

HODNOCENÍ VÝNOSU ODRŮD ŘEPKY OZIMÉ S VYSOKÝM OBSAHEM KYSELINY OLEJOVÉ V PODMÍNKÁCH RŮZNÉ ÚROVNĚ HNOJENÍ DUSÍKEM

Evaluation of yielding of high oleic forms of winter oilseed rape in conditions of different nitrogen fertilization level

Franciszek WIELEBSKI, Stanisław SPASIBIONEK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin - PIB, Oddział w Poznaniu

Abstract: The paper presents the reaction of three genotypes with changed fatty acid composition (PN 412 and PN 438 - developed through mutagenesis and the line PN 1261 developed through selection of inbred lines population) and two currently grown varieties (open pollinated variety Starter and hybrid restored variety Poznaniak), on two spring nitrogen doses (100 and 180 kg N.ha⁻¹). The effect of spring nitrogen fertilization on yield and quantitative characters of seeds and oil of all cultivars studied in the experiment was similar. Increasing nitrogen dose from 100 to 180 kg N.ha⁻¹ caused an increase of seed yield (average of 9%) and a significant reduction of crude fat content in seeds, however had not significant effect on fatty acids content in oil. Independently from the dose of nitrogen the high oleic lines: PN 412, PN 438 and PN 1261 yielded not significantly better (about 3-8 %) than open pollinated variety Starter (4.31 t.ha⁻¹), but significantly lower (except the line PN 412) than the hybrid restored variety Poznaniak (5.13 t.ha⁻¹). In relation to both open pollinated varieties (Starter and Poznaniak F1) forms with changed fatty acid composition (PN 412, PN 438 and PN 1261) had a significantly higher content of oleic acid (respectively 72.9, 72.6 and 73.0%), lower content of linoleic (10.9, 11.4 and 11.8%), linolenic (8.88, 8.83 and 7.61%) and palmitic acid (3.94, 3.76 and 3.96%).

Key words: winter rapeseed, nitrogen fertilization, fatty acid composition, high oleic lines

Souhrn: Práce představuje reakci třech vyšlechtěných forem řepky se změněným obsahem mastných kyselin (PN 412 a PN 438 – získaných cestou mutagenese a linie PN 1261 – získané výsledkem rekombinačního šlechtění) a dvou v současnosti pěstovaných odrůd (liniové Starter a restaurovaného hybridu Poznaniak) na aplikaci dvou jarních dávek dusíku (100 a 180 kg N.ha⁻¹). Vliv úrovně jarního hnojení dusíkem na výnos a kvalitativní vlastnosti semen a oleje veškerých zkoumaných forem řepky byl stejný. Navýšení dávky dusíku ze 100 na 180 N.ha⁻¹ způsobilo nárůst výnosu (v průměru 9 %), průkazně snížilo obsah oleje v semenech a neprůkazně změnilo obsah mastných kyselin v oleji. Bez ohledu na dávku dusíku dosahovaly linie s vysokým obsahem kyseliny olejové PN 412, PN 438 a PN 1261 neprůkazně vyššího výnosu (o 3 – 8 %) oproti liniové odrůdě Starter (4,31 t.ha⁻¹), ale také průkazně nižšího výnosu (s výjimkou linie PN 412) oproti hybridní odrůdě Poznaniak (5,13 t.ha⁻¹). Oproti oběma odrůdám (Starter a Poznaniak F1) vykazovaly linie se změněným obsahem mastných kyselin (PN 412, PN 438 a PN 1261) průkazně vyšší obsah kyseliny olejové (72,9, 72,6 a 73,0 %), nižší obsah kyseliny linolové (10,9, 11,4 a 11,8 %), linolenové (8,88, 8,83 a 7,61 %) i palmitové (3,94, 3,76 a 3,96 %).

Klíčová slova: řepka ozimá, hnojení dusíkem, složení mastných kyselin, vysoký obsah kyseliny olejové, linie

Úvod

Řepka je jednou z hlavních rostlin bohatých na olej a bílkoviny na světě. Výsledkem intenzivního kvalitativního šlechtění v posledních 50-ti letech vzrostla užitná hodnota semen této rostliny, která představuje významnou surovinu tukového a potravinářského průmyslu. O užitné hodnotě semen rozhoduje nejen jejich množství, ale také v nich obsažený olej a bílkoviny. Základním kritériem posouzení kvality oleje je složení mastných kyselin, na které má významný vliv především genetický faktor (Krzymański i in. 2009, Jędrzejak i in. 2005, Wielebski 2009), vlhkostně-teplotní a agronomické podmínky (Przeździecki i in. 1988, Muśnicki i in. 1999, Tys 2009).

Za pomoci šlechtění byla eliminována v oleji obsažená kyselina eruková, vzhledem k jejím špatným nutričním a technologickým vlastnostem, a došlo zde k navýšení obsahu osmnáctiuhlíkových nenasycených kyselin, zejména mononenasycené kyseliny olejové a polynenasycených kyselin linolové a linolenové (Krzymański 1993). V Polsku i ve světě pokračuje intenzivní výzkum pro získání odrůd řepky s různým obsahem mastných kyselin, pro různé možnosti využití (Spasibionek 2006). Podíl popsáných mastných kyselin rozhoduje o způsobu využití oleje. Současná strategie lidské výživy je směřována na redukci nasycených kyselin v lidské stravě a zvýšení konzumace tuků ob-

sahujících mnoho mononenasycené kyseliny olejové (Bartkowiak-Broda 2009).

Na katedře genetiky a šlechtění olejnin IHAR-PIB v Poznani byly získány cestou chemické mutagenese a rekombinačního šlechtění genotypy o změněných parametrech mastných kyselin v oleji semen. Výsledkem selekce bylo získání genotypů o vysoké hodnotě kyseliny olejové (do 78 %) typu HO (ang. high oleic), oleje přirozeně stabilního, nepodléhajícího rychlým oxidačním procesům. Genotypy mající vlastnosti dvounulové řepky představují základ šlechtění tohoto typu odrůd řepky ozimé. V roce 2013 byla přihlášena první odrůda tohoto typu do registračních pokusů COBORU (pozn. polský ÚKZÚZ).

Vhodná technologie pěstování musí mimo podmínky tvorby výnosu, rovněž zajistit podmínky tvorby výnosu o požadované kvalitě, která je určena genotypem odrůdy. Současně je šlechtitelskou prací realizován výzkum cílený na získání reakce nových odrůd řepky k hlavním faktorům agrotechniky a prostředí. Agrotechnické faktory jako je výnos a kvalita získaných semen a oleje ovlivňuje nejvíce hladina jarní dávky dusíku (Muśnicki i in. 1999, Kotecki in. 2001).

Cílem výzkumu bylo zjištění vlivu hnojení dusíkem na výnos a užitnou hodnotu semen řepky o vysokém obsahu kyseliny olejové.

Materiál a metody

Přesné dvoufaktorové polní pokusy v systému losovaných bloků byly realizovány ve vegetačním období 2012/13 v podmínkách lehkých půd v Maľyszynie (N 52°44' E 15°10'). V pokusu byla sledována reakce třech vyšlechtěných forem řepky o vysokém obsahu kyseliny olejové (PN 412 a PN 438 - získané cestou mutagenese a linii PN 1261 - získané rekombinačním šlechtěním) a dvou v současnosti pěstovaných odrůd (liniové Starter a restaurovaného hybridu Poznaniak), na dvě jarní dávky dusíku (100 a 180 kg N·ha⁻¹).

Na jaře byl podle schématu pokusu dusík aplikován ve formě dusičnanu amonného v jedné dávce (100 kg N·ha⁻¹) ve fázi počátku prodlužovacího růstu (BBCH 30), a ve vyšší dávce dusíku (180 kg N·ha⁻¹) rozdělené na dvě části, kdy druhá část byla aplikována na počátku kvetení (BBCH 51). Ve sklizených semenech řepky byl stanoven obsah oleje a přesná analýza obsahu mastných kyselin. Povětrnostní podmínky v době vegetace se značně lišily od víceletého průměru (tabulka 1).

Tab.1. Odchytky teplot a srážek od víceletého průměru za období vegetace řepky v Maľyszynie v roce 2012/13.

Měsíc	Teplota		Srážky	
	odchylka od víceletého průměru, °C	průměr °C 1957-2012	odchylka od víceletého průměru, %	průměr (mm) 1957-2012
VIII	0,5	17,7	109,2	53
IX	0,9	13,4	-37,6	45
X	-0,2	8,7	-9,7	36
XI	1,1	3,7	11,4	44
XII	-1,3	0,4	-40,2	46
I	-0,2	-1,1	35,9	39
II	0,1	-0,4	25,0	28
III	-5,2	3,4	-42,6	35
IV	0,7	7,5	-35,5	38
V	1,2	13,1	85,3	47
VI	0,7	16,2	15,5	73
VII	1,6	18,2	-20,3	59
podle Klatta*	1,1	13,8*	8,0	225*
Průměr období: podzimu **	0,6	8,74	-12,3	122,5
zimy***	-1,6	0,30	-8,4	136,1
jara****	0,9	12,89	24,0	152,4

* optimální hodnoty podle Klatta; ** IX - XI; *** XII - III; **** IV - VI

Výsledky pokusů

Příznivé hydrotermické podmínky v období podzimní vegetace způsobily, že rostliny měly čas vytvořit před zimou silné růžice, takže i přes velké poklesy teplot a dlouhou zimu, sledované linie řepky dobře přezimovaly, průměrně na úrovni 90 %. Nebyly zjištěny významné rozdíly v přezimování řepky s vysokým obsahem kyseliny olejové, které přezimovaly dokonce nepatrně lépe než v současnosti pěstované odrůdy (tabulka 2).

Úroveň jarního hnojení dusíkem (100 a 180 kg N·ha⁻¹) neměla významný vliv na vývoj rostlin obzvláště ve fázi kvetení řepky, resp. termínu počátku, konce a času kvetení. Významné rozdíly v průběhu kvetení byly mezi odrůdami (tabulka 3). Nejranější kvetení nastalo u liniové odrůdy Starter a u odrůdy se zvýšeným obsahem kyseliny olejové PN 438, nejpozději kvetla linie s vysokým obsahem kyseliny olejové PN 412 a restaurovaný hybrid Poznaniak. Posledně jmenovaný pak nejdříve ukončil kvetení a vyznačoval se

nejkratší dobou kvetení. Nejpozději končily fázi kvetení a nejdéle kvetly linie řepky o vysokém obsahu kyseliny olejové.

Jarní hnojení dusíkem mělo pouze nevýznamný vliv na vnější znaky sklizených rostlin (výška rostlin, počet větví a polehnutí porostu), významné rozdíly však byly mezi sledovanými liniemi řepky. Bez ohledu na použitou dávku dusíku byly rostliny před sklizní nejnižší u liniové odrůdy Starter. Linie řepky s vysokým obsahem kyseliny olejové byly oproti ní nevýznamně vyšší a také se nevýznamně lišily výškou od restaurovaného hybridu Poznaniak. Nejmenší počet větví na rostlině tvořila linie řepky s vyšším obsahem kyseliny olejové PN 412, oproti níž významně většího počtu větví dosahovala hybridní odrůda Poznaniak a linie řepky s vysokým obsahem kyseliny olejové PN 1261. V náchylnosti k polehání nebyl u sledovaných forem zaznamenán rozdíl, což potvrzují hodnoty polehnutí porostu (tabulka 3).

Tabulka 2. Přezimování a počet rostlin zkoumaných forem vyselektovaných odrůd řepky ozimé

Odrůda	Hodnocení vzházení (1-9)	Počet rostlin před zimou na m ²	Přezimování %	Hodnocení rostlin po zimě (1-9)	Počet rostlin před sklizní na m ²
Starter	8,88	60,1	89,6	7,00 bc	53,3
PN 412	8,63	46,5	93,2	7,12 bc	43,3
PN 438	9,00	49,6	93,9	7,50 c	46,5
PNZ 1261	8,75	48,6	91,3	6,75 b	44,7
Poznaniak F ₁	8,50	46,5	90,8	7,0 bc	41,6
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	0,56	ni

Tabulka 3. Vliv sledovaných faktorů na kvetení a vnější znaky rostlin před sklizní

Faktor	Počátek kvetení*	Konec kvetení*	Počet dnů kvetení	Výška rostlin	Počet větví	Polehnutí porostu
Dávka dusíku [kg N·ha⁻¹]						
100	128,4	149,0	20,5	144,7	6,45	72,1
180	128,5	149,2	20,8	146,9	6,55	70,8
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Odrůda						
Starter	127,0 a	146,6 b	19,6 b	134,9 a	6,57 ab	63,2
PN 412	130,0 c	151,1 c	21,1 b	148,5 b	5,28 a	75,2
PN 438	127,0 a	151,2 c	24,2 c	148,2 b	6,01 ab	70,4
PN 1261	128,5 b	151,5 c	23,0 c	146,0 b	7,05 b	75,0
Poznaniak F ₁	130,0 c	145,1 a	15,1 a	151,3 b	7,60 b	73,9
NIR _{0,05}	0,94	1,37	1,81	7,22	1,73	ni
NIR dla inter	ni	ni	ni	ni	ni	ni

*spočteno počtem dnů od počátku roku

Jarní hnojení dusíkem mělo významný vliv na výnos semen sledovaných forem řepky (tabulka 4). Navýšení dávky dusíku ze 100 na 180 kg N·ha⁻¹ zapříčinilo v průměru 9% nárůst výnosu semen. Interakce mezi dávkou dusíku a odrůdou byla potvrzena. Veškeré sledované linie řepky reagovaly navýšením výnosu (6 – 16 %) na zvýšenou dávku dusíku. Bez ohledu na dávkou dusíku se projevil velký rozdíl ve výnosu mezi sledovanými liniemi řepky. Vyšlechtěné linie s vysokým obsahem kyseliny olejové měly nevýznamně lepší výnos (o 3 – 8 %) oproti liniové odrůdě Starter (4,31 t·ha⁻¹), ale významně nižší výnos (s výjimkou linie PN 412) oproti hybridní odrůdě Poznaniak (5,13 t·ha⁻¹).

Úroveň dusíku pouze nevýznamně ovlivňovala prvky struktury výnosu: počet šesulí na rostlině, počet semen v šesuli a hmotnost 1000 semen. Prvky výnosu se významně lišily mezi sledovanými odrůdami. Nejvyšší počet šesulí na jedné rostlině vykazoval restaurovaný hybrid Poznaniak, přičemž se počtem šesulí významně lišil pouze od mutagenézí získané linie PN 412, jejíž šesule obsahovaly semena o nejvyšší hmotnosti 1000 semen. Nejméně semen v šesuli měla liniová odrůda Starter a nejvyšší počet semen v šesuli restaurovaný hybrid Poznaniak. Linie PN 1261 měla semena o nejmenší hmotnosti.

Tabulka 4. Vliv sledovaných faktorů na výnos a prvky struktury výnosu

Faktory	Výnos semen		Počet šesulí na rostlině [ks]	Počet semen v šesuli [ks]	Hmotnost 1000 semen [g]
	t·ha ⁻¹	rel			
Dávka dusíku [kg N·ha⁻¹]					
100	4,42 a	100	128,0	23,0	4,97
180	4,82 b	109	133,9	24,1	5,11
NIR _{0,05}	0,329		ni	ni	ni
Odrůda					
Starter	4,31 a	100	146,6 ab	21,6 a	4,99 b
PN 412	4,68 ab	108	106,5 a	23,1 ab	5,51 d
PN 438	4,42 a	103	117,1 ab	24,6 ab	5,13 c
PNZ 1261	4,55 a	106	125,7 ab	23,3 ab	4,62 a
Poznaniak F ₁	5,13 b	119	158,8b	25,3 b	4,93 b
NIR _{0,05}	5,49		44,3	3,56	0,16
NIR dla inter	ni		ni	ni	ni

Navýšení dávky dusíku ze 100 na 180 kg N·ha⁻¹ významně snížilo obsah oleje v semenech a nevýznamně pozměnilo složení mastných kyselin v oleji sledovaných typů odrůd řepky. Více než dávkou dusíku byly sledované kvalitativní parametry semen a oleje ovlivněny odrůdou. Podstatně více oleje obsahovaly semena linie s vysokým

obsahem kyseliny olejové PN 1261 (46,1 %). Ostatní linie se změnami parametry mastných kyselin (PN 412 a PN 438) obsahovaly oleje (42,2 a 42,3 %) podstatně méně než restaurovaný hybrid Poznaniak (43,8 %) nebo se významně nelišily od liniové odrůdy Starter (42,8 %). Z pohledu restaurovaného hybridu Poznaniak a liniové odrůdy Star-

ter, odrůdy o změněných parametrech mastných kyselin (PN 412, PN 438 i PN 1261) měly vyšší obsah kyseliny olejové (72,9, 72,6 i 73,0 %), nižší obsah kyseliny linolové (10,9, 11,4 i 11,8 %), linolenové (8,88, 8,83 i 7,61 %) a

palmitové (3,94, 3,76 i 3,96 %). Zkoumané typy řepky se významně nelišily obsahem kyseliny arachidonové a erukové.

Tab. 5. Vliv sledovaných faktorů na obsah oleje a složení mastných kyselin v oleji odrůd řepky ozimé

Faktor	[%] oleje	Mastné kyseliny [%]						
		C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{21:1}	C _{22:1}
Dávka dusíku - [kg N·ha⁻¹]								
100	43,9 b	4,18	1,85	69,3	14,0	9,10	1,48	0,11
180	43,0 a	4,16	1,88	69,1	14,3	9,15	1,38	0,02
NIR _{0,05}	0,64	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Odrůdy								
Starter	42,8 a	4,61 c	1,65 a	63,2 a	18,5 b	10,6 d	1,38	0,04
PN 412	42,2 a	3,94 ab	1,91 bc	72,9 b	10,9 a	8,88 b	1,44	0,01
PN 438	42,3 a	3,76 a	1,84 b	72,6 b	11,4 a	8,84 b	1,56	0,11
PNZ 1261	46,1 c	3,96 b	1,99 c	73,0 b	11,9 a	7,61 a	1,50	0,16
Poznaniak F ₁	43,8 b	4,59 c	1,94 c	64,2 a	18,3 b	9,71 c	1,26	0,01
NIR _{0,05}	0,70	0,18	0,09	1,81	1,15	0,47	ni	ni
NIR dla inter	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
C _{16:0} - palmitová C _{18:3} - linolenová		C _{18:0} - stearová C _{21:1} - arachidonová		C _{18:1} - olejová C _{22:1} - eruková		C _{18:2} - linolová		

Závěr

- Vliv úrovně jarního hnojení dusíkem na výnos a kvalitativní parametry semen a oleje veškerých zkoušených forem řepky ozimé byl stejný. Navýšení dávky dusíku ze 100 na 180 kg N·ha⁻¹ způsobilo nárůst výnosu semen (v průměru 9 %) a významně snížilo obsah oleje v semenech, nevýznamně změnilo složení mastných kyselin v oleji, vnější znaky rostlin před sklizní a prvky výnosu.
- Bez ohledu na dávku dusíku se projevíly významné rozdíly mezi odrůdami. Linie s vysokým obsahem kyseliny olejové PN 412, PN 438 a PN 1261 dosahovaly neprůkazně vyššího výnosu (o 3 – 8 %) v porovnání s liniovou odrůdou Starter (4,31 t·ha⁻¹), ale současně (s výjimkou linie PN 412) průkazně nižšího výnosu oproti hybridní odrůdě Poznaniak (5,13 t·ha⁻¹).
- Oproti oběma odrůdám (Starter i Poznaniak F₁) vykazovaly linie se změněným obsahem mastných kyselin (PN 412, PN 438 a PN 1261) průkazně vyšší obsah kyseliny olejové (72,9, 72,6 a 73,0 %), nižší obsah kyseliny linolové (10,9, 11,4 a 11,8 %), linolenové (8,88, 8,83 a 7,61 %) i palmitové (3,94, 3,76 a 3,96 %).
- Linie řepky se změněným obsahem mastných kyselin vykazovaly dobrou zimovzdornost.

Použitá literatura

- Bartkowiak-Broda I. 2009. Nowe odmiany rzepaku, nowa jakość oleju. W: Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda. Teraz rzepak Teraz olej. Krzymański J. (red). Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, II: 7-24.
- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na profil kwasów tłuszczowych oleju rzepaku jarego. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XXVI (1): 139-148.
- Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniołowski K. 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XXII (1): 81-89.
- Krzymański J. 1993. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami oleistymi w Polsce. Postępy Nauk Rolniczych, 5/245: 7-14.
- Krzymański J. 2009. Skład chemiczny oleju rzepakowego na tle innych olejów roślinnych. W: Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda. Teraz rzepak Teraz olej. Krzymański J. (red). Wyd. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, II: 47-56.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, XX (2): 459-469.
- Przeździecki Z. I in. 1988. Badania skuteczności kilku herbicydów stosowanych w rzepaku jarym oraz ich wpływ na plon i skład chemiczny nasion. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. 45: 203-213.
- Spasibonek S. 2006. New mutants of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) with changes fatty acid composition. Plant Breeding 125: 259-267.
- Tys. J. 2009. Wpływ warunków produkcji i obróbki pozbirowej nasion rzepaku na jakość plonu. Mat. monograficzne pt. Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda. Teraz rzepak Teraz olej. Krzymański J. (red), Wyd. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju, Warszawa, Tom II: 25-30.
- Wielebski F. 2009. Reakcja różnych typów hodowlanych odmian rzepaku ozimego na poziom stosowanej agrotechniki. II. Jakość zbieranego plonu. Rośliny Oleiste-Oilseed Crops, XXX, 1: 91-102.

Z polštiny přeložil Ing. Petr Pšenička, Ph.D. a jazykově doladila Ing. Lucie Bečková, Ph.D.