

Magdalena Czarnik, Waclaw Jarecki, Dorota Bobrecka-Jamro, Aneta Jarecka

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Produkcji Roślinnej

Adres korespondencyjny autora – W. Jarecki, e-mail: waclaw.jarecki@wp.pl

DOI: 10.5604/12338273.1195339

Wpływ gęstości siewu oraz nawożenia dolistnego na plonowanie odmian rzepaku ozimego

The effects of sowing density and foliar feeding on yielding of winter oilseed rape cultivars

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, gęstość wysiewu nasion, nawożenie dolistne, elementy struktury plonu, plon nasion

Streszczenie

Ścisłe doświadczenie polowe z rzepakiem ozimym przeprowadzono w sezonach 2010/2011–2012/2013 w stacji doświadczalnej Podkarpackiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Boguchwałę (49°98' N, 21°95' E) koło Rzeszowa. Celem badań było określenie reakcji dwóch odmian rzepaku ozimego (Arot i Primus F₁) na zróżnicowaną gęstość wysiewu nasion (40 i 60 sztuk·m⁻²) oraz nawożenie dolistne (Basfoliar 12-4-6 + S + amino). Eksperyment został założony według układu split-split-plot w czterech powtórzeniach. Plon nasion był istotnie wyższy na obiektach z większą obsadą roślin na 1 m² w porównaniu do obsady mniejszej. Uzyskana różnica wynosiła 0,48 t·ha⁻¹. Odmiany Arot i Primus F₁ nie różniły się średnim plonem nasion, ale było to zróżnicowane w latach badań. Nawożenie dolistne wpłynęło istotnie o 12,3%, na zwiększenie plonu nasion w porównaniu do kontroli. Obsada roślin wpłynęła modyfikująco na liczbę łuszczyń na roślinie, a nie różnicowała liczby nasion w łuszczyń i MTN. Badane odmiany różniły się istotnie tylko MTN. Nawożenie dolistne wpłynęło istotnie na wzrost liczby łuszczyń na roślinie, a nie zróżnicowało pozostałych elementów struktury plonu.

Key words: winter oilseed rape, sowing density, foliar feeding, yield components, seed yield

Abstract

Field experiments with winter oilseed rape were carried out in the seasons 2010/2011–2012/2013 at the Podkarpacki Agricultural Advisory Centre in Boguchwała (49°98' N; 21°95' E) near Rzeszów. The aim of this study was to determine the influence of two varieties of winter oilseed rape (Arot and Primus F₁) on varied plant density (40 and 60 plants per·m²) and foliar feeding (Basfoliar 12-4-6 + S + amino). The experiment was realized according to the split-split-plot design in four replications. The seed yield significantly increased on the area with 60 seeds per m² as compared to 40 seeds per m². The obtained difference amounted 0.48 t·ha⁻¹. Arot and Primus F₁ did not show any difference in seed yield. The yield was changeable during research years. Foliar fertilization significantly increased seed yield to the control of 12.3%. Different plant density modified significantly the number of pods per plant but did not exert influence on the number of seeds per pod and weight of 1000 seeds. The examined varieties differed significantly in relation to weight of 1000 seeds. Applied foliar fertilizer significantly increased the number of pods per plant but did not influence the other elements of crop structure.

Wstęp

Czynniki środowiskowe i agrotechniczne wywierają istotny wpływ na potencjał plonowania roślin uprawnych. Spośród czynników agrotechnicznych w uprawie rzepaku dużą rolę odgrywa zagęszczenie roślin w łanie oraz nawożenie (Cieśliński i in. 2007a, Jarecki i Bobrecka-Jamro 2011). Wymienione czynniki agrotechniczne wpływają na wzrost i rozwój roślin, kształtują cechy morfologiczne, a w efekcie decydują o wielkości i jakości uzyskiwanego plonu nasion (Cieśliński i in. 2007b, Jędrzejak i in. 2005, Malarz i in. 2006). Wielebski i Wójtowicz (2001) zwracają w tym aspekcie uwagę na potrzebę ustalenia optymalnej gęstości wysiewu nasion, wskazując zarazem na duże zdolności kompensacyjne roślin rzepaku. Kwiatkowski (2012) wykazał zasadność stosowania mniejszej gęstości siewu nasion rzepaku ozimego, ponieważ plon nasion i tłuszczu nie odbiegał istotnie od uzyskanego w warunkach większej gęstości siewu.

W przypadku zrównoważonego nawożenia roślin rzepaku za niezbędne należy uznać stosowanie zarówno makroelementów, jak i mikroelementów (Kocoń 2009). W okresie wegetacji roślin możliwe jest wniesienie części składników pokarmowych w zabiegu dolistnego dokarmienia (Filipek i Harasim 2007, Szewczuk i Sugier 2009). Nawożenie dolistne roślin uprawnych traktowane jest na ogół jako uzupełnienie nawożenia doglebowego i stosowane jest zapobiegawczo – w intensywnych technologiach produkcji lub interwencyjnie – w przypadku niedoboru składników pokarmowych (Kocoń 2009, White i in. 2015). Niedostateczne odżywienie roślin prowadzi do zaburzeń podstawowych procesów fizjologicznych, m.in. fotosyntezy, co niekorzystnie wpływa na wzrost i rozwój roślin, przyczyniając się w konsekwencji do obniżenia plonów (Kocoń i Grenda 2004). Korzystnym zatem sposobem uzupełnienia niedoborów większości składników odżywczych, głównie ze względu na szybkość i efektywność działania, jest ich dolistna aplikacja w okresie wegetacji roślin (Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtyś 1999). Kocoń (2009) dodaje, że stosowanie mikroelementów dolistnie w porównaniu do doglebowego jest korzystniejsze zarówno z przyrodniczego, jak i ekonomicznego punktu widzenia.

Celem podjętych badań było określenie reakcji dwóch odmian rzepaku ozimego (Arot i Primus F₁) na zróżnicowaną gęstość wysiewu nasion (40 i 60 szt.·m²) oraz nawożenie dolistne (Basfoliar 12-4-6 + S + amino). W hipotezie roboczej zakładano, że reakcja badanych typów odmian na zróżnicowane czynniki siedliskowo-agrotechniczne może być odmienna.

Material i metody

Ścisłe doświadczenie polowe z rzepakiem ozimym przeprowadzono w sezonach 2010/2011–2012/2013 w stacji doświadczalnej Podkarpackiego Ośrodka Doradztwa

Rolniczego w Boguchwale koło Rzeszowa (49°98' N, 21°95' E). Był to eksperyment trzyczynnikowy (split-split-plot), przeprowadzony w czterech powtórzeniach.

Doświadczenie założono na glebie brunatnej właściwej, należącej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Charakteryzowała się ona lekko kwaśnym odczynem gleby, wysoką zasobnością w fosfor i potas oraz wysoką lub średnią zasobnością w magnez. Zawartość mikroelementów (żelazo, cynk, mangan, miedź) była średnia, a jedynie boru niska (tab. 1). Analizę chemiczną gleby wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie, wg polskich norm.

Tabela 1

Wyniki analizy gleby — *Results of soil analysis*

Rok <i>Year</i>	pH w KCl 1 mol·dm ³	Zawartość — <i>Content</i>								
		mg·100 g ⁻¹				mg·kg ⁻¹				
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S-SO ₄	Cu	Mn	Zn	Fe	B
2010	6,2	15,9	24,5	6,0	0,52	3,3	256	14,9	2102	1,3
2011	5,8	19,4	25,3	8,6	0,42	4,8	345	15,6	2352	1,2
2012	6,4	18,6	22,3	7,6	0,59	3,9	272	16,8	2423	1,0

Warunki pogodowe podano według zapisów Stacji Meteorologicznej Podkarpackiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Boguchwale.

Badanym czynnikami były:

I — gęstość siewu: 40 i 60 szt·m⁻²,

II — odmiany: Arot i Primus F₁,

III — nawożenie dolistne: kontrola i Basfoliar 12-4-6 + S + amino.

Arot to odmiana populacyjna, rekomendowana do uprawy w województwie podkarpackim. Charakteryzuje się bardzo dużą odpornością na choroby i wyleganie oraz odznacza się wysoką zimotrwałością. Primus F₁ to odmiana mieszańcowa bardzo wysoko i stabilnie plonująca na terenie całego kraju.

Siewy corocznie przeprowadzono w trzeciej dekadzie sierpnia. Rozstawa rzędów wyniosła 20 cm, a głębokość siewu 2 cm. Powierzchnia poletek wyniosła 15 m² (do zbioru 12 m²). Przedplonem była pszenica ozima.

Do zwalczania chwastów wykorzystano preparaty: Butisan Star 416 SC (3 l·ha⁻¹) i Lontrel 300 SL (0,4 l·ha⁻¹ BBCH 32). Zabiegi fungicydowe przeprowadzono przy użyciu środka Caramba 60 SL (1 l·ha⁻¹ BBCH 14) oraz Horizon 250 EW (1,25 l·ha⁻¹ BBCH 65). Do zwalczania szkodników zastosowano dwukrotnie Decis 2,5 EC (0,2 l·ha⁻¹ BBCH 53 BBCH 60).

Nawożenie azotowe w postaci saletry amonowej 34% wyniosło 150 kg·ha⁻¹, z podziałem na dawkę jesienną (30 kg·ha⁻¹) i dwie wiosenne, tj. po ruszeniu wegetacji i w fazie początku pąkowania (po 60 kg·ha⁻¹). Nawożenie mineralne PK wykonano pod orkę przedsiewną w ilości 80 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 120 kg K₂O·ha⁻¹.

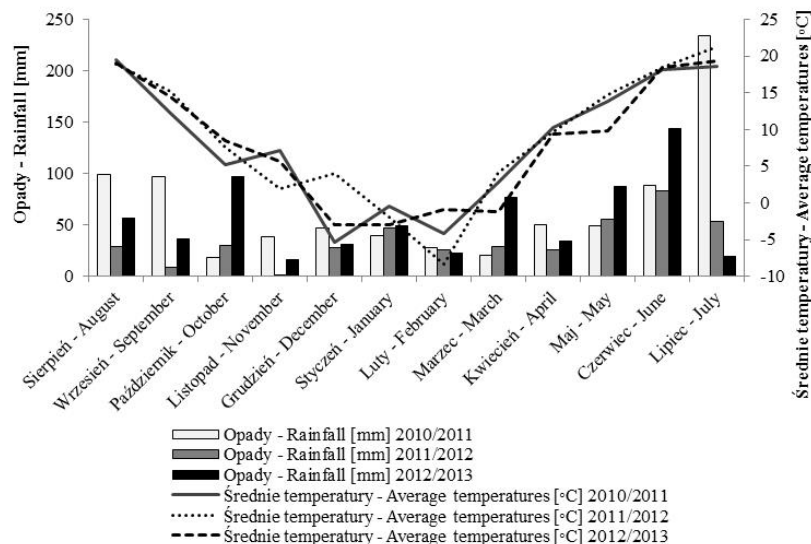
Rośliny na obiektach doświadczalnych nawożono dolistnie nawozem Basfoliar 12-4-6+S + amino ($10 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) w fazie końca pąkowania (BBCH 59).

Obsadę roślin na 1 m^2 policzono w fazie pełni wschodów (BBCH 11), wiosną po ruszeniu wegetacji i przed zbiorem. W fazie dojrzałości technicznej (BBCH 87) z każdego poletka pobrano 20 roślin i określono: liczbę łuszczyń na roślinie, liczbę nasion w łuszczyńce oraz masę tysiąca nasion (przy 14% wilgotności).

Zbiór rzepaku przeprowadzono jednoetapowo w trzeciej dekadzie lipca. Plon podano w przeliczeniu na 1 ha przy uwzględnieniu wilgotności 14%. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej: analiza wariancji (według modelu split-split-plot). Istotność różnic pomiędzy wartościami cech testowano na podstawie półprzedziałów ufności Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny ANAWAL-5FR. Z uwagi na brak interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia pominięto te dane w tabelach.

Wyniki i dyskusja

Warunki pogodowe w latach badań (rys. 1) wywarły modyfikujący wpływ na plon nasion rzepaku. Najwyższy plon rzepak wydał w 2013 r., a najniższy w 2011 r. Wójtowicz (2013) również wskazuje na zmienność plonowania rzepaku ozimego w zależności od warunków środowiska. Zaznacza, że tylko w sprzyjających warunkach wilgotnościowych ujawnia się potencjał plonotwórczy i rola poszczególnych elementów plonotwórczych w jego kształtowaniu. Okresem krytycznym w zapotrzebowaniu rzepaku na wodę jest faza jego kwitnienia i dojrzewania.



Rys. 1. Warunki pogodowe — *Weather conditions*

W badaniach własnych największą sumę opadów odnotowano w lipcu 2010 r. (233,7 mm), co przypadło na okres dojrzwania łuszczyń i nasion. Średnie temperatury powietrza były znacząco zróżnicowane. Najzimniejszym miesiącem był grudzień w 2010 r. ($-5,4^{\circ}\text{C}$) oraz luty w 2012 roku ($-8,34^{\circ}\text{C}$). Przechimowanie i stan roślin były jednak zadowalające na wszystkich obiektach doświadczenia. Wielebski (2007) przy różnym zagęszczeniu roślin zaobserwował wzrost ubytków, ale tylko w warunkach ostrzejszych zim.

Zgodnie z oczekiwaniami zwiększona gęstość siewu wpłynęła na istotny wzrost obsady roślin od fazy wschodów do zbioru (tab. 2). Nie udowodniono natomiast odmianowego zróżnicowania obsady roślin. W doświadczeniu Jareckiego i in. (2013) również nie wykazano odmianowego zróżnicowania obsady roślin rzepaku ozimego. Z kolei Velička i in. (2012) lepsze przechimowanie roślin wykazali dla odmiany mieszańcowej niż tradycyjnej.

Większe ubytki roślin w okresie wegetacji odnotowano na obiekcie z wyższą gęstością siewu w porównaniu do obiektu z gęstością niższą. Średnia obsada roślin przed zbiorem, przy wysiewie 40 i 60 nasion·m⁻², wynosiła odpowiednio 30,7 i 41,2 szt.·m⁻². W badaniach Wielebskiego (2007) oraz Jareckiego i in. (2013) uzyskano zbliżone wyniki dotyczące obsady roślin przed zbiorem. Malarz i in. (2006) największe ubytki roślin przed zbiorem stwierdzili na obiektach z największą liczbą wysianych nasion, tj. 80 szt.·m².

W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu dokarmiania dolistnego na obsadę roślin przed zbiorem. Czuba i in. (1995) oraz Szewczuk (2003) podają natomiast, że nawozy dolistne modyfikują zagęszczenie łanu rzepaku przed zbiorem. Wskazują również, że nawożenie dolistne dobrze jest przeprowadzić już jesienią, wpływa to bowiem na procent przechimowanych roślin.

Tabela 2

Obsada roślin (szt.·m⁻²) — *Plant density (pcs·m⁻²)*

Badane czynniki <i>Factors examined</i>	Wschody <i>Emergence</i>	Ruszenie wegetacji <i>Start vegetation</i>	Przed zbiorem <i>Before harvest</i>
40 szt.·m ⁻² — <i>pcs·m⁻²</i>	38,6	32,4	30,7
60 szt.·m ⁻² — <i>pcs·m⁻²</i>	53,6	44,7	41,2
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} I	13,25	12,05	10,23
Arot	45,0	37,5	35,8
Primus F ₁	47,1	39,6	36,0
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} II	r.n.	r.n.	r.n.
Kontrola — <i>Control</i>	—	—	35,8
Basfoliar 12-4-6 + S + amino	—	—	36,0
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} III	—	—	r.n.

r.n. – różnica nieistotna — *not significantly different*

Zróznicowana gęstość siewu nasion istotnie wpłynęła na liczbę łuszczyń na roślinie, nie wywarła natomiast wpływu na liczbę nasion w łuszczyńce i masę tysiąca nasion (tab. 3). Na obiekcie z większym zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni liczba łuszczyń na roślinie wyniosła średnio 99,5 szt., a na obiekcie z mniejszym zagęszczeniem była większa o 19,1 szt. Badane odmiany różniły się istotnie MTN. Odmiana Primus F₁ wydała dorodniejsze nasiona w porównaniu do odmiany Arot. Jarecki i in. (2013) we wcześniejszych badaniach uzyskali podobne wyniki, przy czym nie potwierdzili odmianowego zróżnicowania elementów struktury plonu. W badaniach Jankowskiego i Budzyńskiego (2007) generalnie odmiany mieszańcowe rzepaku ozimego wykształcały nasiona o mniejszej masie.

Nawożenie dolistne wpłynęło na istotny wzrost liczby łuszczyń na roślinie. Nie modyfikowało natomiast pozostałych elementów struktury plonu. Jarecki i Bobrecka-Jamro (2008) po zastosowaniu mieszanych nawozów dolistnych wykazali istotny wzrost liczby łuszczyń na roślinie oraz MTN w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Tabela 3

Składowe plonu (średnia z lat) — *Yield components (mean in years)*

Badane czynniki <i>Factors examined</i>	Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of siliques on one plant</i>	Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds in one silique</i>	MTN <i>Weight of 1000 seeds (g)</i>
40 szt. \cdot m ⁻² — <i>pcs</i> ·m ⁻²	118,6	22,8	4,88
60 szt. \cdot m ⁻² — <i>pcs</i> ·m ⁻²	99,5	22,7	4,90
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} I	17,52	r.n.	r.n.
Arot	111,0	22,4	4,74
Primus F ₁	107,0	23,0	5,04
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} II	r.n.	r.n.	0,25
Kontrola — <i>Control</i>	103,5	22,9	4,83
Basfoliar 12-4-6 + S + amino	114,5	22,5	4,95
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} III	9,24	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna — *not significantly different*

W prowadzonych badaniach plon nasion był istotnie większy na obiekcie z wyższą gęstością siewu (60 szt·m⁻²) w porównaniu do gęstości niższej (40 szt·m⁻²). Uzyskana różnica wyniosła 0,48 t·ha⁻¹, tj. 12%. Odmiana Arot w porównaniu do Primus F₁ nie różniła się istotnie średnim plonem nasion. Należy jednak zaznaczyć, że istotne różnice w plonowaniu odmian uzyskano w latach badań. W 2011 roku istotnie wyżej plonowała odmiana Primus F₁, a w 2012 roku odmiana Arot (tab. 4). Wielebski i Wójtowicz (2001) w aspekcie prawidłowego zagęszczenia ładu rzepaku

dowiedli dużych zdolności kompensacyjnych roślin u wszystkich badanych odmian. Wielebski (2007) uznał jednak, że wysiew 40 nasion·m⁻² jest zbyt niski, nawet dla odmian mieszańcowych. Wysokie plony nasion gwarantowała w jego doświadczeniu obsada około 50 roślin·m⁻² przed zbiorem. Różyło i Pałys (2014) wykazali, że możliwe jest zmniejszenie gęstości siewu rzepaku ozimego, zmniejszając tym samym zapotrzebowanie na drogę nasiona do siewu, lecz do pewnych granic. Zbyt mała obsada roślin wiąże się bowiem z ryzykiem zmniejszenia plonu nasion.

Nawożenie dolistne wpłynęło na wzrost plonu nasion o 12,3% w porównaniu do kontroli. Uzyskane różnice były istotne i powtarzalne w latach badań. Grzebisz i in. (2010) również potwierdzili wzrost plonów w następstwie dolistnej aplikacji nawozów mikroelementowych. Wzrost plonów w ich doświadczeniu wahał się od 0,36 do 0,49 t·ha⁻¹. Jarecki i Bobrecka-Jamro (2008) wykazali korzyści wynikające z łącznego stosowania nawozów dolistnych. Za najkorzystniejsze wymienieni autorzy uznali nawożenie dolistne roślin rzepaku nawozem Basfoliar 36 Ex łącznie z Soluborem DF lub nawozem Basfoliar 12-4-6 + S łącznie z Soluborem DF. Zwyżka plonu nasion po aplikacji wymienionych nawozów była istotna i wyniosła średnio 14,1%.

Tabela 4
Plon nasion w latach 2011–2013 [t·ha⁻¹] — *Seed yield in years 2011–2013 [t·ha⁻¹]*

Badane czynniki <i>Factors examined</i>	2010/2011	2011/2012	2012/2013	Średnia <i>Mean</i>
40 szt·m ⁻² — <i>pcs·m⁻²</i>	3,68	4,08	4,24	4,00
60 szt·m ⁻² — <i>pcs·m⁻²</i>	3,80	4,60	5,05	4,48
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} I	r.n.	0,483	0,749	0,461
Arot	3,22	4,52	4,62	4,12
Primus F ₁	4,25	4,15	4,68	4,36
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} II	0,852	0,295	r.n.	r.n.
Kontrola — <i>Control</i>	3,53	4,11	4,36	4,00
Basfoliar 12-4-6+S + amino	3,95	4,57	4,94	4,49
NIR — <i>LSD</i> _{0,05} III	0,359	0,406	0,495	0,473

r.n. – różnica nieistotna — *not significantly different*

Wnioski

1. Warunki pogodowe były zróżnicowane w latach badań, co wywarło duży wpływ na plony nasion rzepaku. Nie potwierdzono istotnych interakcji, dla badanych cech, pomiędzy czynnikami doświadczenia.

2. Większe ubytki roślin w okresie wegetacji odnotowano na obiekcie z wyższą gęstością siewu. Z kolei niższa gęstość siewu nasion oraz nawożenie dolistne wpłynęły na istotny wzrost liczby łuszczyń na roślinie.
3. Wyższa gęstość siewu nasion (60 szt·m⁻²) w odniesieniu do niższej (40 szt·m⁻²) wpłynęła istotnie na wzrost plonu nasion o 12%. Nawożenie dolistne, w porównaniu do kontroli, zwiększyło plon nasion o 12,3%.
4. Odmiana Primus F₁ wydała dorodniejsze nasiona w porównaniu do odmiany Arot. Wykazano odmianowe zróżnicowanie plonu nasion w latach badań. W 2011 roku istotnie wyżej plonowała odmiana Primus F₁, natomiast w 2012 roku odmiana Arot.

Literatura

- Cieśliński M., Ostrowska D., Gozdowski D. 2007a. Wpływ zagęszczenia roślin oraz nawożenia azotem na wybrane cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku jarego (*Brassica napus* var. *Oleifera* f. *annua*). Cz. I. Cechy morfologiczne. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVIII: 237-249.
- Cieśliński M., Ostrowska D., Gozdowski D. 2007b. Wpływ zagęszczenia roślin oraz nawożenia azotem na wybrane cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku jarego (*Brassica napus* var. *Oleifera* f. *annua*). Cz. II. Plon i jego składowe. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVIII: 251-260.
- Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M. 1995. Dolistne dokarmianie rzepaku ozimego i gorczycy białej azotem, magnezem i mikroelementami. Wyd. IUNG Puławy, seria P (58), 26 ss.
- Filipek T., Harasim P. 2007. Kumulacja pierwiastków śladowych (Zn i Ni) w biomase pszenicy jarej i rzepaku jarego dokarmianych dolistnie mocznikiem i nawozami mikroelementowymi. Acta Agrophysica, 9 (3): 591-602.
- Grzebisz W., Łukowiak R., Biber M., Przygocka-Cyna K. 2010. Effect of multi-micronutrient fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. J. Elementol., 15 (3): 477-491.
- Jankowski K., Budzyński W. 2007. Reakcja różnych form hodowlanych rzepaku ozimego na termin i gęstość siewu. II. Plon nasion i jego składowe. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVIII: 195-207.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2008. Reakcja rzepaku ozimego na dolistne dokarmianie. Annales UMCS, Sec. E, LXIII, 2: 86-96.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2011. Reakcja rzepaku jarego odmiany Huzar na gęstość siewu i dokarmianie dolistne mocznikiem. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXXII: 117-126.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., Noworól M. 2013. Reakcja rzepaku ozimego na zróżnicowaną ilość wysiewu nasion w rejonie podkarpackim. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, 34 (1): 65-74.
- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI: 125-138.
- Kocoń A. 2009. Efektywność dolistnego dokarmiania pszenicy i rzepaku ozimego wybranymi nawozami w warunkach optymalnego nawożenia i wilgotności gleby. Annales UMCS, Sec. E, LXIV, 2: 23-28.
- Kocoń A., Grenda A. 2004. Wpływ Tytanitu na fotosyntezę, plon oraz pobranie składników pokarmowych przez rośliny rzepaku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 502, 1: 49-64.

- Kwiatkowski C.A. 2012. Response of winter rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg., Sinsk) to foliar fertilization and different seeding rates. *Acta Botanica*, 65 (2): 161-170.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2006. Wpływ zagęszczenia roślin w łanie na wysokość i jakość plonu trzech odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2): 299-310.
- Różyło K., Pałys E. 2014. New oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties – canopy development, yield components, and plant density. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science*, 64 (3): 260-266.
- Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U. 1999. Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 434: 1-11.
- Szewczuk C. 2003. Wpływ stosowania wybranych nawozów dolistnych na przetrzymywanie i plony nasion rzepaku ozimego. *Acta Agrophysica*, 85: 289-295.
- Szewczuk Cz., Sugier D. 2009. Ogólna charakterystyka i podział nawozów dolistnych oferowanych na polskim rynku. *Annales UMCS, Sec. E, LXIV*, 1: 29-36.
- Velička R., Pupalienė R., Butkevičienė L.M., Kriauciūnienė Z. 2012. Peculiarities of overwintering of hybrid and conventional cultivars of winter rapeseed depending on the sowing date. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 11 (1): 53-66.
- White C.A., Roques S.E., Berry P.M. 2015. Effects of foliar-applied nitrogen fertilizer on oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*, 153, 1: 42-55.
- Wielebski F. 2007. Reakcja różnych typów odmian rzepaku ozimego na zmienne zagęszczenie roślin w łanie. I. Plon nasion i jego składowe. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVIII: 209-226.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2001. Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII: 349-362.
- Wójtowicz M. 2013. Rola czynników środowiskowych i agrotechnicznych w kształtowaniu wielkości i jakości plonu rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). *Monografie i rozprawy naukowe IHAR-PIB*. 45: ss 111.