

Wojciech Budzyński, Krzysztof Jankowski  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Produkcji Roślinnej

## Wpływ nawożenia siarką, magnezem i azotem na wzrost, rozwój i plonowanie gorczycy białej i sarepskiej

### Effect of fertilization with sulphur, magnesium and nitrogen on growing and yield of white and Indian mustard seeds

Słowa kluczowe: gorczyca biała, gorczyca sarepska, nawożenie NPKS i Mg, struktura plonu, plon

Key words: white mustard, Indian mustard, NPKS and Mg fertilization, yield components, yield

W pracy porównano wpływ nawożenia przed-siewnego NPK (161 kg/ha) + S (30 kg/ha) lub Mg (5 kg/ha) oraz pogłównego N (0, 30, 25 + 5, 60) na pokrój roślin, elementy struktury plonu i plon obu gatunków. Uzupelnienie przed-siewnego nawożenia NPK siarką lub magnezem nie wpłynęło w znaczący sposób na architekturę łanu gorczyc i ich główne plonotwórcze cechy pokroju. Pogłówna aplikacja azotu (30, 25 + 5, 60 kg/ha) korzystnie wpłynęła na wysokość, grubość u nasady oraz rozgałęzianie łodyg gorczycy białej i sarepskiej, zwiększając jednak ich wyleganie. Plonotwórczy efekt przed-siewnego nawożenia NPKS lub NPKMg gorczycy białej był uzależniony od warunków klimatycznych. W warunkach obfitych opadów w okresie kwitnienia uzupelnienie przed-siewnego nawożenia siarką było o ok. 10% bardziej plonotwórcze niż magnezem. Zastosowanie 30 kg N/ha na początku pąkowania było najkorzystniejszym sposobem pogłównego nawożenia azotem gorczycy białej. Zastosowanie części azotu (25 + 5 kg/ha) w formie wodnego roztworu mocznika było tak samo plonotwórcze jak jednorazowa aplikacja dawki w formie stałej (30 kg/ha). Azot zastosowany w dawce 60 kg/ha był już nieproduktywny. Sposób przed-siewnego nawożenia NPKS lub NPKMg nie różnicował istotnie plonowania gorczycy sarepskiej. Azot stosowany pogłównie

In the paper the effects of pre-sowing application of NPK (161 kg per ha) + S (30 kg per ha) or Mg (5 kg per ha) and top dressing N (0, 30, 25 + 5, and 60 kg N per ha) on yield components, morphological features and yield of both tested crops are compared. Supplementary of pre-sowing NPK rate with sulphur or magnesium did not affect stand architecture of both crops and their morphological features. Nitrogen top dressing (30, 25 + 5, 60 kg per ha) favourably modified height, diameter of stem base and branching of Indian and white mustard stems but plant tended to lodge. Yield bearing effects of NPKS and NPKMg on white mustard were dependent on weather conditions. When a lot of rainfalls were noted during plant flowering period application of sulphur was more effective than application of magnesium. Application of 30 kg N per ha at the start of flowering gave the best results among the methods of white mustard top dressing. Splitting of this rate into 25 kg N per ha as a solid fertiliser and 5 kg N in a solution gave the same results as application of the whole rate of 30 kg N per ha as a solid fertiliser. Rate of 60 kg N per ha appeared to be less productive. Method of pre-sowing application of NPKS or NPKMg did not differentiate the obtained yield of Indian mustard. The nitrogen applied as a solid fertiliser contributed to the

w formie stałej mocznika powodował przyrost plonu nasion gorzycy sarepskiej aż do dawki najwyższej (60 kg/ha). Plonotwórczy efekt podziału dawki 30 kg N/ha i zastosowania jej części (5 kg N/ha) w formie wodnego roztworu mocznika był taki sam jak jednorazowa, dogłębowa aplikacja 60 kg N/ha.

increase of seed yield up to the rate of 60 kg N per ha. Yield enhancing effects of splitting of the applied rate of 30 kg N (25 as a solid + 5 kg N in the solution) was the same as one rate of solid fertiliser of 60 kg N per ha.

## Wstęp

---

Spośród jarych roślin oleistych, przystosowanych do warunków klimatycznych naszego kraju, istotne znaczenie posiada rzepak jary, mak oraz gorzycza biała i sarepska. Oba gatunki gorzyc uprawia się w Polsce na powierzchni około 10 tys. ha (Muśnicki i Tobała 2000). Średnio w wieloletnim gorzycza, szczególnie forma żółtonasienna, przewyższa plonowaniem rzepak jary, dzięki lepszemu dostosowaniu do umiarkowanego klimatu Polski (Muśnicki i in. 1997). W przeciwieństwie do rzepaku jarego gorzycza biała odznacza się dużą konkurencyjnością w stosunku do chwastów i relatywnie wysoką odpornością na szkodniki (Jankowski i Budzyński 1999). Nasiona gorzycy białej i sarepskiej nie stanowią, ze względu na wysoką zawartość kwasu erukowego, cennego surowca do produkcji oleju spożywczego. Podobnie, beztłuszczowa reszta nasion o bardzo dobrym składzie aminokwasowym, nie jest szeroko wykorzystywana w żywieniu zwierząt, ze względu na obecność glukozynolanów (Niewiadomski 1984). Gatunki te stanowią cenny surowiec w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym (Niewiadomski 1984). Wyhodowanie nowych kreacji gorzycy białej o zredukowanej zawartości kwasu erukowego i glukozynolanów otworzy nowe możliwości wykorzystania konsumpcyjnego i przemysłowego nasion i surowców obu gatunków.

Gorzycza odznacza się dużą wrażliwością na długość dnia, dlatego też jednym z głównych czynników agrotechnicznych warunkujących jej plonowanie jest termin siewu (Dembiński i in. 1962). Spośród 5 głównych czynników agrotechnicznych, w warunkach agrometeorologicznych północno-wschodniej Polski, to właśnie ten czynnik najsilniej determinował plonowanie gorzycy białej (Jankowski i Budzyński 1999). Cechą charakterystyczną gatunków z rodziny *Cruciferae* jest również duże zapotrzebowanie na składniki pokarmowe (Jasińska i Kotecki 1994). Rola nawożenia (azotem i siarką) w kształtowaniu plonu gorzycy jest jednak słabo poznana i mało prezentowana w literaturze naukowej.

Celem badań było określenie wpływu nawożenia przedsiewnego siarką lub magnezem i pogłównego azotem na plonotwórcze cechy pokroju roślin i plonowanie gorzycy białej i sarepskiej na glebie kompleksu pszennego dobrego.

## Material i metody

Doświadczenia polowe z gorczycą białą i sarepską realizowano w latach 1997–99 na polach ZP-D w Bałcynach. Doświadczenia założono metodą podbloków równoważnych (split-plot) w trzech powtórzeniach, z następującymi zmiennymi:

Czynnik I rzędu — sposób nawożenia przedsiewnego:

- (1) — siarka w dawce 30 kg/ha;
- (2) — magnez w dawce 6 kg/ha.

Czynnik II rzędu — sposób pogłównego nawożenia azotem:

- (a) — kontrola — bez azotu;
- (b) — 30 kg N/ha (mocznik — forma stała);
- (c) — 25 kg N/ha (mocznik — forma stała) + 5 kg N/ha (wodny roztwór mocznika);
- (d) — 40 kg N/ha (mocznik — forma stała).

Poziom przedsiewnego nawożenia azotem, fosforem i potasem był stały w doświadczeniu (60 kg N, 36 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 65 kg K<sub>2</sub>O). Nawożenie przedsiewne stosowano w postaci nawozów wieloskładnikowych zawierających oprócz NPK również S lub Mg.

Pogłównie nawożenie azotem w formie mocznika stosowano na początku pąkowania roślin, zaś wodny roztwór mocznika (6%) zastosowano dolistnie w pełni pąkowania.

Doświadczenia lokalizowano corocznie na glebie płowej typowej, średnio-pylastej 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>/100 g gleby; 15,5–19,5 mg K<sub>2</sub>O/100 g gleby; 9,7–10,1 mg Mg/100 g gleby. Odczyn gleby był lekko kwaśny (pH 6,1–6,2 w 1 M KCl). Przedplonem były zboża (pszenica ozima, pszenżyto ozime i jęczmień jary) uprawiane po mieszance strączkowo-zbożowej. Po zbiorze przedplonu wykonano uprawki późniowe, a następnie orkę przedzimową. Nasiona gorczycy białej i sarepskiej wysiewano w I (1999) i III dekadzie kwietnia (1997, 1998) w ilości: 120 kielkujących nasion gorczycy białej i 220 nasion gorczycy sarepskiej na 1 m<sup>2</sup> na poletkach o powierzchni 7,5 m<sup>2</sup>, w rozstawie 20 cm. Gorczycę po osiągnięciu dojrzałości technicznej (od III dekady lipca do II dekady sierpnia) zbierano dwuetapowo.

Masę 1000 nasion oraz plon podano przy 13% wilgotności. NIR obliczono dla 5% błędu.

### Układ warunków klimatycznych

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

Tabela 1

Układ warunków wilgotnościowo-termicznych — *Pattern of weather conditions*

Lata badań — <i>Years of the studies</i>	Miesiące — <i>Months</i>				
	IV	V	VI	VII	VIII
Średniodobowa temperatura powietrza [°C] — <i>Daily mean temperature</i>					
1997	4,0	11,4	15,7	16,9	18,3
1998	9,0	13,3	16,2	16,3	15,2
1999	8,3	11,0	16,7	19,2	16,9
Średniodobowa temperatura (1961–90) <i>Daily mean temperature (1961–90)</i>	9,0	12,4	15,7	16,9	16,5
Opady atmosferyczne [mm] — <i>Precipitation</i>					
1997	22,6	99,0	71,7	187,6	25,1
1998	44,5	58,3	141,9	57,5	58,3
1999	101,6	69,1	155,6	75,5	53,0
Średnia opadów (1961–90) <i>Mean precipitation (1961–90)</i>	35,2	56,7	68,3	81,3	78,1

W drugim roku badań opady atmosferyczne od kwietnia do końca sierpnia były zaledwie o około 11% mniejsze niż w 1997 roku. Jednak ich rozkład był zdecydowanie inny niż w pierwszym roku badań. W 1998 roku opady atmosferyczne w okresie wschodów i pąkowania (kwiecień, maj) nieznacznie przewyższały średnie wieloletnie. Bardzo duże opady wystąpiły w okresie kwitnienia gorczycy (czerwiec), przewyższając one średnią wieloletnią ponad dwukrotnie. W okresie dojrzewania spadło o 29% mniej deszczu niż w wieloleciu (tab. 1).

Zdecydowanie najbardziej mokry był trzeci rok badań. W okresie od kwietnia do końca sierpnia spadło 455 mm deszczu, tj. o około 20% więcej niż średnio

w latach 1997–98. Bardzo duże opady wystąpiły w kwietniu (wschody) oraz czerwcu (kwitnienie). W okresie dojrzewania były one znacznie (o około 19%) poniżej średniej wieloletniej (tab. 1).

W poszczególnych latach badań ilość opadów nie była tak mocno zróżnicowana jak ich rozkład, który pośrednio wpływał na plonowanie gorczycy. Najwyżej oba gatunki plonowały w pierwszym roku badań (duże opady w okresie dojrzewania). W drugim i trzecim roku badań, w których duże opady notowano w okresie kwitnienia, plon nasion był o około 26% (gorczyca sarepska) i 33% (gorczyca biała) niższy niż w 1997 roku.

### **Gorczyca biała (*Sinapis alba* L.)**

Wysokość roślin przed zbiorem wahała się od 127 do 138 cm (tab. 2). Na wysokość roślin istotnie wpływało jedynie pogłównie nawożenie azotem. Najniższe łodygi wytworzyła gorczyca biała nienawożona pogłównie azotem (obiekt kontrolny). W obiekcie kontrolnym siarka wyraźnie hamowała wzrost łodyg. Zastosowanie pogłównie azotu, niezależnie od dawki, zwiększyło wzrost łodyg, eliminując wpływ siarki na ich wysokość (tab. 2). Również grubość łodyg u nasady była modyfikowana pogłównym nawożeniem azotem. Wraz z przyrostem dawki azotu wzrastała grubość łodyg u nasady (tab. 2).

Wzrost dawki azotu (0, 30, 60 kg N/ha) powodował również lepsze rozgałęzianie pędu głównego. W porównaniu do obiektu kontrolnego (bez N) gorczyca biała nawożona pogłównie azotem na poziomie 60 kg N/ha wytworzyła o około 24% więcej rozgałęzień produktywnych. Wysokość osadzenia pierwszego rozgałęzienia owoconośnego nie była istotnie różnicowana nawożeniem mineralnym (przedsiewnym i pogłównym) (tab. 2).

Wyleganie gorczycy białej, pomimo obfitych opadów atmosferycznych znacznie przewyższających średnią wieloletnią, było nieznaczne. Ugięcie łanu nie przekraczało 20% i nie było różnicowane nawożeniem. Stwierdzono jedynie tendencję do nieznacznie większego wylegania roślin w warunkach przedsiewnego nawożenia magnezem oraz w miarę zwiększania poziomu pogłówniej dawki azotu. Zastosowanie części azotu w formie wodnego roztworu mocznika nie ograniczyło wylegania gorczycy białej (tab. 2).

Zagęszczenie roślin gorczycy białej przed zbiorem wynosiło średnio około 100 szt./m<sup>2</sup>. Nawożenie mineralne nie wpłynęło różnicująco na zwartość łanu. Jedynie w warunkach zwiększonego pogłównego nawożenia azotem (60 kg/ha) stwierdzono nieznacznie większą (w granicach błędu statystycznego) obsadę roślin przed zbiorem. Tendencja ta uwidoczniła się zarówno w obiektach z przedsiewnym nawożeniem siarką, jak i magnezem (tab. 3).

Uzupełnienie przedsiewnego nawożenia NPK siarką lub magnezem nie różnicowało istotnie liczby zawiązanych łuszczyń przez rośliny gorczycy białej w przeciwieństwie do pogłównego nawożenia azotem. Pierwiastek ten stosowany

na początku pąkowania, niezależnie od dawki (30, 60 kg/ha) lub formy (stała, roztwór) zwiększał o około 7–8% liczbę łuszczyn plonujących, w porównaniu do obiektu kontrolnego (bez N) (tab. 3).

Tabela 2

Pokrój roślin plonujących gorczycy białej — *Morphological features of white mustard plants*

Nawożenie przedsiewne <i>Before sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing [kg per ha]*</i>				Średnio <i>Mean</i>
	0	30	25 + 5	60	
Wysokość roślin przed zbiorem [cm] — <i>Plant height before harvesting</i>					
NPKS	127	136	135	137	134
NPKMg	132	137	138	136	136
Średnio — <i>Mean</i>	129	136	137	137	
NIR: nawożenie pogłównie N – 3 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 3</i>					
Grubość łodygi u nasady [mm] — <i>Stem base diameter</i>					
NPKS	6,0	6,2	6,5	6,7	6,4
NPKMg	5,7	6,4	6,2	6,5	6,2
Średnio — <i>Mean</i>	5,8	6,3	6,4	6,6	
NIR: nawożenie pogłównie N – 0,5 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 0.5</i>					
Liczba rozgałęzień owoconośnych na roślinie [szt.] — <i>Number of fruits bearing branches per plant</i>					
NPKS	3,0	3,4	3,3	3,6	3,3
NPKMg	2,7	3,4	3,3	3,7	3,3
Średnio — <i>Mean</i>	2,8	3,4	3,3	3,6	
NIR: nawożenie pogłównie N – 0,3 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 0.3</i>					
Wysokość osadzenia najniższego rozgałęzienia produktywnego [cm] <i>Height of the lowest productive branch</i>					
NPKS	74	74	74	74	74
NPKMg	76	74	74	72	74
Średnio — <i>Mean</i>	75	74	74	73	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s</i>					
Ugięcie łanu [%] — <i>Stand deflection</i>					
NPKS	8	15	12	17	13
NPKMg	12	13	20	14	15
Średnio — <i>Mean</i>	10	14	16	16	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					

\* — opis w metodyce — *described in methods*

Tabela 3

Elementy struktury plonu gorczycy białej — *Yield components of white mustard*

Nawożenie przedsiewne <i>Before sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing [kg per ha]*</i>				Średnio <i>Mean</i>
	0	30	25 + 5	60	
Liczba roślin plonujących [szt./m <sup>2</sup> ] — <i>Number of yielding plants per 1 m<sup>2</sup></i>					
NPKS	99	104	102	104	102
NPKMg	100	99	97	106	100
Średnio — <i>Mean</i>	99	101	99	105	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
Liczba łuszczyń na roślinie [szt.] — <i>Siliques number per plant</i>					
NPKS	67	75	74	77	73
NPKMg	71	75	74	74	73
Średnio — <i>Mean</i>	69	75	74	75	
NIR: nawożenie pogłównie N – 5 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 5</i>					
Liczba nasion w łuszczyńce [szt.] — <i>Seeds number per 1 silique</i>					
NPKS	5,2	5,2	5,3	5,1	5,2
NPKMg	5,0	5,3	5,4	5,1	5,2
Średnio — <i>Mean</i>	5,1	5,2	5,3	5,1	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
Masa 1000 nasion [g] — <i>Weight of 1000 seeds [g]</i>					
NPKS	7,51	7,50	7,52	7,62	7,54
NPKMg	7,40	7,43	7,38	7,32	7,38
Średnio — <i>Mean</i>	7,45	7,46	7,45	7,47	
NIR: nawożenie przedsiewne – 0,14 — <i>LSD: before sowing fertilization – 0.14</i>					

\* — opis w metodyce — *described in methods*

Gorczyca biała nie zareagowała na nawożenie mineralne lepszym wypełnieniem łuszczyń nasionami. Ten element struktury plonu był cechą gatunkową nie podlegającą wpływowi badanych czynników. Średnio w jednej łuszczyńce wykształciło się około 5 nasion (tab. 3).

Masa 1000 nasion była istotnie różnicowana przedsiewnym nawożeniem. Gorczyca biała nawożona przedsiewnie azotem, fosforem, potasem i siarką wytwarzała nasiona o około 2% większej masie niż nawożona NPKMg. Nawożenie pogłównie azotem, choć dość zróżnicowane (od 0 do 60 kg/ha) nie wpływało w sposób istotny na masę nasion (tab. 3).

Gorczyca biała plonowała, średnio w latach 1997–99, na poziomie około 26 dt nasion z ha (tab. 4). Przedsięwne nawożenie w sposób istotny wpływało na plonowanie nasion jedynie w drugim roku badań. W tym roku istotnie wyższe plony uzyskano uzupełniając przedsięwne nawożenie NPK siarką (30 kg S/ha). Nawożenie magnezem było istotnie mniej (o około 10%) plonotwórcze.

Tabela 4

Plon nasion gorczycy białej [t z ha] — *Yield of white mustard seeds [t per ha]*

Lata badań <i>Years of studies</i>	Nawożenie przedsięwne <i>Before-sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing*</i>				Średnio <i>Mean</i>
		0	30	25 + 5	60	
1997	NPKS	2,88	3,52	3,32	3,40	3,28
	NPKMg	3,16	3,43	3,33	3,45	3,34
1998	NPKS	1,88	2,43	2,28	2,60	2,30
	NPKMg	1,89	2,10	2,10	2,17	2,07
1999	NPKS	1,98	2,28	2,32	2,42	2,25
	NPKMg	2,03	2,33	2,37	2,23	2,24
1997		3,02	3,47	3,32	3,42	3,31
1998		1,88	2,26	2,19	2,38	2,18
1999		2,00	2,30	2,34	2,32	2,24
	NPKS	2,25	2,74	2,64	2,81	2,61
	NPKMg	2,36	2,62	2,60	2,62	2,55
Średnio — <i>Mean</i>		2,30	2,68	2,62	2,71	
NIR — <i>LSD</i>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lata — <i>years of studies</i> — 0,26</li> <li>• nawożenie przedsięwne — <i>before-sowing fertilization</i> — r.n.</li> <li>• nawożenie pogłównie N — <i>nitrogen top dressing</i> — 0,11</li> <li>• lata × nawożenie przedsięwne — <i>years of studies × before-sowing fertilization</i> — 0,12</li> <li>• lata × nawożenie pogłównie N — <i>years of studies × nitrogen top dressing</i> — r.n.</li> <li>• nawożenie przedsięwne × nawożenie pogłównie N — <i>before-sowing fertilization × nitrogen top dressing</i> — r.n.</li> </ul>						

\* — opis w metodyce — *described in methods*

Gorczyca biała, niezależnie od lat badań, reagowała istotną wyższą plonu nasion na nawożenie pogłównie azotem. Na najniższym poziomie (23 dt/ha) plonowała w obiekcie kontrolnym (bez azotu). Zastosowanie azotu na poziomie 30 kg N/ha na początku pakowania spowodowało przyrost plonu nasion o 3,2–3,8 dt/ha (tj. 15%). Na uwagę zasługuje fakt, iż zastosowanie części azotu w formie wodnego roztworu mocznika było tak samo plonotwórcze jak zastosowanie całej dawki w formie stałej (tab. 4). Dalsze zwiększenie pogłówniej dawki azotu nie powodowało przyrostu plonu nasion gorczycy. Tak więc dawka 60 kg N/ha była już rolniczo nieefektywna.



**Gorczyca sarepska (*Brassica juncea* L. Czern. et Cross)**

Gorczyca sarepska wytworzyła długie (około 123 cm) i relatywnie grube u nasady łodygi (około 5 mm). Nawożenie mineralne różnicowało ten element struktury plonu tylko w granicach błędu statystycznego (tab. 5).

Tabela 5

Pokrój roślin plonujących gorczycy sarepskiej  
*Morphological features of Indian mustard plants*

Nawożenie przedsiewne <i>Before-sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing*</i>				Średnio <i>Mean</i>
	0	30	25 + 5	60	
Wysokość roślin przed zbiorem [cm] — <i>Plant height before harvesting</i>					
NPKS	120	125	126	121	123
NPKMg	125	122	120	125	123
Średnio — <i>Mean</i>	122	123	123	123	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
Grubość łodyg u nasady [mm] — <i>Stem base diameter</i>					
NPKS	5,7	5,6	5,2	5,3	5,4
NPKMg	5,5	5,4	4,9	5,5	5,3
Średnio — <i>Mean</i>	5,6	5,5	5,0	5,4	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
Liczba rozgałęzień owoconośnych na roślinie [szt.] — <i>Number of fruit bearing branches per plant</i>					
NPKS	2,4	2,5	2,5	2,8	2,5
NPKMg	2,2	2,6	2,2	2,7	2,4
Średnio — <i>Mean</i>	2,3	2,5	2,3	2,7	
NIR: nawożenie pogłównie N – 0,2 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 0.2</i>					
Wysokość osadzenia najniższego rozgałęzienia produktywnego [cm] <i>Height of the lowest productive branch</i>					
NPKS	65	63	64	60	63
NPKMg	67	63	65	62	64
Średnio — <i>Mean</i>	66	63	64	61	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
Ugięcie łanu [%] — <i>Stand deflection</i>					
NPKS	11	18	19	27	19
NPKMg	14	20	17	20	18
Średnio — <i>Mean</i>	12	19	18	23	
NIR: nawożenie pogłównie N – 6 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 6</i>					

\* — opis w metodyce — *described in methods*

Na pędzie głównym rośliny wytworzyły zaledwie 2–3 rozgałęzienia produktywne. Z badanych czynników jedynie nawożenie pogłównie azotem w niewielkim, aczkolwiek statystycznie istotnym, zakresie wpływało na rozgałęzianie gorczycy sarepskiej. Azot zastosowany w formie stałej mocznika zwiększał liczbę rozgałęzień gorczycy sarepskiej. Było ono tym intensywniejsze, im większą dawkę azotu zastosowano pogłównie. Nawożenie mineralne nie wpływało w sposób istotny na wysokość osadzenia pierwszego (najniższego) rozgałęzienia owocnośnego (tab. 5).

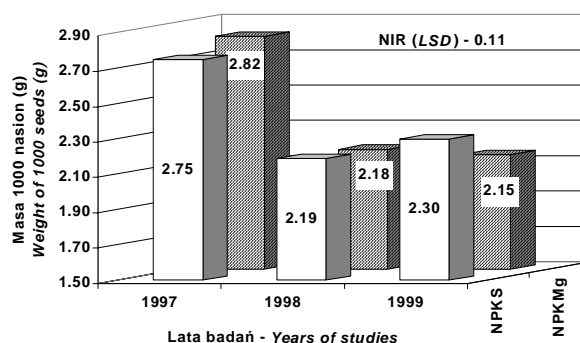
Gorczyca sarepska, pomimo obfitych opadów w okresie wegetacji i wytworzenia dużej części nadziemnej, wyległa tylko w nieznacznym stopniu. Ugięcie łanu sięgało 11–27% i było w dużym stopniu (statystycznie istotnym) różnicowane poziomem pogłównego nawożenia azotem. Najmniej wylegały rośliny nienawożone pogłównie azotem. Zastosowanie azotu na początku pąkowania zwiększało wyleganie gorczycy sarepskiej (tab. 5).

Obsada gorczycy sarepskiej przed zbiorem wynosiła około 200 szt./m<sup>2</sup>. Zagęszczenie roślin plonujących nie było różnicowane sposobem nawożenia mineralnego — przedsiewnego i pogłównego (tab. 6).

Wobec dużej zwartości roślin wytworzyły one na pędzie głównym i pędach bocznych niewielką liczbę łuszczyn (około 21 szt.). Na liczbę wykształconych owoców istotnie wpływało jedynie nawożenie pogłównie azotem. Najmniej łuszczyn na roślinie (około 18 szt.) wytworzyła gorczyca sarepska w obiekcie kontrolnym (bez N). Azot stosowany pogłównie, niezależnie od dawki (30, 60), jak i formy (stała, roztwór), powodował około 25% przyrost liczby łuszczyn na roślinie (tab. 6). Wzrostowi liczby łuszczyn na roślinach pod wpływem pogłównie zastosowanego azotu towarzyszyło zmniejszenie liczby nasion w owocu (tab. 6).

Masa 1000 nasion wahała się w granicach od 2,3 do 2,5 g (tab. 6). Oddziaływanie nawożenia mineralnego na ten element struktury plonu było uzależnione od warunków agrometeorologicznych panujących w poszczególnych latach badań. W latach 1997 i 1998 siarka i magnez nie różnicowały znacząco tego elementu struktury plonu (rys. 1). W 1999 r. gorczyca sarepska nawożona przedsiewnie siarką wytworzyła nasiona o istotnie wyższej (o 7%) masie niż nawożona magnezem (rys. 1).

Wpływ nawożenia pogłównego N na dorodność wykształconych nasion był uzależniony od tego, w jaki pierwiastek wzbogacono przedsiewnie podstawowe nawożenie NPK. W obiekcie z przedsiewnym nawożeniem NPKS nasiona o najwyższej masie wykształcały rośliny gorczycy sarepskiej nawożone pogłównie 30 kg N/ha (niezależnie od formy nawozu). W obiektach z przedsiewnym nawożeniem magnezem azot stosowany pogłównie spowodował spadek MTN gorczycy sarepskiej (tab. 6).



Rys. 1. Wpływ nawożenia przedsiewnego NPKS lub NPKMg na masę 1000 nasion gorczycy sarepskiej  
*Effects of before sowing NPKS or NPKMg fertilization on 1000 seeds weight of Indian mustard*

Tabela 6

Elementy struktury plonu gorczycy sarepskiej — *Elements of yield structure of Indian mustard*

Nawożenie przedsiewne <i>Before-sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing [kg/ha]*</i>				Średnio <i>Mean</i>
	0	30	25 + 5	60	
<i>Liczba roślin plonujących [szt./m<sup>2</sup>] — Number of yielding plants</i>					
NPKS	201	198	176	200	194
NPKMg	203	192	204	195	198
Średnio — <i>Mean</i>	202	195	190	197	
NIR: r.n. — <i>LSD: n.s.</i>					
<i>Liczba łuszczyń na roślinie [szt.] — Siliques number per plant</i>					
NPKS	18,3	21,5	24,3	22,5	21,6
NPKMg	18,3	23,0	21,9	23,8	21,7
Średnio — <i>Mean</i>	18,3	22,2	23,1	23,1	
NIR: nawożenie pogłównie N – 2,8 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 2.8</i>					
<i>Liczba nasion w łuszczyńce [szt.] — Seeds number per 1 silique</i>					
NPKS	19,1	16,8	17,5	17,4	17,7
NPKMg	18,0	17,3	17,6	18,0	17,7
Średnio — <i>Mean</i>	18,5	17,0	17,5	17,7	
NIR: nawożenie pogłównie N – 0,9 — <i>LSD: nitrogen top dressing – 0.9</i>					
<i>Masa 1000 nasion [g] — Weight of 1000 seeds</i>					
NPKS	2,35	2,45	2,46	2,39	2,41
NPKMg	2,47	2,37	2,39	2,29	2,38
Średnio — <i>Mean</i>	2,41	2,41	2,42	2,34	
NIR: nawożenie przedsiewne × nawożenie pogłównie – 0,11 <i>LSD: before-sowing fertilization × nitrogen top dressing – 0.11</i>					

\* — opis w metodyce — *described in methods*

Najniższe plony nasion gorczycy sarepskiej uzyskano w obiekcie kontrolnym (bez pogłównego nawożenia N). Zastosowanie pogłównie 30 kg N/ha zwiększyło plonowanie gorczycy sarepskiej o około 1,3 dt przy jednokrotnej aplikacji dogłębowej i o 2,4 dt nasion z ha przy aplikacji dogłębowej i dolistnej (tab. 7). Tak więc zastosowanie części azotu w formie wodnego roztworu mocznika było bardziej plonotwórcze niż zastosowanie całej dawki w formie stałej. Na uwagę zasługuje fakt, iż zastosowanie 25 kg N/ha w formie stałej mocznika i 5 kg N/ha w formie wodnego roztworu miało taki sam efekt plonotwórczy jak dogłębowa aplikacja 60 kg N/ha. Nawożenie przedsiewne (NPKS lub NPKMg) nie różnicowało istotnie plonowania gorczycy sarepskiej (tab. 7).

Tabela 7

Plon nasion gorczycy sarepskiej [t z ha] — *Yield of Indian mustard seeds [t per ha]*

Lata badań <i>Years of studies</i>	Nawożenie przedsiewne <i>Before-sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem [kg/ha]* <i>Nitrogen top dressing [kg/ha]*</i>				Średnio <i>Mean</i>
		0	30	25 + 5	60	
1997	NPKS	1,58	1,60	2,11	1,81	1,77
	NPKMg	1,60	1,81	1,73	2,03	1,79
1998	NPKS	1,39	1,55	1,44	1,44	1,45
	NPKMg	1,34	1,45	1,52	1,50	1,45
1999	NPKS	0,97	1,16	1,36	1,31	1,20
	NPKMg	1,07	1,16	1,21	1,21	1,16
1997		1,59	1,70	1,92	1,92	1,78
1998		1,36	1,50	1,48	1,47	1,45
1999		1,02	1,16	1,28	1,26	1,18
	NPKS	1,31	1,44	1,64	1,52	1,48
	NPKMg	1,34	1,47	1,49	1,58	1,47
Średnio — <i>Mean</i>		1,32	1,45	1,56	1,55	
NIR — <i>LSD</i>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lata — <i>years of studies</i> — 0,12</li> <li>• nawożenie przedsiewne — <i>before-sowing fertilization</i> — r.n.</li> <li>• nawożenie pogłównie N — <i>nitrogen top dressing</i> — 0,08</li> <li>• lata × nawożenie przedsiewne — <i>years of studies × before-sowing fertilization</i> — r.n.</li> <li>• lata × nawożenie pogłównie N — <i>years of studies × nitrogen top dressing</i> — r.n.</li> <li>• nawożenie przedsiewne × nawożenie pogłównie N <i>before-sowing fertilization × nitrogen top dressing</i> — r.n.</li> </ul>						

\* — opis w metodyce — *described in methods*

## Wnioski

---

1. Uzupelnienie przedsiewnego nawożenia NPK (161 kg/ha) siarką w dawce 30 kg/ha lub magnezem — 6 kg/ha nie wpłynęło w znaczący sposób na architekturę łanu gorczyc i ich główne plonotwórcze cechy pokroju.
2. Poglówne zastosowanie azotu (30, 25 + 5, 60 kg/ha) korzystnie wpłynęło na wysokość, grubość u nasady oraz rozgałęzianie łodyg gorczycy białej i sarepskiej, zwiększając jednak ich wyleganie.
3. Plonotwórczy efekt przedsiewnego nawożenia NPKS lub NPKMg gorczycy białej był uzależniony od warunków atmosferycznych. W warunkach obfitych opadów w okresie kwitnienia uzupelnienie przedsiewnego nawożenia siarką było o około 10% bardziej plonotwórcze niż magnezem.
4. Jednokrotne, doglebowe zastosowanie 30 kg N/ha na początku pąkowania było najkorzystniejszym sposobem pogłównego nawożenia azotem gorczycy białej. Zastosowanie części azotu (25 + 5 kg/ha) w formie wodnego roztworu mocznika było tak samo plonotwórcze jak jednorazowa aplikacja dawki w formie stałej (30 kg/ha). Azot zastosowany w dawce 60 kg/ha był już nieproduktywny.
5. Sposób przedsiewnego nawożenia NPKS lub NPKMg nie różnicował istotnie plonowania gorczycy sarepskiej. Azot stosowany pogłównie w formie stałej mocznika powodował przyrost plonu nasion gorczycy sarepskiej aż do dawki najwyższej (60 kg/ha). Plonotwórczy efekt podziału dawki 30 kg N/ha i aplikacji jej części (5 kg N/ha) w formie wodnego roztworu mocznika był taki sam jak jednorazowe, doglebowe zastosowanie 60 kg N/ha.

## Conclusions

---

1. Supplementary of pre-sowing NPK rate (161 kg per ha) with sulphur at the rate of 30 kg per ha or magnesium 6 kg per ha did not affect stand architecture of both crops and their morphological features. Nitrogen top dressing (30, 25 + 5, 60 kg per ha) favourably modified height, diameter of stem base and branching of Indian and white mustard stems but plant tended to lodge.
2. Yield bearing effects of NPKS and NPKMg on white mustard was dependent on weather conditions. When a lot of rainfalls were noted during plant flowering period application of sulphur was more effective than application of magnesium. Application of 30 kg N per ha at the start of flowering gave the best results among the methods of white mustard top dressing. Splitting of this rate into 25 kg N per ha as a solid fertiliser and 5 kg N in a solution gave

the same results as application of the whole rate of 30 kg N per ha as a solid fertiliser. Rate of 60 kg N per ha appeared to be less productive.

3. Method of pre-sowing application of NPKS or NPKMg did not differentiate the obtained yield of Indian mustard. Nitrogen applied as a solid fertiliser contributed to the increase of seed yield up to the rate of 60 kg N per ha. Yield enhancing effects of splitting of the applied rate of 30 kg N (25 as a solid + 5 kg N in the solution) was the same as one rate of solid fertiliser of 60 kg N per ha.

## Literatura

---

- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska A. 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. Pam. Puł., 8: 3-77.
- Jankowski K., Budzyński W. 1999. The effects of some agronomic factors on *Sinapis alba* yield. Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress 26-29.09.1999, Canberra, Wyd. CD-ROM.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1994. Wpływ nawożenia azotowego na plon nasion gorczycy białej i sarepskiej. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo, LIX, 230: 71-76.
- Muśnicki Cz., Tobała P. 2000. Stan i perspektywy uprawy roślin oleistych w Polsce. Mat. Konf. Nauk. pt. „Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy”, Poznań 16-17.05.2000. Wyd. AR Poznań: 255-259.
- Muśnicki Cz., Tobała P., Muśnicka B. 1997. Produktywność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośliny Oleiste, XVIII: 270-278.
- Niewidomski H. 1984. Surowce tłuszczowe. WNT, Warszawa.