

## WPLYW NAWOŻENIA SIARKĄ, MAGNEZEM I AZOTEM NA PLONOWANIE I STRUKTURĘ PLONU LNIANKI JAREJ I KATRANU ABISYŃSKIEGO

*Wojciech Budzyński, Krzysztof Jankowski*

Katedra Produkcji Roślinnej,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

### Wstęp

Nasiona lnianki jarej i katranu abisyńskiego zawierają od 30 do 40% tłuszczu surowego. W oleju katranu dominującym kwasem tłuszczowym jest kwas erukowy (ok. 60%), a w oleju lnianki linolenowy – 20–30% [NIEWIADOMSKI 1984; KULIG i in. 1996; MUŚNICKI i in. 1997; JANKOWSKI, ZADERNOWSKI 1999]. Ze względu na skład kwasów tłuszczowych nasiona tych gatunków mogą być wykorzystywane do produkcji olejów: spożywczego (lnianka jara) i technicznego (katran abisyński i lnianka jara). Plon lnianki jarej i katranu abisyńskiego w korzystnych warunkach siedliskowych może sięgać 30 dt nasion z ha dając ok. 10–14 dt tłuszczu z ha. Produktywność lnianki i katranu, w warunkach Polski jest niższa, nawet o ok. 60–70%, od wydajności tłuszczu rzepaku ozimego [MUŚNICKI i in. 1997], często jednak może przewyższać wydajnością rzepak jary [DEMBIŃSKI i in. 1962; MUŚNICKI i in. 1997].

Znaczenie lnianki jarej i katranu abisyńskiego jest niestety ograniczone dużą zmiennością plonowania – współczynnik zmienności plonów sięga 60–65% – w rzepaku ozimym jest on o połowę mniejszy [MUŚNICKI i in. 1997].

Celem badań było określenie wpływu różnych sposobów przedsiewnego (NPKS, NPKMg) i pogłównego (N) nawożenia na plonotwórcze cechy pokroju roślin i plonowanie lnianki jarej i katranu abisyńskiego.

### Materiał i metody

Doświadczenia polowe z lnianką jarą i katranem abisyńskim realizowano w latach 1997–1998 na polach ZPD w Bałcynach. Doświadczenia założono metodą podbloków równoważnych (split-plot) w 3 powtórzeniach, wg następującego schematu:

**Czynnik I rzędu:** sposób nawożenia przedsiewnego: (1) siarka w dawce 25 kg·ha<sup>-1</sup>; (2) magnez w dawce 5 kg·ha<sup>-1</sup>. Poziom przedsiewnego nawożenia azotem, fosforem i potasem był stały w doświadczeniu (40 N, 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 55 kg K<sub>2</sub>O). Siarkę i magnez stosowano w postaci nawozów wieloskładnikowych (NPKS lub NPKMg).

**Czynnik II rzędu:** sposób pogłównego nawożenia azotem: (a) kontrola – bez azo-

tu; (b) 20 kg N·ha<sup>-1</sup> (mocznik – forma stała); (c) 40 kg N·ha<sup>-1</sup> (mocznik – forma stała); (d) 35 kg N·ha<sup>-1</sup> (mocznik – forma stała) + 5 kg N (wodny roztwór mocznika). Poglówne nawożenie azotem w formie mocznika stosowano na początku pąkowania roślin, zaś wodny roztwór mocznika (5%) aplikowano dolistnie w pełni pąkowania.

Doświadczenia lokalizowano na glebie płowej typowej, średniopylastej wytworzonej z gliny lekkiej, kompleksu pszennego dobrego. Zasobność gleby w makroelementy była następująca: 13,6–14,0 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 15,0–15,5 mg K<sub>2</sub>O; 7,6–9,7 mg Mg na 100 g gleby. Odczyn gleby był lekko kwaśny (pH 6,2–6,5 w w roztworze KCl o stężeniu 1 mol·dm<sup>-3</sup>). Przedplonem było pszenżyto ozime uprawiane po pszenicy ozimej. Po zbiorze przedplonu wykonano zespół uprawek późniejszych, a następnie orkę zimową. Nasiona lnianki jarej i katroanu abisyńskiego wysiewano pod koniec 3 dekady kwietnia w ilości: 300 kiełkujących nasion lnianki jarej i 100 kiełkujących owoców katroanu abisyńskiego na 1 m<sup>2</sup> poletka. Nasiona obu gatunków wysiewano na poletkach o powierzchni 7,5 m<sup>2</sup>, w rozstawie 20 cm. Katran abisyński i lniankę jarą zbierano dwuetapowo w 2 dekadzie sierpnia.

Masę 1000 nasion (lnianka jara) lub owoców (katran abisyński) oraz plon podano przy 13% wilgotności.

## Wyniki badań

### Układ warunków klimatycznych

W 1997 roku układ warunków wilgotnościowo-termicznych był korzystny dla wzrostu i rozwoju jarych roślin oleistych. Średniodobowa temperatura jedynic w kwietniu i sierpniu nieznacznie odbiegała od średniej wieloletniej (tab. 1). Opady atmosferyczne w okresie wschodów, pąkowania i początku kwitnienia lnianki i katroanu (maj, czerwiec) utrzymywały się na poziomie średniej wieloletniej. W pełni kwitnienia i w okresie dojrzewania roślin (lipiec) zanotowano opady przewyższające prawie 2,5-krotnie średnią wieloletnią (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Układ warunków wilgotnościowo-termicznych  
Pattern of weather conditions

Lata badań; Years of studies	Miesiące; Months					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Średniodobowa temperatura powietrza; Daily mean temperature (°C)						
1997	2,1	4,0	11,4	15,7	16,9	18,3
1998	0,4	9,0	13,3	16,2	16,3	15,2
Średniodobowa temperatura (1961–1990) Daily mean temperature (1961–1990)	1,2	9,0	12,4	15,7	16,9	16,5
Opady atmosferyczne; Precipitation (mm)						
1997	31,2	22,6	99,0	71,7	187,6	25,1
1998	38,1	44,5	58,3	141,9	57,5	58,3
Suma miesiąca opadów (1961–1990) Monthly precipitation (1961–1990)	27,4	35,2	56,7	68,3	81,3	78,1

W 1998 roku średniodobowa temperatura powietrza w okresie wegetacji lnianki i katroanu nie odbiegała istotnie od średniej wieloletniej. Opady atmosferyczne przed siewem i w okresie wschodów również utrzymywały się na poziomie średniej z wielolecia. Pąkowanie i kwitnienie roślin, przebiegało w warunkach obfitych opadów (2-krotnie wyższych od średniej wieloletniej), (tab. 1). Rośliny lnianki jarej i katroanu w 1998 roku były niższe, słabiej rozgałęzione, wiązały mniej owoców oraz znacznie niżej plonowały niż w 1997 roku.

### Katran abisyński

Sposób nawożenia przedsiewnego (NPKS, NPKMg) oraz pogłównego (N) nie różnicował głównych cech pokroju roślin plonujących katroanu abisyńskiego (tab. 2). Katran wytworzył pędy o średnicy (u nasady) ok. 8–9 mm i długości ok. 100 cm. Małe zagęszczenie roślin na 1 m<sup>2</sup> spowodowało silne ich rozgałęzienie (12–15 rozgałęzień owoconośnych na roślinie). W latach badań katran odznaczał się dużą odpornością na wyleganie. Ugięcie łanu nie przekraczało 11% i nie było różnicowane sposobem przedsiewnego i pogłównego nawożenia (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Pokrój roślin plonujących katroanu abisyńskiego  
Morphological features of crambe plants

Nawożenie przedsiewne Before sowing fertilization	Nawożenie pogłowne azotem (kg·ha <sup>-1</sup> )* Nitrogen top dressing (kg per ha)*				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
Wysokość roślin przed zbiorem; Plant height before harvesting (cm)					
NPKS	104	99	102	102	102
NPKMg	103	101	99	102	101
Średnio; Mean	104	100	100	102	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Grubość łodyg u nasady; Stem base diameter (cm)					
NPKS	8,6	8,7	9,3	7,8	8,6
NPKMg	9,0	8,3	8,3	9,1	8,7
Średnio; Mean	8,8	8,5	8,8	8,5	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba rozgałęzień owoconośnych na roślinie (szt.); Number of fruits bearing branches per plant					
NPKS	13,5	12,9	15,2	13,7	13,8
NPKMg	13,7	12,4	11,8	14,0	13,0
Średnio; Mean	13,6	12,6	13,5	13,8	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Ugięcie łanu; Stand deflection (%)					
NPKS	8,9	7,1	9,5	8,1	8,4
NPKMg	8,4	5,1	10,1	8,2	7,9
Średnio; Mean	8,6	6,1	9,8	8,1	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

\* – opis w metodyce; described in methods  
r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

Elementy struktury plonu klatranu abisyńskiego nie były różnicowane sposobem przedsięwzięcia i pogłównego nawożenia (tab. 3). Zagęszczenie łanu klatranu przed zbiorom wynosiło od 37 do 41 roślin na 1 m<sup>2</sup>. Silnie rozgałęziony klatran wiązał dużą liczbę owoców (od ok. 300 do 510 szt.) na roślinie. Siarka aplikowana przedsięwzięcia korzystniej, niż magnez, wpływała na liczbę wykształczonych owoców przez rośliny. Azot stosowany pogłownie (20, 40 kg·ha<sup>-1</sup>) zwiększał intensywność owocowania (wyrażoną liczbą owoców na roślinie) i dorodność owoców (zwiększał MTN). Największy przyrost masy owoców, w stosunku do kontroli, obserwowano na dawce 20 kg N·ha<sup>-1</sup>. Wzrost pogłownej dawki azotu do poziomu 40 kg·ha<sup>-1</sup> powodował obniżenie masy 1000 owoców, w stosunku do dawki 20 kg N·ha<sup>-1</sup>. Dwukrotna aplikacja azotu (35+5) obniżała masę owoców, w stosunku do jednokrotnej dawki (40), (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Elementy struktury plonu klatranu abisyńskiego  
Yield components of crambe

Nawożenie przedsięwzięcia Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłowne azotem (kg·ha <sup>-1</sup> )* Nitrogen top dressing (kg per ha)*				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
Liczba roślin plonujących (szt. na m <sup>2</sup> ); Number of yielding plants per 1 m <sup>2</sup>					
NPKS	38	41	38	34	38
NPKMg	37	34	38	40	37
Średnio; Mean	38	38	38	37	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba owoców na roślinie (szt.); Fruits number per plant					
NPKS	297	388	453	508	412
NPKMg	415	390	383	430	405
Średnio; Mean	356	389	418	469	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Masa 1000 owoców; Weight of 1000 fruits (g)					
NPKS	6,57	6,78	6,81	6,72	6,72
NPKMg	6,82	7,05	6,72	6,69	6,82
Średnio; Mean	6,69	6,92	6,77	6,70	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

\* - opis w metodyce; described in methods

r.n. - różnice nieistotne; not differences significant

Plonowanie klatranu abisyńskiego było bardzo zmienne w latach (tab. 4). W 1997 roku plon klatranu wynosił 9,7–14,8 dt·ha<sup>-1</sup>. W 1998 roku klatran plonował na poziomie ok. 50% plonu z roku 1997. Plonotwórczy wpływ pogłownego stosowania azotu był widoczny tylko w warunkach wysokiego plonowania klatranu, tj. w 1997 roku. W tym roku badań najniższe plony uzyskano, ograniczając nawożenie klatranu tylko do przedsięwzięcia (bez pogłownego stosowania azotu – 0). Azot zastosowany doglebom (mocznik w formie stałej) w dawce 20 i 40 kg·ha<sup>-1</sup> powodował, w stosunku do obiektu kontrolnego, istotny przyrost (o ok. 28–38%) plonu owoców. Podział pogłownej dawki azotu (35 + 5) i zastosowanie części w formie wodnego roztworu mocznika był bardziej plonotwórczy niż jej jednorazowa aplikacja (tab. 4). Plonotwórcze działanie nawożenia przedsięwzięcia (NPKS,

NPKMg) było uzależnione od poziomu pogłównego nawożenia azotem. W warunkach braku pogłównego nawożenia azotem znacznie lepszy efekt plonotwórczy uzyskano stosując przedsięwzięcie NPKMg. Lepsze plonotwórcze działanie siarki (NPKS) było widoczne w obiektach, gdzie pogłównie (doglebowo) aplikowano azot na poziomie 20 i 40 kg·ha<sup>-1</sup> (tab. 4). W warunkach pogłównego nawożenia azotem w formie stałej i w roztworze mocznika (35 + 5) sposób przedsięwzięcia nawożenia siarką lub magnezem nie różnicował plonowania katranu (tab. 4).

Tabela 4; Table 4

Plon owoców katranu abisyńskiego (dt·ha<sup>-1</sup>)  
Yield of crambe fruits (dt per ha)

Lata badań Years of studies	Nawożenie przedsięwzięcie Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłównie azotem *(kg·ha <sup>-1</sup> ) Nitrogen top dressing* (kg·ha <sup>-1</sup> )				Średnio Mean
		0	20	40	35 + 5	
1997	NPKS	6,8	13,7	14,7	15,8	12,8
	NPKMg	12,6	11,4	12,0	13,8	12,5
1998	NPKS	6,4	6,6	6,2	6,2	6,4
	NPKMg	6,7	5,3	5,6	6,5	6,0
1997	$\bar{x}$	9,7	12,5	13,4	14,8	12,6
1998	$\bar{x}$	6,5	6,0	5,9	6,4	6,2
$\bar{x}$ 1997	NPKS	6,6	10,2	10,5	11,0	9,6
$\bar{x}$ 1998	NPKMg	9,6	8,3	8,8	10,2	9,2
Średnio; Mean		8,1	9,2	9,6	10,6	

NIR<sub>0,05</sub>: lata badań – 4,8; nawożenie przedsięwzięcie – r.n.; nawożenie pogłównie N – 1,0; lata x nawożenie przedsięwzięcie – r.n.; lata x nawożenie pogłównie N – 1,4; nawożenie przedsięwzięcie x nawożenie pogłównie – 1,5

LSD<sub>0,05</sub>: years of studies – 4,8; pre-sowing fertilization – n.s.; nitrogen top dressing – 1,0; years of studies x pre-sowing fertilization – n.s.; years of studies x nitrogen top dressing – 1,4; pre-sowing fertilization x nitrogen top dressing – 1,5

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

Wydajność tłuszczu katranu abisyńskiego była niska (od 141 do 504 kg·ha<sup>-1</sup>). Wpływ badanych czynników (sposobu przedsięwzięcia i pogłównego nawożenia) na plon tłuszczu katranu był taki sam jak na plon owoców (tab. 5).

Tabela 5; Table 5

Plon tłuszczu surowego katranu abisyńskiego (kg·ha<sup>-1</sup>)  
Yield of crambe crude oil (kg per ha)

Nawożenie przedsięwzięcie Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłównie azotem (kg·ha <sup>-1</sup> )* Nitrogen top dressing (kg per ha)*				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
NPKS	180	337	297	346	290
NPKMg	312	256	254	317	285
Średnio; Mean	246	296	276	331	

NIR<sub>0,05</sub>: nawożenie przedsięwzięcie – r.n.; nawożenie pogłównie N – 33; nawożenie przedsięwzięcie x nawożenie pogłównie – 47

LSD<sub>0,05</sub>: pre-sowing fertilization – n.s.; nitrogen top dressing – 33; pre-sowing fertilization x nitrogen top dressing – 47

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

## Lnianka jara

Lnianka jara wytworzyła łodygi o średnicy ok. 3,5 mm i wysokości ok. 75 cm (tab. 6). Stwierdzono tendencję do większego elongacyjnego wzrostu roślin w miarę przyrostu poziomu pogłównego nawożenia azotem (0, 20, 40 kg·ha<sup>-1</sup>).

Tabela 6; Table 6

### Pokrój roślin plonujących lniarki jarej Morphological features of spring flax plants

Nawożenie przedsiewne Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłowne azotem* (kg·ha <sup>-1</sup> ) Nitrogen top dressing* (kg·ha <sup>-1</sup> )				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
Wysokość roślin przed zbiorem; Plant height before harvesting (cm)					
NPKS	73	77	75	79	76
NPKMg	72	74	77	73	74
Średnio; Mean	72	76	76	76	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Grubość łodyg u nasady; Stem base diameter (cm)					
NPKS	3,3	3,6	3,5	3,7	3,5
NPKMg	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6
Średnio; Mean	3,4	3,6	3,6	3,7	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba rozgałęzień owoconośnych na roślinie (szt.); Number of fruit bearing branches per plant					
NPKS	2,8	3,0	3,7	4,1	3,4
NPKMg	2,3	3,1	3,9	4,0	3,3
Średnio; Mean	2,5	3,0	3,8	4,0	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,06</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	
Ugięcie łanu; Stand deflection (%)					
NPKS	21	37	44	36	35
NPKMg	26	33	34	32	33
Średnio; Mean	24	35	42	34	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	5	5	5	5	

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

Duże zagęszczenie roślin na jednostce powierzchni (od ok. 230 do ok. 270 na 1 m<sup>2</sup>) spowodowało, iż lnianka wytworzyła średnio tylko 3 rozgałęzienia owoconośne. Intensywność rozgałęziania roślin była istotnie różnicowana pogłówną dawką azotu. Najwięcej produktywnych rozgałęzień bocznych (ok. 4 szt. na roślinie) wytwarzała lnianka nawożona pogłównie 40 kg N·ha<sup>-1</sup>, niezależnie od formy nawozu (stała lub stała + roztwór). Zmniejszenie dawki azotu do poziomu 20 kg N·ha<sup>-1</sup> skutkowało wytworzeniem przez rośliny ok. 1 rozgałęzienia produktywnego mniej, w stosunku do poziomu 40 – N. Corocznie obserwowano dość silne wyleganie lniarki, które było determinowane poziomem pogłownej dawki azotu. Najślabiej wylegały rośliny (ugięcie łanu ok. 24%) w obiektach, gdzie nawożenie ograniczono tylko do przedsiewnego (0 – N). Zastosowanie azotu na początku pą-

kowania w dawce 20 kg·ha<sup>-1</sup> zwiększało, w porównaniu do kontroli (0 – N), ugięcie łanu o ok. 11%. Zwiększenie pogłównego, dogłębowego nawożenia azotem z 20 do 40 kg·ha<sup>-1</sup> pogłębiało (o 7%) wyleganie lniarki. Podział pogłównej dawki azotu (35 + 5) był korzystniejszy (obniżał wyleganie) w porównaniu z jednorazową, dogłębową aplikacją całej dawki (40) (tab. 6).

Tabela 7; Table 7

Elementy struktury plonu lniarki jarej  
Elements of yield structure of spring flax

Nawożenie przedsiewne Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłowne azotem (kg·ha <sup>-1</sup> )* Nitrogen top dressing (kg·ha <sup>-1</sup> )*				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
Liczba roślin plonujących (szt. na m <sup>2</sup> ); Number of yield bearing plants					
NPKS	247	264	235	239	246
NPKMg	243	253	272	267	259
Średnio; Mean	245	259	253	253	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba łuszczyń na roślinie (szt.); Siliques number per plant					
NPKS	60	68	76	80	71
NPKMg	54	63	79	69	66
Średnio; Mean	57	65	78	74	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Liczba nasion w łuszczyńce (szt.); Seeds number per 1 silique					
NPKS	12,3	10,9	11,5	11,7	11,6
NPKMg	11,4	10,8	10,9	10,5	10,9
Średnio; Mean	11,8	10,9	11,2	11,1	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	
Masa 1000 nasion (g); Weight of 1000 seeds (g)					
NPKS	1,45	1,40	1,38	1,35	1,39
NPKMg	1,42	1,39	1,38	1,38	1,39
Średnio; Mean	1,43	1,40	1,38	1,36	
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	0,03	0,03	0,03	0,03	

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

Zagęszczenie łanu lniarki jarej wynosiło 235–272 roślin na 1 m<sup>2</sup> i nie było determinowane sposobem przedsiewnego i pogłównego nawożenia (tab. 7). Średnio, lniarka wytwarzała ok. 53–80 łuszczyń na roślinie. Stwierdzono tendencję do większego wiązania łuszczyń w miarę zwiększania pogłównej dawki azotu (0 > 20 > 40 kg N·ha<sup>-1</sup>). Pozostałe składowe plonu (liczba nasion w łuszczyńce oraz masa 1000 nasion) były różnicowane poziomem pogłównego nawożenia azotem. Azot stosowany na początku pąkowania, niezależnie od poziomu dawki (20, 40 kg N), powodował mniejsze wypełnienie łuszczyń nasionami oraz zdrobnienie nasion (mniejsza masa 1000 nasion), (tab. 7).

W 1997 roku plon lniarki jarej wynosił, w zależności od sposobu nawożenia, od 23 do 29 dt nasion z ha. W drugim roku badań (1998) lniarka plonowała na poziomie ok. 12–17 dt nasion z ha (tab. 8).

Tabela 8; Table 8

Plon nasion lnianki jarej (dt·ha<sup>-1</sup>)  
Seed yield of spring flaxe flax (dt per ha)

Lata badań Years of studies	Nawożenie przedsiewne Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłównie azotem (kg·ha <sup>-1</sup> ) * Nitrogen top dressing (kg·ha <sup>-1</sup> ) *				Średnio Mean
		0	20	40	35 + 5	
1997	NPKS	23,9	25,3	29,1	25,7	26,0
	NPKMg	22,4	23,9	28,6	27,0	25,5
1998	NPKS	13,2	15,1	17,0	18,2	15,9
	NPKMg	10,0	14,9	16,5	16,1	14,4
1997	̄	23,2	24,6	28,9	26,4	25,7
1998	̄	11,6	15,0	16,8	17,2	15,1
̄ 1997	NPKS	18,6	20,2	23,1	22,0	21,0
̄ 1998	NPKMg	16,2	19,4	22,6	21,6	19,9
Średnio; Mean		17,4	19,8	22,8	21,8	

NIR<sub>0,05</sub>: lata badań – 4,7; nawożenie przedsiewne – r.n.; nawożenie pogłównie N – 2,7; lata x nawożenie przedsiewne – r.n.; lata x nawożenie pogłównie N – r.n.; nawożenie przedsiewne x nawożenie pogłównie – r.n.

LSD<sub>0,05</sub>: years of studies – 4.7; pre-sowing fertilization – n.s.; nitrogen top dressing – 2.7; years of studies x pre-sowing fertilization – n.s.; years of studies x nitrogen top dressing – n.s.; pre-sowing fertilization x nitrogen top dressing – n.s.

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant

Stwierdzono tendencję do wyższego, jednak statystycznie nieistotnego, plonowania lnianki jarej nawożonej przedsiewnie siarką w porównaniu z nawożoną magnezem. Plon nasion lnianki jarej był istotnie różnicowany sposobem pogłównego nawożenia azotem. Najniższe plony lnianki (17,4 dt nasion z ha) uzyskano w obiekcie kontrolnym (0 – N). Aplikacja 20 kg N·ha<sup>-1</sup> w pełni pąkowania roślin zwiększyła, w stosunku do kontroli, plon nasion lnianki o 240 kg·ha<sup>-1</sup> (przyrost ten mieścił się jednak w granicach błędu statystycznego). Istotnym przyrostem plonu nasion, o ok. 440–540 kg·ha<sup>-1</sup>, w stosunku do kontroli, lnianka zareagowała dopiero na nawożenie na poziomie 40 kg N·ha<sup>-1</sup>. Aplikacja całej dawki 40 kg N·ha<sup>-1</sup> w formie stałej mocznika była bardziej plonotwórcza niż łączne zastosowanie azotu w formie stałej i w wodnym roztworze mocznika (35 + 5), (tab. 8).

Tabela 9; Table 9

Plon tłuszczu surowego lnianki jarej (kg·ha<sup>-1</sup>)  
Crude oil yield of spring flaxe flax (kg per ha)

Nawożenie przedsiewne Pre-sowing fertilization	Nawożenie pogłównie azotem (kg·ha <sup>-1</sup> ) * Nitrogen top dressing (kg per ha) *				Średnio Mean
	0	20	40	35 + 5	
NPKS	697	686	822	804	752
NPKMg	568	725	764	781	709
Średnio; Mean	633	705	793	792	

NIR<sub>0,05</sub>: nawożenie przedsiewne – r.n.; nawożenie pogłównie N – 95; nawożenie przedsiewne x nawożenie pogłównie – r.n.

LSD<sub>0,05</sub>: pre-sowing fertilization – n.s.; nitrogen top dressing – 95; pre-sowing fertilization x nitrogen top dressing – n.s.

\* – opis w metodyce; described in methods

r.n. – różnice nieistotne; not differences significant



Plon tłuszczu lnianki jarej wynosił średnio  $730 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (tab. 9). Wydajność tłuszczu lnianki w warunkach nawożenia siarką była o około  $43 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  wyższa (różnice statystycznie nieistotne) w porównaniu z przedsięwną aplikacją magnezu. Plon tłuszczu surowego wzrastał wraz z zwiększeniem pogłównego nawożenia azotem (0, 20, 40  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Podział dawki azotu (35 + 5) nie różnicował, w porównaniu z jednokrotną aplikacją (40), plonu tłuszczu surowego (tab. 9).

### Rolnicza efektywność stosowanego azotu

Produktywność pogłównie zastosowanego azotu (wyrażona wydajnością nasion i tłuszczu) w lniance jarej była średnio połowę wyższa niż u katranu abisyńskiego (tab. 10). Efekt pogłówniej aplikacji azotu (efektywność brutto) malał, u obu gatunków wraz z przyrostem poziomu dawki (20, 40  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 10; Table 10

Rolnicza efektywność pogłówniej aplikacji azotu  
Agricultural efficiency of nitrogen applied as top dressing

Pogłówna dawka azotu * Rate of nitrogen as top dressing * ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Katran abisyński; Crambe		Lnianka jara; Spring flaxe flax	
	kg owoców/kg N kg fruits per 1 kg N	kg tłuszczu/kg N kg oil per 1 kg N	kg nasion/kg N kg seeds per 1 kg N	kg tłuszczu/kg N kg oil per 1 kg N
Efektywność brutto; Gross efficiency				
20	46,0	14,8	99,0	3,6
40	24,0	6,9	57,0	19,8
35+5	26,5	8,3	54,5	19,8
Efektywność przeciętna (netto); Average efficiency (net)				
20	5,5	2,5	12,0	3,6
40	3,8	0,8	13,5	4,0
35+5	6,2	2,1	11,0	4,0

\* – opis w metodyce; described in methods

Największy przyrost plonu katranu abisyńskiego i lnianki jarej obserwowano zwiększając pogłównie nawożenie azotem z 0 do  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Należy podkreślić, iż podział dawki  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  na dwie części (35 N + 5 N) powodował u lnianki jarej obniżenie, w stosunku do jednokrotnej aplikacji, efektywności netto stosowanego azotu o ok.  $2,5 \text{ kg}$  nasion na  $1 \text{ kg N}$ . Katran abisyński zareagował zwiększając plonu owoców (o  $2,5 \text{ kg}$  na  $1 \text{ kg N}$ ) na podział dawki (35 N + 5 N), (tab. 10).

### Wnioski

1. Plonotwórczy efekt nawożenia przedsięwnego (NPKS lub NPKMg) katranu abisyńskiego był modyfikowany sposobem pogłównego nawożenia azotem (0, 20, 40, 35 + 5  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

2. Plon katroanu abisyńskiego przyrastał wraz z poziomem pogłównego nawożenia azotem (0, 20, 40 kg·ha<sup>-1</sup>). Podział pogłówniej dawki azotu (35 + 5) i zastosowanie części w formie wodnego roztworu mocznika było bardziej plonotwórcze niż jednorazowa, doglebowa aplikacja całej dawki (40 N).
3. Wyleganie lnianki jarej zwiększało się w miarę przyrostu pogłówniej dawki azotu (0 > 20 > 40). Podział dawki i późne zastosowanie części azotu w formie wodnego roztworu mocznika (35 + 5) zmniejszyło wyleganie roślin, w stosunku do jednokrotnej, doglebowej aplikacji azotu (40 N).
4. Azot stosowany pogłównie, niezależnie od poziomu dawki, powodował mniejsze wypełnienie łuszczyń nasionami i mniejszą masę 1000 nasion lnianki jarej.
5. Poziom uzyskiwanych plonów lnianki jarej był uzależniony od pogłównego nawożenia azotem. Lnianka jara zareagowała istotnym przyrostem plonu nasion, w stosunku do kontroli, dopiero na nawożenie pogłównie azotem na poziomie 40 kg·ha<sup>-1</sup>, niezależnie od sposobu jego aplikacji.

### Literatura

DEMBIŃSKI F., HORODYSKI A., JARUSZEWSKA A. 1962. *Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych*. Pam. Puł. 8: 3–77.

JANKOWSKI K., ZADERNOWSKI R. 1999. *The effects of nitrogen, sulphur and magnesium fertilization on the yield and some physicochemical properties of Crambe abyssinica and Camelina sativa seeds*. Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress 26–30.09.1999, Canberra (w druku).

KULIG B., PISULEWSKA E., GAWLIK Z. 1996. *Porównanie plonowania, składu chemicznego oraz zawartości kwasów tłuszczowych zagranicznych odmian i rodów katroanu abisyńskiego z polską odmianą Borowski*. Rośliny Oleiste, XVII: 383–390.

MUŚNICKI CZ., TOBOŁA P., MUŚNICKA B. 1997. *Produktywność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania*. Rośliny Oleiste, XVIII: 270–278.

NIEWIADOMSKI H. 1984. *Surowce tłuszczowe*. WNT, Warszawa.

**Słowa kluczowe:** lnianka, katroan, siarka, magnez, azot

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem nawożenia siarką, magnezem i azotem na produktywność katroanu abisyńskiego i lnianki jarej. Porównano wpływ nawożenia przedsiewnego NPKS i NPKMg oraz pogłównego N (0, 20, 40, 35+5 kg·ha<sup>-1</sup>) na cechy plonotwórcze pokroju roślin, elementy struktury plonu i plon obu gatunków.

Plon katroanu abisyńskiego przyrastał wraz z poziomem pogłównego nawożenia azotem (0, 20, 40 kg·ha<sup>-1</sup>). Podział pogłówniej dawki azotu (35 + 5) i zastosowanie części w formie wodnego roztworu mocznika było bardziej plonotwórcze niż jednorazowa, doglebowa aplikacja całej dawki (40 N).

Wyleganie lnianki jarej zwiększało się w miarę przyrostu pogłównej dawki azotu (0>20>40). Podział dawki i późne zastosowanie części azotu w formie wodnego roztworu mocznika (35 + 5) zmniejszyło wyleganie roślin, w stosunku do jednokrotnej, doglebowej aplikacji azotu (40 N).

Nawożenie przedsiewne (NPKS, NPKMg) nie różnicowało plonowania lnianki jarej. Plonowanie lnianki jarej było uzależnione od pogłównej dawki azotu. Lnianka jara zarcagowała istotnym przyrostem plonu nasion, w stosunku do kontroli, dopiero na nawożenie pogłównie azotem na poziomie 40 kg·ha<sup>-1</sup>, niezależnie od sposobu jego aplikacji.

## EFFECT OF SULPHUR, MAGNESIUM AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING AND YIELD COMPONENTS OF SPRING FALSE FLAX AND CRAMBE

*Wojciech Budzyński, Krzysztof Jankowski*

Department of Crop Production, Warmia and Masuria University, Olsztyn

Key words: false flax, crambe, sulphur, magnesium, nitrogen, fertilization

### Summary

Results of the studies on the effects of S, Mg and N fertilization on productivity of spring false flax and crambe were presented. The effects of pre-sowing NPKS and NPKMg fertilization and N top dressing at the rates of 0, 20, 40, 35+5 kg per ha on some yield bearing features, yield components and yield of both crops were compared.

Yield of crambe increased with increasing nitrogen rate (0, 20 and 40 kg N per ha). Splitting of nitrogen rate (35 + 5) and application 5 kg as urea water solution gave better effects in terms of obtained yield in comparison to in-soil application of a whole rate (40 kg N per ha).

Lodging of spring false flax plants was intensified along with the nitrogen rate applied as top dressing (0>20>40). Splitting the rate and late application of nitrogen as urea water solution (35 + 5) resulted in reduction of lodging as compared to single nitrogen application (40 N).

Pre-sowing fertilization (NPKS and NPKMg) did not affect yield of spring false flax seeds. This yield was closely related to the rate of nitrogen applied as top dressing. Significant effect on spring false flax yield was found when the nitrogen was applied at the rate of 40 kg N per ha, irrespective of application method.

Prof. dr hab. Wojciech **Budzyński**  
Katedra Produkcji Roślinnej  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. M. Oczapowskiego 8 (blok 38)  
10-957 OLSZTYN