

Jacek Markus¹, Daniela Ostrowska¹, Tadeusz Łoboda⁴, Stefan Pietkiewicz²
Mariusz Lewandowski³

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

¹ Katedra Agronomii, ² Katedra Fizjologii Roślin, ³ Katedra Entomologii Stosowanej

⁴ Politechnika Białostocka, Katedra Podstaw Produkcji Rolniczej

Reakcja rzepaku jarego odmiany Star na gęstość siewu i nawożenie mineralne

Reaction of cultivar Star of spring oilseed rape on sowing density and mineral fertilization

Słowa kluczowe: rzepak jary, plon nasion, plon tłuszczu, nawożenie, gęstość siewu, wymiana gazowa, glukozynolany

Keywords: spring oilseed rape, seed yield, fat yield, fertilization, sowing density, gas exchange, glucosinolates

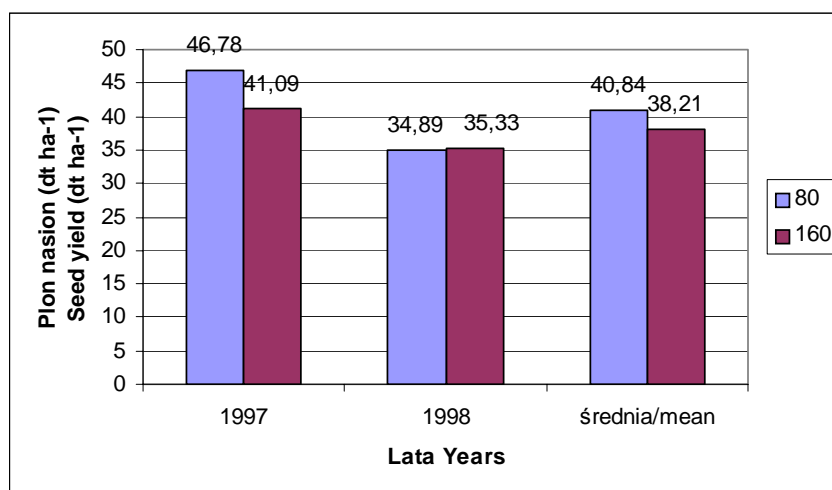
W latach 1997–1998 w Zakładzie Doświadczalnym SGGW Ursynów przeprowadzono doświadczenia polowe z odmianą rzepaku jarego Star, zarejestrowaną w 1996 r. Badano wpływ dwóch gęstości siewu i dwóch poziomów nawożenia NPK na wymianę gazową roślin w łanie, plon nasion, jego strukturę i skład chemiczny. Wysiew 80 i 160 nasion na m² (3,5 i 7,0 kg ha⁻¹) nie miał istotnego wpływu na wysokość plonów nasion i tłuszczu, jak również na zawartość tłuszczu i glukozynolanów. Gęstość siewu najbardziej wpłynęła na obsadę roślin na m² oraz na wysokość osadzenia pierwszego rozgałęzienia. Określono również wpływ gęstości siewu i nawożenia na przewodnictwo szparkowe liści rzepaku jarego. Badane czynniki agrotechniczne nie wpłynęły istotnie na intensywność fotosyntezy, natomiast samo nawożenie NPK modyfikowało wyraźnie przewodnictwo szparkowe i tym samym wymianę gazową. Znacznie większy wpływ na plonowanie tego gatunku wywarło nawożenie NPK. Podwojenie dawki z 144,5 do 289 kg NPK ha⁻¹ (stosunek NPK – 1 : 0,2 : 0,8) wpłynęło na zwiększenie plonu nasion o 11%, podobnie jak i plonu tłuszczu (z 1570 do 1725 kg ha⁻¹).

The field trials with cultivar Star of spring oilseed rape registered in 1996, were conducted in Experimental Station of Warsaw Agriculture University at Ursynów during 1997–1998. The effect of 2 levels of both sowing densities and NPK fertilization on the crop gas exchange, seed yield, its structure and chemical seed composition was investigated. Differentiation of sowing densities of 80 and 160 seeds per 1 m² (3.5 i 7.0 kg ha⁻¹) did not affect significantly the levels of seed and fat yields, as well as on fat and glucosinolate contents. Sowing density much profoundly affected plant density per 1 m² as well as the height of first branch forming. The effects of sowing density and fertilization upon stomatal conductance of spring oilseed rape also was determined. Analyzed agronomical factors did not affect significantly photosynthetic intensity, whereas NPK fertilization itself distinctly modified stomatal conductivity and thus gas exchange. NPK fertilization was the factor which exerted the strongest influence on yielding ability of this species. Doubling rate from 144.5 to 289 kg NPK ha⁻¹ (ratio NPK – 1 : 0.2 : 0.8) caused yield increase by 11%, as well as fat yield (from 1570 to 1725 kg ha⁻¹).

Zbiór dwuetapowy rzepaku rozpoczęto, gdy nasiona były twarde i ciemne, a łuszczyzny częściowo zaschnięte (w stadium 89 wg skali BBA) (Gąsowski i Ostrowska 1993, Meier 1997). Nasiona po wymłóceniu i oczyszczeniu przechowywano w suchym i chłodnym pomieszczeniu. Zawartość tłuszczu i poszczególnych kwasów tłuszczowych oraz glukozydów oznaczono w Zakładzie Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu metodą chromatografii gazowej. Uzyskane wyniki opracowano metodą analizy wariancji.

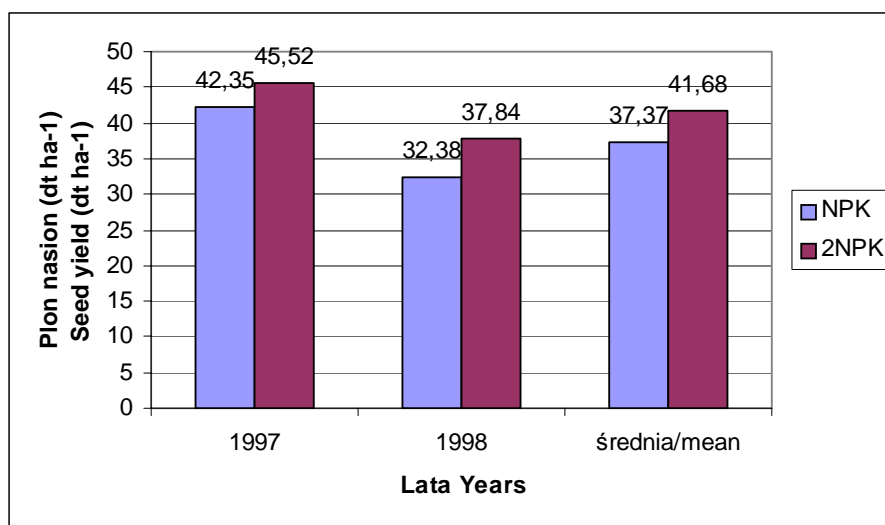
Wyniki i dyskusja

Plon nasion rzepaku w 1997 roku był wyższy przy siewie 80 nasion/m² niż przy wysiewie dwukrotnie większej liczby nasion, natomiast w 1998 roku gęstość siewu nie wpłynęła na plon nasion (rys. 1). Plon nasion rzepaku z jednostki powierzchni zależy m.in. od obsady końcowej. Gęstszy siew w obu latach spowodował istotnie wyższą końcową obsadę roślin w porównaniu z siewem rzadszym, tj. w 1997 r. — 90 i 52, a w 1998 r. odpowiednio 116 i 75 roślin/m² (tab. 1). Obsada roślin podczas zbioru nie zależała od poziomu nawożenia, lecz od przebiegu warunków pogodowych w danym roku i wyniosła: 71 w 1997 i 96 w 1998 r.



Rys. 1. Plon nasion rzepaku jarego odmiany Star (dt ha⁻¹) w zależności od gęstości siewu (80 i 160 nasion m⁻²). NIR_{0,05} dla lat 4,8 — *Seed yield of cultivar Star of spring oilseed rape (dt ha⁻¹) depending on sowing density (80 and 160 seeds m⁻²). LSD_{0,05} for years 4.8*

Przy gęstszym siewie w 1997 r. plon nasion, mimo wyższej obsady końcowej, był niższy, podobnie jak w badaniach Lewandowskiego i in. (1998). Związane jest to ze spadkiem plonu nasion z rośliny, który wg wielu autorów (McGregor 1987, Stoy 1981) ma miejsce przy większej gęstości siewu i wynikającej z tego najczęściej wyższej obsady roślin. Plon nasion z rośliny wynosił średnio 7,6 g/roślinę i w 1997 roku plon był wyższy o 132,5% w porównaniu z 1998. Plon nasion zależał istotnie od poziomu nawożenia NPK i przy dawce podwójnej (2NPK) był znacznie wyższy w obu latach (rys. 2). Podwojenie dawki NPK spowodowało zwiększenie plonu nasion rzepaku jarego o 11%, co znajduje potwierdzenie w badaniach innych autorów (Barszczak i Barszczak 1993, Igras i Jankowiak 1998, Yau i Thurling 1987).



Rys. 2. Plon nasion rzepaku jarego odmiany Star (dt ha⁻¹) w zależności od nawożenia (NPK – 80 kg N ha⁻¹, 19,5 kg P ha⁻¹, 65,9 kg K ha⁻¹, 2NPK – 160 kg N ha⁻¹, 39 kg P ha⁻¹, 131,8 kg K ha⁻¹). NIR_{0,05} dla nawożenia w 1998 roku 2,23. NIR_{0,05} dla lat 4,8 — *Seed yield of cultivar Star spring oilseed rape (dt ha⁻¹) depending on fertilization (NPK – 80 kg N ha⁻¹, 19.5 kg P ha⁻¹, 65.9 kg K ha⁻¹, 2NPK – 160 kg N ha⁻¹, 39 kg P ha⁻¹, 131.8 kg K ha⁻¹). LSD_{0,05} for fertilization in 1998 year 2.23. LSD_{0,05} for years 4.8*

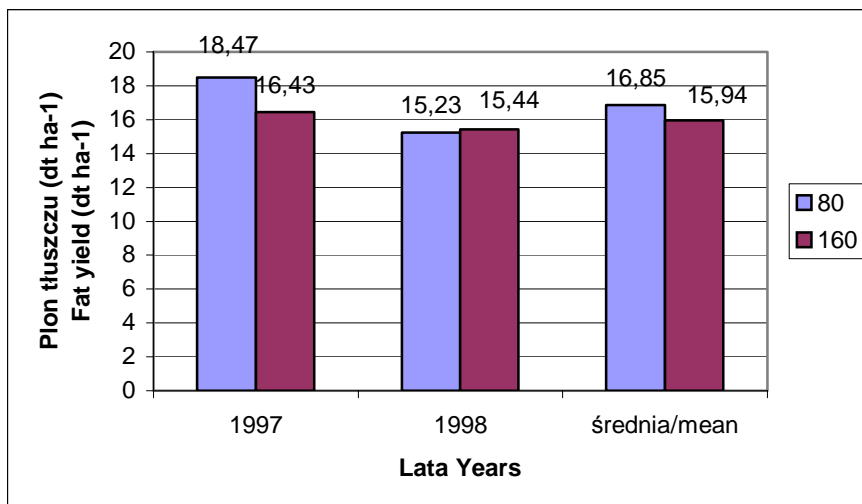
Odmienne niż w badaniach wielu autorów (Budzyński i in. 1984, Kotecki i Broda 1995, Pahlka i in. 1994), a podobnie jak u Jasińskiej i Malarza (1989), nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na wysokość roślin. Średnia wysokość roślin zależała od roku badań, wyższa była w 1997 r. (ok. 150 cm), a niższa w 1998 r. (127 cm) i nie zależała od poziomu nawożenia (tab. 1). Gęstszy siew przyczynił się do wyższego osadzenia pierwszego rozgałęzienia na roślinach

rzepaku jarego (59 cm) w porównaniu do siewu rzadszego (52 cm). Nie zaobserwowano natomiast różnic w wysokości osadzenia pierwszego rozgałęzienia pod wpływem nawożenia NPK. Gęstszy siew przyczynił się do zmniejszenia liczby rozgałęzień pierwszego rzędu na roślinie, przy czym w 1997 r. istotnie, tj. 7,7 dla rzadszego w porównaniu do 6,1 dla gęstego. Uzyskane wyniki wskazują na istotne różnice w liczbie rozgałęzień I rzędu między latami (1997 — 6,9; 1998 — 4,8) i na brak wpływu nawożenia na tę cechę. Według wielu autorów (Barszczak i Barszczak 1993, Gendy i Marquard 1989, Muśnicki i in. 1993) zwiększenie poziomu nawożenia azotem jest przyczyną zwiększenia liczby rozgałęzień, ale zarówno wyniki własne, jak też Muśnickiego (1989), który badał wpływ azotu w zakresie 100–200 kg N/ha tego nie potwierdzają. Stwierdzono natomiast zwiększenie liczby rozgałęzień drugiego i trzeciego rzędu na roślinie rzepaku pod wpływem zwiększenia dawki NPK.

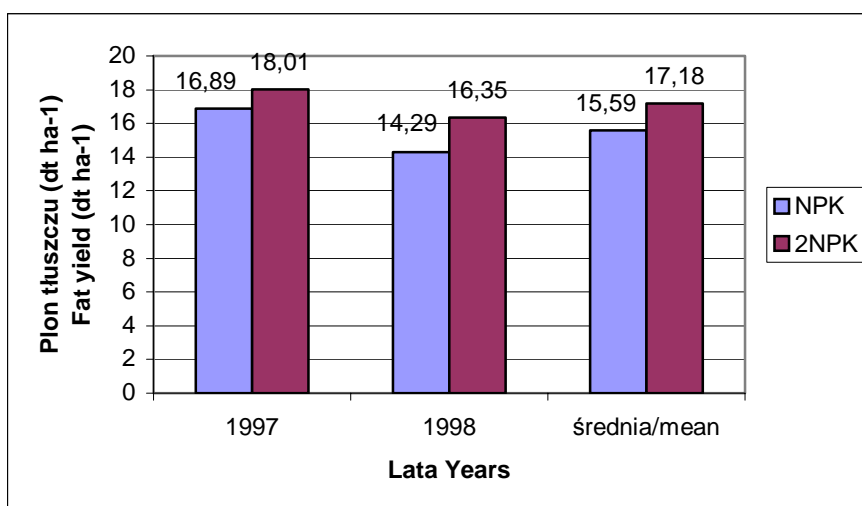
Jednocześnie przy wyższej obsadzie roślin udział nasion z pędów bocznych w ogólnym plonie nasion z rośliny malał, podobnie jak w badaniach Palki (1990). Zmiany te wynikały ze spadku liczby łuszczyń i ich udziału na pędach bocznych, podobnie jak w badaniach Geisler i Stoy (1987) oraz Podlaskiej i in. (1996). Wielu badaczy (Kotecki i Broda 1995, McGregor 1987, Stoy 1981) wskazuje na zmniejszanie się liczby rozgałęzień w miarę wzrostu obsady roślin na jednostce powierzchni.

Przy silniejszym nawożeniu (2NPK) wzrost plonu nasion nastąpił głównie w wyniku zwiększenia liczby łuszczyń na roślinie. Podobne wyniki uzyskało wielu autorów (Gendy i Marquard 1989, Kotecki i Broda 1995, Wójtowicz i in. 1993). Liczba łuszczyń na roślinie była wyższa przy rzadszym siewie, różnica była istotna tylko w 1998 r. (98 w porównaniu z 80), natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia, chociaż w kombinacji 2NPK było ich więcej aniżeli w kombinacji NPK (np. w 1997 r. było 166 i 119, a w 1998 odpowiednio 93 i 85). Przejawił się również istotny wpływ lat badań na liczbę łuszczyń (143 w 1997 i 89 w 1998 r.). Liczba łuszczyń na pędach bocznych w obu latach była istotnie większa przy rzadszym siewie, natomiast nawożenie nie wywierało istotnego wpływu, ale w kombinacji 2NPK obserwowano tendencję do większej liczby łuszczyń na pędach bocznych i zależała ona istotnie od roku badań (102,5 w 1997 i 71 w 1998 r.).

Plon tłuszczu w 1997 r. był wyższy niż w 1998 r. Plon ten z jednostki powierzchni w 1997 r. był nieco wyższy przy wysiewie 80 niż 160 nasion. W następnym roku różnice pod tym względem nie wystąpiły (rys. 3). Plon tłuszczu był istotnie wyższy przy wyższym poziomie NPK, przy czym w 1997 roku zarysowała się jedynie tendencja, natomiast w 1998 roku różnice były istotne (rys. 4). Podobnie wzrost plonu nasion przy wyższym poziomie nawożenia uzyskało wielu autorów (Dembińska 1970, Savenkov 1993, Taylor i in. 1991).



Rys. 3. Plon tłuszczu rzepaku jarego odmiany Star (dt ha⁻¹) w zależności od gęstości siewu (80 i 160 nasion m⁻²). NIR_{0,05} dla lat 1,84 — *Fat yield of cultivar Star of spring oilseed rape (dt ha⁻¹) depending on sowing density (80 and 160 seeds m⁻²). LSD_{0,05} for years 1.84*



Rys. 4. Plon tłuszczu rzepaku jarego odmiany Star (dt ha⁻¹) w zależności od nawożenia (NPK – 80 kg N ha⁻¹, 19,5 kg P ha⁻¹, 65,9 kg K ha⁻¹, 2NPK – 160 kg N ha⁻¹, 39 kg P ha⁻¹, 131,8 kg K ha⁻¹). NIR_{0,05} dla nawożenia w 1998 roku 1,21. NIR_{0,05} dla lat 1,84 — *Seed yield of spring oilseed rape cv. Star (dt ha⁻¹) depending on fertilization (NPK – 80 kg N ha⁻¹, 19,5 kg P ha⁻¹, 65,9 kg K ha⁻¹, 2NPK – 160 kg N ha⁻¹, 39 kg P ha⁻¹, 131,8 kg K ha⁻¹). LSD_{0,05} for fertilization in 1998 year 1.21. LSD_{0,05} for years 1.84.*

Tabela 1

Charakterystyka roślin rzepaku jarego odmiany Star w latach 1997–1998. Wartości średnie cech
Characteristics of cultivar Start of spring oilseed rape plant Average values of the traits

Cecha <i>Character</i>	Lata <i>Years</i>		Gęstość siewu (nasion m ⁻²) <i>Sowing density (seeds m⁻²)</i>			Nawożenie <i>Fertilization</i>		
		NIR _{0,05} <i>LSD_{0,05}</i>	80	160	NIR _{0,05} <i>LSD_{0,05}</i>	NPK	2NPK	NIR _{0,05} <i>LSD_{0,05}</i>
Wysokość roślin (cm) <i>Plant height (cm)</i>	1997	8,06	151	147	ni – ns	149	149	ni – ns
	1998		126	128	ni – ns	125	129	ni – ns
Wysokość osadzenia pierwszego rozgałęzienia <i>Height of the 1st branch (cm)</i>	1997	ni – ns	51	60	ni – ns	56	55	ni – ns
	1998		54	57	2,55	55	56	ni – ns
Liczba rozgałęzień pierwszego rzędu <i>Number of 1st order branches</i>	1997	0,57	7,7	6,1	1,23	6,6	7,2	ni – ns
	1998		4,9	4,7	ni – ns	4,8	4,8	ni – ns
Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of pods per plant</i>	1997	50,04	145	141	ni – ns	119	166	ni – ns
	1998		98	80	13,96	85	93	ni – ns
Liczba łuszczyń na pędach bocznych <i>Number of pods per secondary stems</i>	1997	13,01	122	83	25,95	97	108	ni – ns
	1998		80	62	11,97	68	74	ni – ns
Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds in a pod</i>	1997	0,97	18,07	18,95	ni – ns	18,48	18,54	ni – ns
	1998		25,62	25,10	ni – ns	25,05	25,67	ni – ns
Masa 1000 nasion (g) <i>Mass of 1000 seeds (g)</i>	1997	ni – ns	4,30	4,42	ni – ns	4,32	4,40	ni – ns
	1998		4,34	4,45	ni – ns	4,34	4,45	ni – ns
Liczba roślin na m ² <i>Number of plants per m²</i>	1997	8,12	52	90	11,33	74	68	ni – ns
	1998		75	116	7,31	95	96	ni – ns
Zawartość glukozynolanów (μmol g ⁻¹) <i>Glucosinolate content (μmol g⁻¹)</i>	1997	ni – ns	15,4	16,6	ni – ns	16,3	15,7	ni – ns
	1998		16,0	14,6	ni – ns	15,3	15,3	ni – ns

Tabela 2

Główne parametry wymiany gazowej roślin rzepaku jarego odmiany Star (średnia za 1997 i 1998 r.) w zależności od gęstości siewu (80 i 160 nasion m^{-2}) i nawożenia (NPK – 80 kg N ha^{-1} , 19,5 kg P ha^{-1} , 65,9 kg K ha^{-1} , 2NPK – 160 kg N ha^{-1} , 39 kg P ha^{-1} , 131,8 kg K ha^{-1}) — *Main parameters of gas exchange of spring oilseed rape cv. Star (average for 1997 and 1998) depending on sowing density (80 and 160 seeds m^{-2}) and fertilization (NPK – 80 kg N ha^{-1} , 19,5 kg P ha^{-1} , 65,9 kg K ha^{-1} , 2NPK – 160 kg N ha^{-1} , 39 kg P ha^{-1} , 131.8 kg K ha^{-1})*

Cecha Character	Lata Years		Gęstość siewu (nasion m^{-2}) Sowing density (seeds m^{-2})			Nawożenie Fertilization		
		NIR _{0,05} LSD _{0,05}	80	160	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	NPK	2NPK	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Fotosynteza ($\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$) <i>Photosynthesis ($\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$)</i>	1997	ni – ns	12,7	12,9	ni – ns	12,5	13,1	ni – ns
	1998		14,5	14,1	ni – ns	13,9	14,7	ni – ns
Przewodnictwo szparkowe ($mol H_2O m^{-2} s^{-1}$) <i>Stomatal conductance ($mol H_2O m^{-2} s^{-1}$)</i>	1997	ni – ns	0,43	0,40	ni – ns	0,38	0,45	0,37
	1998		0,46	0,44	ni – ns	0,39	0,51	0,42
Transpiracja ($mmol H_2O m^{-2} s^{-1}$) <i>Transpiration ($mmol H_2O m^{-2} s^{-1}$)</i>	1997	ni – ns	10,2	9,6	ni – ns	9,5	10,3	ni – ns
	1998		11,3	11,0	ni – ns	10,5	11,8	ni – ns

Wstęp

Rzepak jest podstawową rośliną oleistą naszej strefy klimatycznej. Od czasu wprowadzenia odmian podwójnie ulepszonych, tzw. „00”, w których zminimalizowano zawartość szkodliwego kwasu erukowego (w odmianach wysokoerukowych jego udział przekraczał 50%), rzepak dostarcza taniego i dobrego oleju konsumpcyjnego. Śruta i wytloki uzyskane z odmian „00” przy obniżonej zawartości związków antyżywnościowych, głównie glukozynolanów, stanowią cenną paszę wysokobiałkową. Rozszerzenie uprawy rzepaku ozimego w Polsce jest ograniczone ze względu na duże ryzyko wymarzenia roślin. Podczas bezśnieżnych i mroźnych zim rzepak ozimy często wymarza, szczególnie jeśli występują duże wahania temperatur (na przemian dodatnich i ujemnych), które powodują rozhartowanie roślin, co ma miejsce również w okresie wczesnowiosennym. W razie konieczności zaorania rzepaku ozimego można dokonać przesiewu formą jarą. Stąd też przewiduje się wysiew odmian jarych na około 10% ogólnej powierzchni zasiewu rzepaku. W okresie prowadzenia doświadczeń korzystny przebieg warunków pogodowych podczas wegetacji przyczynił się do uzyskania wysokich plonów rzepaku jarego i spowodował wzrost zainteresowania jego uprawą. Odmiany rzepaku jarego wykazują jednak w praktyce znacznie niższe plony w porównaniu do form ozimych. Jednakże według COBORU uprawa rzepaku jarego odmiany Star umożliwiła uzyskanie wysokiego plonu nasion i tłuszczu o dobrej jakości. Celem pracy było zatem określenie wpływu gęstości siewu i dwóch poziomów nawożenia NPK na składowe plonu nasion i cechy jakościowe oraz na wymianę gazową roślin u odmiany rzepaku jarego Star.

Metodyka

Doświadczenie założono na glebie płowej właściwej należącej do kompleksu pszennego dobrego o pH 6,5. Zawartość w 100 g gleby: 15 mg P₂O₅, 16 mg K₂O, 6,4 mg MgO. Nasiona przed siewem zostały zaprawione Zaprawą Nasienną T na sucho i wysiane w rozstawie rzędów 25 cm w terminach 12.04.1997 i 15.04.1998, w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 5,25 m² (wymiar 1,5 × 3,5 m). Gęstość siewu została przeliczona na 100% LZK (laboratoryjna zdolność kiełkowania) i wysiano po 80 i 160 nasion/m². Nawożenie w przeliczeniu na hektar wynosiło: 80 kg N, 19,5 kg P (45 kg/ha P₂O₅) i 65,9 kg K (80 kg/ha K₂O) — NPK oraz 160 kg N, 39 kg P (90 P₂O₅) i 131,8 kg K (160 kg/ha K₂O) — 2NPK. Po siewie zastosowano herbicyd Butisan 400SC w dawce 3 dm³ ha⁻¹. Przeciw słodyszkowi i szkodnikom luszczynowym stosowano insektycydy Fastac i Decis, co 5–6 dni w czasie trwania nalotów.

O jakości nasion rzepaku decyduje zawartość i skład tłuszczu oraz związki antyżywnościowe, głównie glukozynolany. Odmiana Star jest odmianą „00” o znikomej zawartości kwasu erukowego i obniżonej glukozynolanów. W nasionach stwierdzono niewielką zawartość kwasu erukowego, nie przekraczającą 1%. Również zmiany w składzie kwasów tłuszczowych i glukozynolanów pod wpływem badanych czynników agrotechnicznych były niewielkie. Zawartość glukozynolanów (maksymalnie 16,6 $\mu\text{mol/g}$ s.m. przy gęstości siewu 160 w 1997 r.) nie przekraczała 25 $\mu\text{mol/g}$ s.m. nasion odłuszczonych przemysłowych odmian „00” (Kudła 1997). Według Muśnickiego i in. (1999) zarówno zawartość tłuszczu jak i skład kwasów tłuszczowych są cechami determinowanymi genetycznie i zmieniają się w niewielkim zakresie pod wpływem czynników agrotechnicznych i pogodowych. Największa zmienność zawartości tłuszczu wystąpiła pod wpływem lat (najniższa zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku jarego wystąpiła w 1997 roku). Muśnicki i in. (1999) wskazują na największą zmienność zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku pod wpływem czynników genetycznych i pogodowych, a niewielki agrotechnicznych. Wpływ nawożenia na zawartość tłuszczu był nieistotny, jednak podwojenie dawki NPK przyczyniło się do obniżenia jego zawartości.

Zróznicowanie plonu nasion rzepaku jarego nie było wynikiem zmian w intensywności fotosyntezy, gdyż nie znaleziono istotnego wpływu zarówno gęstości siewu, jak i nawożenia NPK na ten proces (tab. 2). Stwierdzono natomiast istotny wpływ nawożenia na przewodnictwo szparkowe rzepaku jarego. Większe przewodnictwo występowało zawsze przy wyższym poziomie nawożenia w obu latach badań (tab. 2). Z kolei zmiany przewodnictwa szparkowego rzutowały głównie na intensywność transpiracji, która była nieco wyższa przy wyższym nawożeniu, ale na którą jednak zarówno gęstość siewu, jak i nawożenie nie wpłynęły istotnie (tab. 2). Podobne wielkości wymiany gazowej stwierdzili Łoboda i in. (2000) u roślin rzepaku ozimego.

Wnioski

- Podwojenie nawożenia NPK powodowało istotny wzrost plonu nasion i tłuszczu badanej odmiany.
- Gęstość siewu w znacznie większym stopniu wpłynęła na takie elementy struktury plonu jak obsada roślin na m^2 oraz na wysokość osadzenia pierwszego rozgałęzienia, aniżeli na wielkość i jakość plonu.
- Badane czynniki agrotechniczne nie wpłynęły istotnie na intensywność fotosyntezy, natomiast samo nawożenie NPK modyfikowało wyraźnie przewodnictwo szparkowe i tym samym wymianę gazową.

Conclusions

- Doubling of NPK fertilization caused significant increase of seed and fat yield of the analyzed cultivar.
- Sowing density to the greater extent affected such yield components as plant density per square meter as well as the height of the first internode rather than the amount and quality of the yield.
- Analyzed agronomical factors did not affect significantly photosynthetic intensity, whereas NPK fertilization itself distinctly modified stomatal conductivity and thus gas exchange.

Literatura

- Barszczak Z., Barszczak T. 1993. Wpływ okresowej suszy i zakwaszenia gleby na plony nasion rzepaku ozimego w zależności od dawki azotu. *Post. Nauk Roln.*, 6: 15-23.
- Budzyński W., Majkowski K., Wróbel E., Szempliński W. 1984. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie rzepaku ozimego. *Biuletyn IHAR*, 149: 153-164.
- Dembińska H. 1970. Wpływ wiosennych okresowych niedoborów wody na rozwój i na strukturę plonu rzepaku ozimego przy różnych sposobach dawkowania azotu. *Rocz. Nauk Rol.*, s. A, 97 (1): 33-47.
- Gąsowski A., Ostrowska D. 1993. Klucz do oznaczania stadiów rozwojowych niektórych gatunków roślin rolniczych. SGGW Warszawa: 18-23.
- Geisler G., Stoy A. 1987. Untersuchungen zum Einfluss der Bestandesdichte auf das Ertragspotential von Rapspflanzen (*Brassica napus* L. var. *napus*). *J. Agron. Crop Sci.*, 159 (4): 232-240.
- Gendy A., Marquard R. 1989. Studies on the effect of nitrogen fertilization and growth regulators on seed-yield and some quality criteria of oilseed-rape (*Brassica napus* L.). *Fett-Wissenschaft-Technologie*, 91: 353-357.
- Igras J., Jankowiak J. 1998. Wpływ nawożenia azotem na zużycie wody przez rośliny uprawy polowej. *Fragm. Agron.*, 15: 72-86.
- Jasińska Z., Malarz W. 1989. Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na rozwój i plony rzepaku ozimego. *Rocz. Nauk Roln.*, s A, 108 (1): 135-147.
- Kotecki A., Broda K. 1995. Następczy wpływ jęczmienia jarego uprawianego w siewie czystym i z wsiewką na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego. *Zesz. Nauk. Akad. Roln. Wrocław, Rolnictwo*, 63: 161-170.
- Kudła M. 1997. Zagadnienie glukozyolanów w hodowli jakościowej rzepaku. *Rośliny Oleiste*, XVIII: 119-134.
- Lewandowski M., Dmoch J., Podlaska J., Markus J., Łoboda T., Pietkiewicz S. 1998. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy dwu poziomach nawożenia i obsady roślin. *Rośliny Oleiste*, XIX (1): 313-318.

- Łoboda T., Lewandowski M., Markus J., Pietkiewicz S., Ostrowska D. 2000. Wymiana gazowa i plonowanie rzepaku ozimego w okresie żerowania słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.). Rośliny Oleiste, XXI (1): 293-300.
- McGregor D.I. 1987. Effect of plant density on development and yield of rapeseed and its significance to recovery from hail injury. Can. J. Plant Sci., 67: 43-51.
- Meier U. 1997. Growth Stages of Plants. BBCH Monograph. Blackwell. Wissenschafts-Verlag Berlin-Wien: 26-31.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Roczn. Akad. Roln. Poznań. Rozpr. Nauk.: 191.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1993. Wpływ różnych sposobów uprawy roli i pielęgnowania zasiewów na ilość i jakość plonów rzepaku ozimego. Post. Nauk Roln., 6: 105-113.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1999. Jakość plonów rzepaku ozimego uprawianego w różnych warunkach agrotechnicznych i siedliskowych. W: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych. SGGW Warszawa: 239-246.
- Pahkala K., Sankari H., Ketoja E. 1994. The relation between stand density and the structure of spring rape (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci., 172: 269-278.
- Palka Z. 1990. Schopnost porostu ozime repky kompenzovat vynosove ztraty podminene vyzimovanim. Rost. Vyroba, 36: 243-248.
- Podlaska J., Markus J., Dmoch J., Łoboda T., Pietkiewicz T., Lewandowski M. 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy różnej obsadzie i nawożeniu. I. Niektóre cechy morfologiczne. Rośliny Oleiste, XVII (2): 311-318.
- Savenkov V.P. 1993. Fertilizer application for spring rape. Agrokhimiya, 21: 39-44.
- Stoy A. 1983. Die Bestandesdichte beim Raps. Raps., 1: 10-12.
- Taylor A.J., Smith C.J., Wilson I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). Fertilizer Res., 29: 249-260.
- Wójtowicz M., Krótka K., Wielebski F. 1993. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon, elementy plonotwórcze oraz jakość nasion rzepaku podwójnie ulepszanego. Post. Nauk Roln., 6: 51-58.
- Yau S.K., Thurling N. 1987. Variation in nitrogen response among spring rape (*Brassica napus*) cultivars and its relationship to nitrogen uptake and utilization. Field Crops Res., 16: 139-155.