

# VPLYV VÝŽIVY DUSÍKOM NA VÝŠKU ÚRODY, OBSAH A PRODUKCIU OLEJA KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ (*BRASSICA NAPUS*, L.)

*Effect of Nitrogen Nutrition on Yield, Oil Content and Oil Production of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.)*

Mária VARÉNYIOVÁ, Ladislav DUCSAY

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre*

**Summary:** The aim of the experiment was monitoring importance of nitrogen in nutrition of oilseed rape (*Brassica napus* L.) as well as the effect of rising doses of nitrogen on yield, oiliness and oil production of rapeseed. The plot-scale experiment was based in experimental year 2013–2014 in terms of agricultural cooperative in Mojmirovce, part Bačala. The experiment consisted of four treatments of fertilization. The block method of experimental plot size of 600 m<sup>2</sup> in three replications was used in this experiment. Hybrid Artoga was seeded and fertilized by different doses of nitrogen (160 kg.ha<sup>-1</sup>, 200 kg.ha<sup>-1</sup> and 240 kg.ha<sup>-1</sup>). The lowest average yield 3.41 t.ha<sup>-1</sup> of rapeseed was noticed at unfertilized control treatment 1. The highest average yield 5.43 t.ha<sup>-1</sup> was reached at treatment fertilized by dose of nitrogen 200 kg.ha<sup>-1</sup> N. The highest average oil content 47.41% was found at unfertilized control treatment. The lowest average oil content 45.91% was found at treatment where the dose of nitrogen 160 kg.ha<sup>-1</sup> was applied. The highest average oil production 2.49 t.ha<sup>-1</sup> was observed at treatment 3, fertilized by dose of nitrogen 200 kg.ha<sup>-1</sup>, where also the highest average yield of seeds was found. These findings indicate that the highest dose of nitrogen does not result in the highest yield of rapeseed.

**Keywords:** *oilseed rape, nitrogen nutrition, yield of seeds, oil content, oil production*

**Súhrn:** Cieľom pokusu bolo sledovanie významu dusíka vo výžive kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.), rovnako ako sledovanie vplyvu rastúcich dávok dusíka na výšku úrody, olejnatosť a produkciu oleja repky. Poľný, poloprevádzkový pokus bol založený v pokusnom roku 2013–2014 v podmienkach poľnohospodárskeho družstva Mojmirovce, časť Bačala. Pokus pozostával zo štyroch variantov hnojenia. Bola použitá bloková metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m<sup>2</sup> v troch opakovaníach. Vysiaty bol hybrid Artoga, ktorý bol hnojený rôznymi dávkami dusíka (160 kg.ha<sup>-1</sup>, 200 kg.ha<sup>-1</sup> a 240 kg.ha<sup>-1</sup>). Najnižšia priemerná úroda semena 3,41 t.ha<sup>-1</sup> bola zaznamenaná na nehnojenom, kontrolnom variante 1. Najvyššia priemerná úroda 5,43 t.ha<sup>-1</sup> bola dosiahnutá na variante hnojenom dávkou 200 kg.ha<sup>-1</sup> N. Najvyšší priemerný obsah oleja 47,41% bol zistený na nehnojenom, kontrolnom variante 1. Najnižší priemerný obsah oleja 45,91% bol zistený na variante, kde bola aplikovaná dávka 160 kg.ha<sup>-1</sup> N. Najvyššia priemerná produkcia oleja 2,49 t.ha<sup>-1</sup> bola zaznamenaná na variante 3 hnojenom dusíkom v celkovej dávke 200 kg.ha<sup>-1</sup>, kde bola tiež zistená najvyššia priemerná úroda semena. Tieto zistenia indikujú, že najvyššia dávka dusíka nezabezpečuje najvyššiu úrodu semena repky.

**Kľúčové slová:** *kapusta repková pravá, výživa dusíkom, úroda semena, obsah oleja, produkcia oleja*

## Úvod

Kapusta repková pravá (*Brassica napus* L.) je zástupcom čeľade kapustovité a pestuje sa pre široké spektrum využitia. Uplatňuje sa najmä vo výrobe olejov pre ľudskú spotrebu, ale aj vo výrobe krmív v rámci živočíšnej produkcie (Aminpanah, 2013). Okrem využitia v potravinárskom priemysle sa v posledných rokoch semeno repky používa na výrobu bionafty. Tento typ bionafty sa nazýva repkový metyl ester, ktorý sa používa ako obnoviteľný zdroj energie namiesto ropy a fosílnych palív (Baranyk–Fábry 2007). Výsledky mnohých vedeckovo-výskumných prác i poznatky praxe potvrdzujú, že množstvo a kvalitu semena repky je rozhodujúce optimálne zabezpečenie porastov všetkými biogénnymi prvkami, pričom osobitný význam v systéme výživy má práve dusík (Balík et al., 2006). Dusík je jedným z najdôležitejších prvkov vo výžive olejnatých rastlín, obzvlášť repky (Rathke et al., 2005). Výsledky porovnaní nárokov na dusík u repky a obilnín, vrátane pšenice, do-

kazujú, že genotypy repky na tvorbu úrody vyžadujú vyššie dávky dusíka (Balint–Rengel, 2008). Dusík je základnou zložkou nukleových kyselín, bielkovín, nukleotidov, chromozómov, génov, ribozómov ďalších iných enzýmov. Dostupnosť dusíka pre rastliny môže ovplyvňovať rast rastlín a vývojové aspekty, ako je klíčenie semien, vývoj listov, kvetov a vývoj plodov (Stitt et al., 2002; Walch-Liu et al., 2000). Výživa dusíkom je preto jednou zo základných podmienok dosiahnutia vysokých úrod (Orlovius–Kirgby, 2003). Z toho vyplýva, že racionálna aplikácia dávok hnojív s obsahom dusíka je veľmi dôležitá. Výživa dusíkom taktiež ovplyvňuje obsah oleja v semene repky. Všeobecne platí, že vyššia dávka dusíka a jeho prítomnosť v semenách spôsobuje hromadenie bielkovín a zároveň znižuje obsah oleja. Takže medzi obsahom bielkovín a oleja v semenách je antagonistický vzťah (Hassan et al., 2007).

## Materiál a metódy

Poľný, poloprevádzkový, výživarský pokus bol založený 2.9.2013 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala. Použitá bola bloková metóda s veľkosťou pokusnej parcely 600 m<sup>2</sup> v troch opakovaníach. Vysiaty bol hybrid Artoga. Výsevok predstavoval 0,45 milióna klíčivých semien na 1 ha. Predplodinou bola pšenice letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Mojmirovce patria do kukuričnej výrobnnej oblasti s nadmorskou výškou 140 m.n.m. Táto oblasť je veľmi teplá, suchá, s miernymi zimami. Prie-

merná ročná teplota v tejto oblasti je 11,9°C s priemerným ročným úhrnom zrážok 436,7 mm. Podrobnejšia charakteristika klimatických podmienok v pokusnom roku 2013–2014 je uvedená v tabuľke 1, 2. Pôdy v tejto oblasti sú černozezemne hnedozemné a čiernicové zo spraši a sprašových hĺn. Jednotlivé dávky živín boli stanovené na základe rozboru pôdy. Agrochemický rozbor pôdy zo dňa 20.8.2014 je uvedený v tabuľke 3. Z tabuľky 3 vyplýva, že pôda v časti Bačala má neutrálnu pôdnu reakciu a má nízky obsah fosforu.

**Tabuľka 1: Priemerné množstvo zrážok v pestovateľskom roku 2013–2014 (hodnotenie normality množstva mesačných zrážok v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)**

Mesiac	Dlhodobý priemer (1982–2013)	2013		2014	
		Zrážky v mm	Hodnotenie normality	Zrážky v mm	Hodnotenie normality
I.	32,9	67,3	veľmi vlhký	38,2	normálny
II.	29,2	70,1	veľmi vlhký	39,5	normálny
III.	31,9	71,0	veľmi vlhký	19,5	normálny
IV.	36,9	45,5	normálny	51,5	vlhký
V.	60,5	104,2	vlhký	84,7	vlhký
VI.	59,0	21,5	veľmi suchý	34,6	suchý
VII.	55,3	0,0	mimoriadne suchý	-	-
VIII.	48,7	56,5	normálny	-	-
IX.	46,1	59,5	normálny	-	-
X.	35,9	31,4	normálny	-	-
XI.	45,4	89,5	veľmi vlhký	-	-
XII.	42,3	8,5	veľmi suchý	-	-

**Tabuľka 2: Priemerné mesačné teploty v pestovateľskom roku 2013–2014 (hodnotenie normality mesačných teplôt vzduchu v porovnaní s dlhodobým priemerom 1982–2013)**

Mesiac	Dlhodobý priemer (1982–2013)	2013		2014	
		Teplota v °C	Hodnotenie normality	Teplota v °C	Hodnotenie normality
I.	-0,9	-0,7	normálny	-0,5	normálny
II.	0,5	2,3	normálny	2,5	normálny
III.	5,0	3,6	normálny	3,6	normálny
IV.	10,9	11,7	normálny	7,6	veľmi studený
V.	15,9	17,2	normálny	11,2	mimoriadne studený
VI.	18,7	20,7	teplý	14,2	mimoriadne studený
VII.	20,9	23,6	mimoriadne teplý	-	-
VIII.	20,5	23,9	mimoriadne teplý	-	-
IX.	15,6	17,5	teplý	-	-
X.	10,3	13,7	mimoriadne teplý	-	-
XI.	4,8	7,0	veľmi teplý	-	-
XII.	0,3	3,4	veľmi teplý	-	-

**Tabuľka 3: Agrochemická charakteristika pôdy pred založením pokusu s kapustou repkovou prarou v hĺbke 0 m–0,3 m v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala**

Druh rozboru pôdy	Obsah živín v mg.kg <sup>-1</sup> pôdy
	2013 - 2014
N <sub>an</sub> – anorganický dusík = N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> a N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11,4
N – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (kolorimetricky, Nesslerove činidlo)	4,8
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kolorimetricky, kyselina fenol 2,4 disulfónová)	6,6
P – prístupný (Mehlich III – kolorimetricky)	17,5
K – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria)	165
Mg – prístupný (Mehlich III – AAS)	393
Ca – prístupný (Mehlich III – plameňová fotometria)	5 450
S – v roztoku octanu amónneho	2,5
pH/KCl (0,2 mol.dm <sup>-3</sup> KCl)	6,65

V poloprevádzkovom poľnom pokuse bol sledovaný vplyv dávok dusíka na výšku úrody, obsah a produkciu oleja semien repky. Pokus pozostával zo štyroch variantov hnojenia. Prvý variant bol nehnojený, kontrolný. Druhý variant bol hnojený dávkou dusíka 160 kg.ha<sup>-1</sup>, tretí variant dávkou 200 kg.ha<sup>-1</sup> a najvyššia dávka dusíka 240 kg.ha<sup>-1</sup> bola aplikovaná na variant 4. Variant 2, 3 a 4 boli hnojené dusíkom vo forme LAD (27 % N) v rastovej fáze BBCH 20 a vo forme DAM 390 (39 % N) v rastových fázach BBCH 30 a BBCH 51.

Jednotlivé dávky živín sú uvedené v tabuľke 4. Pôdne analýzy boli vykonané bežnými analytickými metódami (Mehlich III). Zber sa uskutočnil kombajnom Claas Lexion 770 25.6.2014. Po zbere sa sledoval vplyv variantov hnojenia na úrodu semena a odber živín semenom a slamou. Obsah oleja bol stanovený podľa STN 4610111-28 extrakciou vhodným extrahovadlom (petroléter 50/70) na extrakčnom prístroji DET-GRAS N (P Selecta). Po vyextrahovaní sa extrahovadlo oddestilovalo a získaný olej sa vysušil a odvážil.

**Obsah oleja v semene repky bol následne vypočítaný podľa vzorca:**

$$W = m_1/m_0 * 100$$

$m_1$  = hmotnosť vyextrahovaného tuku v g

$m_0$  = navážka vzorky v g

**Tabuľka 4: Varianty hnojenia kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) dusíkom v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala**

Variant	Úroveň hnojenia			Celková dávka N (kg.ha <sup>-1</sup> )
	Regeneračné hnojenie	Produkčné hnojenie	Kvalitatívne hnojenie	
	BBCH 20	BBCH 30	BBCH 51	
	N (kg.ha <sup>-1</sup> )	N (kg.ha <sup>-1</sup> )	N (kg.ha <sup>-1</sup> )	
1	0	0	0	0
2	80	50	30	160
3	100	70	30	200
4	120	90	30	240

## Výsledky a diskusia

V súčasnosti je vykonávaných veľa prác zameraných na optimalizáciu dusíkatej výživy kapusty repkovej pravej. Všeobecne prevláda názor, že výška úrody stúpa priamo úmerne so zvyšujúcou sa dávkou dusíka (Buttar et al., 2006). Toto potvrdzujú výsledky viacerých pokusov. V pokuse, ktorý vykonal Rathke–Schuster (2001) bol najväčší nárast úrody zaznamenaný na variantoch, kde sa dávky dusíka pohybovali v rozpätí 80 kg.ha<sup>-1</sup> – 160 kg.ha<sup>-1</sup>. Na variantoch, kde sa dávky dusíka pohybovali v rozpätí 160 kg.ha<sup>-1</sup> – 240 kg.ha<sup>-1</sup>, bol zaznamenaný len veľmi nízky nárast úrody. V inej štúdií bol zistený preukazný nárast úrody na variantoch hnojených zvyšujúcou sa dávkou dusíka v rozpätí 100 kg.ha<sup>-1</sup> – 150 kg.ha<sup>-1</sup> (Buttar et al., 2006). V ďalšom pokuse bolo zistené, že aplikácia celkovej dávky 240 kg.ha<sup>-1</sup> preukazne zvýšila úrodu semena kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Úroda na tomto variante predstavovala 3,38 t.ha<sup>-1</sup>, čo predstavuje nárast 15,75 % v porovnaní s druhou najvyššou dosi-

ahnutou úrodou z variantu hnojenom dávkou 120 kg.ha<sup>-1</sup> dusíka (Sielig et al., 2006). V iných pokusoch sa nepotvrdil priamo úmerný vzťah medzi dávkou dusíka a úrodou semena. Narits (2000) vo svojom pokuse zaznamenal najvyššiu úrodu na variante, kde bola aplikovaná najnižšia celková dávka 120 kg.ha<sup>-1</sup> N. Mirzashahi et al. (2010) zistili, že najvyššia dávka 240 kg.ha<sup>-1</sup> N nemala preukazný vplyv na výšku úrody. Podobné výsledky boli zaznamenané v pokuse realizovanom v pokusnom roku 2013–2014 v Mojmirovciach, časti Bačala (tab. 5). Najvyššia priemerná úroda 5,43 t.ha<sup>-1</sup> nebola dosiahnutá na variante 4, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka 240 kg.ha<sup>-1</sup>, ale na variante hnojenom dávkou 200 kg.ha<sup>-1</sup> N. Rozdiel je štatisticky vysoko preukazný. Najnižšia priemerná úroda 3,41 t.ha<sup>-1</sup> bola zaznamenaná na nehnojenom, kontrolnom variante. V porovnaní s variantom 4, kde bola dosiahnutá najvyššia úroda to predstavuje pokles o 59,24 %. Rozdiel je štatisticky vysoko preukazný.

**Tabuľka 5: Vplyv výživy dusíkom na výšku úrody kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala**

Variant	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )	
	2013–2014	Relatívne %
1	3,41 ± 0,20 aA	100,00
2	4,81 ± 0,00 bB	141,06
3	5,43 ± 0,02 cC	159,24
4	4,62 ± 0,00 bB	135,48
LSD varianty	0,05	0,31
	0,01	0,51

Rozdiely medzi variantmi sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (malé písmená) a  $\alpha = 0,01$  (veľké písmená)

Obsah oleja je najdôležitejší faktor kvality kapusty repkovej pravej, ktorý je ale v nepriamej úmere spojený s obsahom bielkovín (Brennan et al., 2000). Z toho vyplýva, že obsah oleja je v negatívnej korelácii s dávkou dusíka (Ahmad et al., 2007; Rathke et al., 2005; Söchtling–Verret, 2004). Toto tvrdenie potvrdzujú výsledky viacerých pokusov. Varga–Ducsay (2011) vo svojom pokuse zistili najvyšší obsah oleja 48,09 % na nehnojenom, kontrolnom variante. Taktiež Rathke et al. (2005) zaznamenal najnižší obsah oleja v semene (43,8 % – 44,1 %) pri najvyšších aplikovaných dávkach dusíka 160 kg.ha<sup>-1</sup> a 240 kg.ha<sup>-1</sup>, pričom najvyšší obsah oleja 47,25 % bol zistený na variante, kde nebol aplikovaný dusík. Podobne, v lokalite

Mojmirovce, časti Bačala v pokusnom roku 2013–2014, najvyšší priemerný obsah oleja 47,41 % bol dosiahnutý na nehnojenom, kontrolnom variante (tab. 6). Najnižší priemerný obsah oleja 45,91 % bol zaznamenaný na variante 3 hnojenom dávkou 160 kg.ha<sup>-1</sup> N. Naopak, výsledky iných pokusov indikujú, že dávka dusíka nemá preukazný vplyv na zníženie obsahu oleja (Dreccer et al., 2000; Mirzashahi et al., 2010). Narits (2010) zaznamenal najvyšší obsah oleja na variante hnojenom dávkou dusíka 120 kg.ha<sup>-1</sup>. Mirzashahi et al. (2010) vo svojom pokuse zistil najvyšší obsah oleja na variante, kde bola aplikovaná najvyššia dávka dusíka 180 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Tabuľka 6: Vplyv výživy dusíkom na obsah oleja v semene kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala**

Variant	Obsah oleja (%)	
	2013–2014	Relatívne %
1	47,41 ± 0,10 cB	100,00
2	45,91 ± 0,19 aA	96,84
3	45,96 ± 0,16 aA	96,94
4	46,77 ± 0,18 bB	98,65
LSD varianty	0,05	0,45
	0,01	0,74

Rozdiely medzi variantmi sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (malé písmená) a  $\alpha = 0,01$  (veľké písmená)

Vo výživárskych pokusoch sa udáva aj prepočet percentuálneho obsahu tuku na  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  – produkcia tuku semenom repky, ktorá je v úzkej korelácii s výškou úrody a obsahom tuku. Sýkora (2006) vo svojom pokuse zistil vysoký obsah oleja (49,6 % – 52,7 %) na variantoch hnojených iba dusíkom. Fábry et al. (1992) uvádza, že obsah oleja sa zvyšuje s dávkou dusíka od  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  do  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Po aplikácii vyšších dávok dusíka sa obsah oleja znižoval. Súčasne sa zvyšovala úroda a tým aj produkcia oleja z hektára. Najvyššia produkcia oleja z hektára ( $1,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) bola zaznamenaná na variante hnojenom celkovou dávkou dusíka  $223 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , kde bola zároveň dosiahnutá naj-

vyššia úroda  $4,04 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom to predstavuje nárast o  $640,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V percentuálnom vyjadrení je to nárast o 54,12 % (Varga–Ducsay, 2011). Podobné výsledky boli zistené v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala (tab. 7). Najnižšia priemerná produkcia oleja  $1,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  bola zaznamenaná na nehnojenom, kontrolnom variante a najvyššia priemerná produkcia oleja  $2,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  bola dosiahnutá na variante 3, kde bola zároveň dosiahnutá najvyššia priemerná úroda  $5,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom to v relatívnom percentuálnom vyjadrení predstavuje nárast o 54,39 %.

**Tabuľka 7: Vplyv výživy dusíkom na produkciu oleja v semene kapusty repkovej pravej (hybrid Artoga) v pokusnom roku 2013–2014 v lokalite Mojmirovce, časť Bačala**

Variant	Produkcia oleja ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	
	2013–2014	Relatívne %
1	1,62 ± 0,07 aA	100,00
2	2,21 ± 0,03 aA	136,42
3	2,49 ± 0,05 aA	153,70
4	2,16 ± 0,00 bB	133,33
LSD varianty	0,05	0,13
	0,01	0,22

Rozdiely medzi variantmi sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  (malé písmená) a  $\alpha = 0,01$  (veľké písmená)

## Záver

V poloprevádzkovom poľnom pokuse založenom v pestovateľskom roku 2013–2014 v podmienkach PD Mojmirovce, časti Bačala, bol sledovaný vplyv výživy dusíkom na výšku úrody, obsah a produkciu oleja kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.). Z hľadiska výšky úrody bola najefektívnejšia dávka dusíka  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Úroda z uvedeného variantu dosiahla  $5,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V porovnaní s nehnojeným, kontrolným variantom to v percentuálnom vyjadrení predstavuje

nárast o 59,24 %. Výsledky indikujú, že medzi dávkou dusíka a výškou úrody nie je pozitívna korelácia. Najvyšší priemerný obsah oleja 47,41 % bol zistený na nehnojenom, kontrolnom variante. Najvyššia priemerná produkcia oleja  $2,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  bola dosiahnutá na variante, kde bola dosiahnutá aj najvyššia priemerná úroda  $5,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Z výsledkov pokusu vyplýva, že produkcia oleja je v užšej závislosti od výšky úrody, ako od obsahu oleja.

## Použitá literatúra

- AHMAD G. – JAN A. – ARIF M. – JAN M.T. – KHATTAK R.A. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. In Journal of Zhejiang University Science B, vol. 8, no. 10, 2007. pp. 731–737.

- AMINPANA H. 2013. Effect of nitrogen rate on seed yield, protein and oil content of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 101, no. 2, 2013. pp. 183–190.
- BALINT T. – RENGEL Z. 2008. Nitrogen efficiency of canola genotypes varies between vegetative stage and grain maturity. In *Euphytica*, vol. 164, no. 2, 2008. pp. 421–432.
- BALÍK J. – PAVLÍKOVÁ D. – TLUSTOŠ P. – SÝKORA K. – ČERNÝ J. 2006. The fluctuation of molybdenum content in oilseed rape plants after the application of nitrogen and sulphur fertilizers. In *Plant, Soil and Environment*, vol. 52, no. 7, 2006. pp. 301–307.
- BARANYK P. – FÁBRY A. 2007. Řepka, pěstování, využití, ekonomika. Praha: Profi Press s.r.o. 208 p.
- BRENNAN R.F. – MASON M.G. – WALTON G.H. 2000. Effect of nitrogen fertilizer on the concentration of oil and protein in Canola (*Brassica napus*) seed. In *Journal of Plant Nutrition*, vol. 23, no. 3, 2000. pp. 339–348.
- BUTTAR G.S. – THIND H.S. – AUJLA M.S. 2006. Methods of planting and irrigation at various levels of nitrogen affect the seed yield and water use efficiency in transplanted oilseed rape (*Brassica napus* L.). In *Agricultural water manage*, vol. 85, no. 3, 2006. pp. 253–260.
- DRECCER M.F. – SCHAPENDONK A.H.C.M. – SLAFER G.A. – RABBINGE R. 2000. Comparative response of wheat and oilseed rape to nitrogen supply: absorption and utilisation efficiency of radiation and nitrogen during the reproductive stages determining yield. In *Plant Soil*, vol. 220, no. 1, 2000. pp. 189–205.
- FÁBRY A. et al. 1992. Olejniny. Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 80-7084-043- 9.
- HASSAN F. – MANAF A. – QADIR G. – BASRA S.M.A. 2007. Effects of sulphur on seed yield, oil, protein and glucosinolates of Canola cultivars. In *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 9, no. 3, 2007. pp. 504–508.
- MIRZASHAHI K. – PISHDARFARADANEH M. – NOURGHOLIPOUR F. 2010. Effects Different Rates of Nitrogen and Sulphur Application on Canola Yield in North of Khuzestan. In *Journal of Research in Agricultural Science*, vol. 6, no. 2, 2010. pp. 107–112.
- 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*). In *Agronomy Research*, vol. 8, no. 3, 2010. pp. 671–686.
- ORLOVIUS K. – KIRGBY E.A. 2003. Fertilizing for High Yield and Quality Oilseed rape. International Potash Institute. pp. 123.
- RATHKE G.W. – CHRISTEN O. – DIEPENBROCK W. 2005. Effects of nitrogen sources and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotation. In *Field Crops Research*, vol. 94, no. 2-3, 2005. pp. 103–113.
- RATHKE G.W. – SCHUSTER C. 2001. Einfluss der düngerform auf ertrag und ölgehalt von winterraps. In: Diepenbrock W. (ed.) *Gestaltung der anbauverfahren landwirtschaftlicher kulturpflanzen*. Shaker verlag Aachen, berichte aus der landwirtschaftlicher. pp. 1–3.
- SIELIG K. – BRASE T. – SVIB V. 2006. Residual effects of different N fertilizer treatments on growth, N uptake and yield of oilseed rape, wheat and barley. In *European Journal of Agronomy*, vol. 25, no. 1, 2006. pp. 40–48.
- SÖCHTLING H.P. – VERRET J.A. 2004. Effects of different cultivation systems (soil management and nitrogen fertilization) on the epidemics of fungal diseases in oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*). In *Journal of Plant Disease and Protection*, vol. 111, no. 1, 2004. pp. 1–29.
- STITT M. – MULLER C. – MATT P. – GIBON Y. – CARILLO P. – MORCUENDE R. – SCHEIBLE W.R. – KRAPP A. 2002. Steps towards an integrated view of nitrogen metabolism. In *Journal of Experimental Botany*, vol. 53, no. 370, 2002. pp. 959–970.
- SÝKORA K. 2006. *Utilizace dusíku a síry rostlinami ozimné řepky a kvalita produkce po aplikaci N-S hnojiv*. Praha: ČZU v Praze. 135 p.
- VARGA P. – DUCSAY L. 2011. *Optimalizácia hnojenia kapusty repkovej pravej formy ozimnej (Brassica napus L.) dusíkom, sírou a bórom*. Nitra: SPU v Nitre. 83 p.
- WALCH-LIU P. – NEUMANN G. – BANGERTH F. – ENGELS C. 2000. Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco. In *Journal of Experimental Botany*, vol. 51, no. 343, 2000. pp. 227–237.

## Kontaktná adresa

Doc. Dr. Ing. Ladislav Ducsay, Katedra agrochémie a výživy rastlín, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: ladislav.ducsay@uniag.sk

Práca vznikla za podpory grantového projektu VEGA č. 1/0544/14, riešený na Katedre agrochémie a výživy rastlín.

