta Hoštické a.s. se podobala příznivým polským pokusům (DA-Saletrosan-DAM, celkem 183 N kg/ha). Výsledkem byly příznivé rentabilita nákladu v porovnání s ostatními verzemi.

Tříletým experimentem s aplikací hnojiva LovoCaN T se zabýval Bečka et al. (2018), kde bylo hnojeno ve fázi kvetení dávkou 200 l/ha. Byl potvrzen pozitivní vliv na výnos oproti kontrole bez LovoCaN T v průměru o 6 %. Ke stejným výsledkům došli Kučera et al. (2017), kdy varianta hnojena LovoCaN T, také v dávce 200 l/ha, vyšla oproti nehnojené verzi o 8 % na výnose. V našich podmínkách byl u verze Agrofertu použit LovoCaN T (200 l/ha) po tří měsíční prodlevě od regeneračního hnojení Ensinem, výsledek byl pozitivní a potvrdilo se, že hnojení při plném kvetení, nebo před úplným odkvětem je zajímavou možností, jak zlepšit výnosy řepky.

7 ZÁVĚR

Pozitivní ekonomický přínos se ukázal u varianty Agry, kdy byl dosažen nejvyšší výnos s nejnižšími vstupními náklady na dusíkaté hnojivo. Nejhorší rentabilitu měla varianta Timacu nopak s nejvyššími náklady za dusíkaté hnojivo a nejnižším výnosem. Náklady na hnojivo u Timacu byly vyšší o 24 % oproti nejlevnější variantě.

Na konečných výsledcích se podílely povětrnostní podmínky, jelikož i tento pokus provázelo suché a teplé počasí, jako v posledních letech. Potvrdilo se, jaký význam v dnešní době mají hnojiva s inhibitory, neboť varianta Agry Group, kde se zvolilo regenerační hnojení s močovinou obohacenou o inhibitor ureázy (UREAstabil) byla nejvýnosnější. Druhá nejvýnosnější varianta společnosti Agrofert, použila hnojivo Ensin, který se skládá z dusičnanu amonného se síranem amonným, obohacený o inhibitor nitrifikace.

Výhoda použití těchto stabilizovaných hnojiv je především snížení počtu aplikací, flexibilita termínu dávkování a zároveň zlepšení ekologického hlediska omezením znečišťování podzemních vod a ovzduší. Tyto hnojiva jsou a budou základem technologických postupů v zemědělské praxi.

8 SEZNAM LITERATURY

Altmann T. 2014. So düngen Sie Raps auf Ertrag. Top agrar österreich. Available from <https://www.topagrar.at/ackerbau/news/so-duengen-sie-raps-auf-ertrag-10285045.html> (accessed December 2019).

Anonymous I. 2019. Sodium nitrate. Nutrition Source Specifics. Available from [http://www.ipni.net/publication/nss.nsf/0/559A41F30743EACB85257B20007AAEDF/\\$FILE/NSS-24%20SN.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss.nsf/0/559A41F30743EACB85257B20007AAEDF/$FILE/NSS-24%20SN.pdf) (accessed December 2019).

Anonymous II. 2019. N-Lock. Dow-Agro Scienses. Available from https://www.agrofert.cz/sites/default/files/downloads/n-lock_0.pdf (accessed November 2019)

Anonymous III. 2019. Sortiment produktů společnosti TIMAC AGRO CZECH s.r.o. TIMAC AGRO CZECH. Available from http://www.znz.cz/download/304-timac_sortiment.pdf (accessed December 2019).

Anonymous IV. 2019. Piadin. Moje hnojiva. Available from <https://www.mojehnojiva.cz/piadin> (accessed November 2019).

Anonymous V. 2020. Zákon o hnojivách. Systém ekonomických právních informací. Available from http://www.nitrat.cz/images/SK_-_zakon_o_hnojivach_136_2000_zz_20160101.pdf (accessed March 2020).

Anonymous VI. 2019. Alzon 46. Eagri. Available from http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_11636.pdf?id=11636 (accessed November 2019).

Anonymous VII. 2019. Ensin. Moje hnojiva. Available from <https://www.mojehnojiva.cz/sites/default/files/prilohy/ensin.pdf> (accessed November 2019).

Anonymous VIII. 2019. UREAstabil. Agra. Available from <https://www.agservice.cz/wp-content/uploads/letaky/ureastabil.pdf> (accessed November 2019).

Anonymous IX. 2019. YaraVera AMIPLUS. Yara. Available from <https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/hnojiva/yaravera/yaravera-amiplus/> (accessed December 2019).

Anonymous X. 2019. Alzon neo-N. Moje hnojiva. Available from <https://www.mojehnojiva.cz/sites/default/files/prilohy/alzonneo-nczv06.pdf> (accessed November 2019).

Anonymous XI. 2019. Stickstoffdüngung im Frühjahr. Rapsexperten. Available from <https://www.rapsexperten.de/forum/news/detail/News/stickstoffduengung-im-fruehjahr> (accessed December 2019).

Baranyk P et al. 2007. Řepka. Profi Press. Praha.

- Bílý V. 2018. Pravidla pro užívání glyfosátu jsou připravená, před sklizní ho nebude možné použít na řepku ani obiloviny. Ministerstvo zemědělství. Available from http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2018_pravidla-pro-uzivani-glyfosatu-jsou.html (accessed October 2019).
- Bečka D. 2007. Řepka, pěstitelský rádce. Kurent. České Budějovice.
- Bečka D, Bokor P, Vašák J. 2018. Doporučení pro jarní hnojení řepky ozimé. Poradca pestovateľa. **1**. 1-2.
- Bečka D, Cihlář P, Vašák J, Mikšík V. 2011. Listová výživa řepky ozimé na jaře 2011. Zemědělec. Available from <https://www.zemedelec.cz/Listova-vyziva-repy-ozime-na-jare-2011/> (accessed November 2019).
- Beuters P, Eichert T, Scherer H W. 2014. Influence of pre-crop and root architecture on the mobilization of non-exchangeable NH₄⁺. Plant Soil Environ. **60**. 372-378.
- Bockholt K. 2020. 5 Tipps zum Düngen: Reinen Harnstoff nicht länger ohne Ureasehemmer. Agrarheute. Available from <https://www.agrarheute.com/pflanze/getreide/fuenf-tipps-duengen-reinen-harnstoff-laenger-ohne-ureasehemmer-565679> (accessed March 2020).
- Bockholt K. 2019. Zwischenbilanz Düngeverordnung: Nicht voreilig nachbessern. AgrarHeute. Available from <https://www.agrarheute.com/pflanze/getreide/zwischenbilanz-duengeverordnung-voreilig-nachbessern-550735> (accessed February 2020).
- Brenay A. 2019. Overview of the Haber-Bosch Process. ThoughtCo. Available from: <https://www.thoughtco.com/overview-of-the-haber-bosch-process-1434563> (accessed November 2019).
- Canfield D E, Glazer A N, Falkowski P G. 2010. The Evolution and Future of Earths Nitrogen Cycle. Science. **330**. 192-196.
- Černý J. 2014. Jak hodnotit využití dusíku rostlinami. Zemědělec. **18**. 1.
- Černý J, Javor T, Balík J, Kulhánek M. 2017. Hnojení ozimé řepky (dusíkem) na jaře. Úroda. **3**. 69-72.
- Černý J, Vaněk V, Kozlovský O. 2011. Hnojení dusíkem: specifika a aplikace. Zemědělec. Available from <https://www.zemedelec.cz/Hnojeni-dusikem:-specifika-a-aplikace/> (accessed October 2019).
- Černý J, Kovařík J, Kulhánek M, Balík J. 2015. Hnojení řepky na podzim. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-repy-na-podzim> (accessed November 2019).
- Český statistický úřad. 2020. Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin-2019. ČSÚ. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2019> (accessed March 2020).
- Di H J, Cameron K C. 2004. Effects of temperature and application rate of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD), on nitrification rate and microbial biomass in a grazed pasture soil. Australian Journal of Soil Research. **42**. 927-932.

- Ducsay L. 2019. Hnojenie repky olejnej v jesennom období. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojenie-repky-olejnej-v-jesenom-obdobi> (accessed November 2019).
- Fábry A. 1975. Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Fisk L M, Maccarone L D, Barton L, Murphy D V. 2015. Nitrapyrin decreased nitrification of nitrogen released from soil organic matter but not *amoA* gene abundance at high soil temperature. *Soil Biology and Biochemistry*. **88**. 214-223.
- Flénet F, Merrien A. 2009. Main factors influencing energy efficiency for biofuel production and fatty acid composition in winter oilseed rape. GCIRC. Available from http://gcirc.org/fileadmin/documents/Bulletins/B25/B25_07Flenet-Merrien.pdf (accessed November 2019).
- Fuchs B V. 2015. Stabilisierter Stickstoff. *Landwirt*. **2**. 40-41.
- Hasler K, Bröring S, Omta O, Olf H. 2017. Eco-innovations in the German fertilizer supply chain: Impact on the carbon footprint of fertilizers. *Plant Soil Environ*. **63**. 531-544.
- He et al. 2018. Effects of application of inhibitors and biochar to fertilizer on gaseous nitrogen emissions from an intensively managed wheat field. *Science of The total Environment*. **629**. 121-130.
- Hölzl F X. 2019. Gewässerschonende Herbstdüngung. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Available from <https://ooe.lko.at/gew%C3%A4sserschonende-herbst%C3%BCngung+2500+2780156> (accessed March 2020).
- Jankowski K, Sienkiewicz S. 2016. Efektywność nawożenia rzepaku ozimego roztworem saletrzano-mocznikowym RSM® wzbogaconym w makroskładniki. *Agrolider*. **2**. 14-15.
- Jarecki W, Buczek J, Bobrecka-Jamro D. 2019. The response of winter oilseed rape to diverse foliar fertilization. *Plant, Soil and Environment*. **65**. 125-130.
- Johnson C, Albrecht G, Ketterings Q, Beckman J, Stockin K. 2005. Nitrogen Basics-The Nitrogen Cycle. Cornell University Cooperative Extension. Available from <http://cceonondaga.org/resources/nitrogen-basics-the-nitrogen-cycle> (accessed October 2019).
- Jursík M, Soukup V. 2009. Regulace plevelů v ozimé řepce. *Zemědělec*. Available from <https://www.zemedelec.cz/Regulace-plevelu-v-ozime-repce/?frbrVersion=2> (accessed January 2020).
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. ProfiPress. Praha.
- Kleineidam K et al. 2011. Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on ammonia-oxidizing bacteria and archaea in rhizosphere and bulk soil. *Chemosphere*. **84**. 182-186.
- Kliopova I, Baranauskaite-Fedorova I, Malinauskiene M, Staniskis J. 2016. Possibilities of increasing resource efficiency in nitrogen fertilizer production. *Clean Technologies and Environmental Policy*. **3**. 901-914.

- Klír J, Kozlovská L, Haberle J, Mühlbachová G. 2018. Metodický návod pro hospodaření v zranitelných oblastech. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně. Available from [https://www.vurv.cz/sites/File/metodika NS 2 komplet 2018.pdf](https://www.vurv.cz/sites/File/metodika_NS_2_komplet_2018.pdf) (accessed November 2019).
- Kocourek et al. 2018. Metodika integrované ochrany řepky vůči škodlivým organismům vyjma podzimních škůdců. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Powerprint. Praha.
- Kučera J, Košál R, Valenta J, Bečka D. 2017. Nové aplikační pásmo pro LovoCaN T. Prosperující olejiny. Available from [http://konference.agrobiologie.cz/2017-12-05/40-Kucera-Kosal-Valenta-Becka NOVE APLIKACNI OKNO PRO LOVOCAN T.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2017-12-05/40-Kucera-Kosal-Valenta-Becka_NOVE_APLIKACNI_OKNO_PRO_LOVOCAN_T.pdf) (accessed March 2020).
- Lembacher F, Schmiedl J, Wasner J. 2009. Winterraps. NÖ Landes-Landwirtschaftskammer. St. Pölten.
- Liška M. 2019. Situační a výhledová zpráva Olejiny. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from [http://eagri.cz/public/web/file/626106/SVZ Olejiny 12 2018.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/626106/SVZ_Olejiny_12_2018.pdf) (accessed October 2019).
- Liu K et al. 2017. Discovery of nitrate-CPK-NLP signalling in central nutrient-growth networks. *Nature*. **545**. 311-316.
- Malagoli P, Lainé P, Le Deunff E, Rossato L, Ney B, Ourry A. 2004. Modeling Nitrogen Uptake in Oilseed Rape cv Capitol during a Growth Cycle Using Influx Kinetics of Root Nitrate Transport Systems and Field Experimental Data. American Society of Plant Biologists. Available from <http://www.plantphysiol.org/content/134/1/388> (accessed October 2019).
- Malagoli P, Laine P, Rossato L, Ourry A. 2005. Dynamics of Nitrogen Uptake and Mobilization in Field-grown Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*) from Stem Extension to Harvest: I. Global N Flows between Vegetative and Reproductive Tissues in Relation to Leaf Fall and their Residual N. *Annals of Botany*. **95**. Oxford.
- Mikšík V, Vašák J. 1999. Vliv předsetového hnojení dusíkem a obsahu N_{min} v půdě na akumulaci biomasy na podzim. *Agris*. Available from <http://www.agris.cz/clanek/106351> (accessed November 2019).
- Milazzo M F, Spina F, Vinci A, Espro C, Bart J C J. 2013. Brassica biodiesels: Past, present and future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. **18**. 350-389.
- Modak J. 2002. Haber Process for Amonnia Synthesis. *Resonance*.
- Mráz J. 2013. Močovina a vliv inhibitoru na její uplatnění. Agra Group. Available from <http://www.agra.cz/aktualni-informace/mocovina-a-vliv-inhibitoru-na-jeji-uplatneni.html> (accessed November 2019)
- Narits L. 2010. Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. Var. *Oleifera subvar. Biennis*). *Agronomy Research*. **8**. 671-686.
- Novák J, Skalický M. 2017. Botanika. Powerprint. Praha.
- Novák J, Skalický M. 2008. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint. Praha.

- Pančíková J. 2019. Jak pěstovat řepku udržitelně. *Úroda*. **6**. 51-52.
- Pančíková J. 2016. Specialista na výživu polních plodin a zvířat. *Úroda*. Available from <https://www.uroda.cz/specialista-na-vyzivu-polnich-plodin-a-zvirat/> (accessed December 2019).
- Peplow M. 2013. A fixation with nitrogen. *Chemistry world*. Available from <https://www.chemistryworld.com/features/a-fixation-with-nitrogen/6076.article> (accessed October 2019).
- Rathke G W, Behrens T, Diepenbrock W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **117**. 80-108.
- Rossato L, Lainé P, Ourry A. 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. During the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. *PubMed*. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11479330?dopt=Abstract> (accessed November 2019).
- Růžek P, Kusá H, Vavera R. 2019. Hnojení řepky po letošní zimě. *Úroda*. **3**. 64-67.
- Ryant P, Antošovský J. 2019. Zkušenosti se stabilizovanými dusíkatými hnojivy při pěstování pšenice ozimé. *Agromanuál*. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/zkusenosti-se-stabilizovanymi-dusikatymi-hnojivy-pri-pestovani-psenice-ozime> (accessed November 2019).
- Sanz-Cobena A, Misselbrook T, Camp V, Vallejo A. 2011. Effect of water addition and the urease inhibitor NBPT on the abatement of ammonia emission from surface applied urea. *Atmosphere Environment*. **45**. 1517-1524.
- Singh D K, Kumar S. 2008. Nitrate reductase, arginine deaminase, urease and dehydrogenase activities in natural soil (ridges with forest) and in cotton soil after acetamiprid treatments. *Chemosphere*. **71**. 412-418.
- Stein L Y, Klotz M. 2016. Nitrogen cycle. *Current Biology*. **3**. 94-98.
- Subarrao G V et al. 2015. suppression of soil nitrification by plants. *Plant Science*. **233**. 155-164.
- Suzer S. 2015. Effects of plant nutrition on canola (*Brassica napus* L.) growth. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. **16**. 87-90.
- Šimka J, Bečka D, Vašák J, Cihlář P, Vlažný P. 2010. Využití stabilizovaných močovín ve výživě řepky ozimé (*Brassica napus* L.). *Prosperující olejnin*. Available from http://konference.agrobiologie.cz/2010-12-09/08-Simka-Becka-Vasak-Cihlar-Vlazny_VYUZITI_STABILIZOVANYCH_MOCOVIN_VE_VYZIVE_REPKY_OZIME.pdf (accessed November 2019).
- Tuulos A, Yli-Halla M, Stoddard F, Mäkelä P. 2015. Winter turnip rape as a soil N scavenging catch crop in a cool humid climate. *Agronomy for Sustainable Development*. **35**. 359-366.

- Tyzska M. 2020. Rada Ministrów ma zająć się przyspieszeniem stosowania nawożenia azotowego. Farmer pl. Available from <https://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/nawozy/rada-ministrow-ma-zajac-sie-przyspieszeniem-stosowania-nawozenia-azotowego,91903.html> (accessed March 2020).
- Vaculík A. 2018. Jarní ochrana řepky ozimé proti nežádoucímu zaplevelení. Agromanuál. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/jarni-ochrana-repy-ozime-proti-nezadoucimu-zapleveleni> (accessed November 2019).
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. ProfiPress. Praha
- Varényiová M, Ducsay M. 2017. Vplyv aplikácie hnojiva s obsahom inhibítorov nitrifikácie na výšku úrody semena Kapusty repkovej pravej (Brassica napus L.). Konferencie agrobiologie. Available from http://konference.agrobiologie.cz/2017-12-05/15-Varenyiova-Ducsay_VPLYV_APLIKACIE_HNOJIVA_S_OBSAHOM_INHIBITOROV_NITRIFIKACIE_NA_VYSKU_URODY_SEMENA_KAPUSTY_REPKOVEJ_PRAVEJ.pdf (accessed March 2020).
- Vašák J. 2000. Řepka. AGROSPOJ. Praha
- Vašák J, Béréš J, Bečka D. 2014. Zimný rást repky a neskorá aplikácia dusíka. Repka olejka. **1**. 6-7.
- Volpi I et al. 2017. Improving the management of mineral fertilizers for nitrous oxide mitigation: The effect of nitrogen fertilizer type, urease and nitrification inhibitors in two different textured soil. Geoderma. **307**. 181-188.
- Výzkumný ústav vodohospodářský. 2015. Nitrátová směrnice. eAGRI. Available from <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/nitratova-smernice/> (accessed February 2020).
- Wasner J. 2018. Raps, gut versorgt mit der richtigen Dosis Stickstoff. LK Niederösterreich. Available from <https://noe.lko.at/raps-gut-versorgt-mit-der-richtigen-dosis-stickstoff+2500+2697559> (accessed December 2019).
- Watson C J et al. 1994. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-BUTYL) thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. Soil Biology and Biochemistry. **26**. 1165-1171.
- Weber A et al. 2004. Dicyandiamide and 1H-1,2,4-Triazole-a new effective nitrification inhibitor for reducing nitrous oxide emissions from cultivated land. Greenhouse Gas Emissions from Agriculture. Available from <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1304809/file.pdf> (accessed November 2019)
- Yousaf M et al. 2016. Response of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilization on Productivity and Quality of Winter Rapeseed in Central China. International Journal of Agriculture & Biology. **18**. 1137-1142.

Zinke O. 2020. Düngerpreise abgestürzt – Absatz eingebrochen. Agrarheute. Available from [https://www.agrarheute.com/markt/duengemittel/duengerpreise-abgestuerzt-absatz-eingebrochen-563285](https://www.agrarheute.com/markt/duengemittel/duengerpreise-abgestuerzt-absatz-<u>eingebrochen-563285</u>) (accessed February 2020).