

Joanna Dziamba, Szymon Dziamba

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

## **Wpływ przedsewnej stymulacji nasion światłem czerwonym na zawartość składników pokarmowych w nasionach pokolenia potomnego rzepaku ozimego**

### **I. Zawartość podstawowych składników pokarmowych**

#### **Influence of pre-sowing red light stimulation on nutrients contents in winter rape seeds**

##### **I. Basic nutrient contents**

Słowa kluczowe: odmiany, naświetlanie, warunki meteorologiczne, podstawowy skład chemiczny

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących zawartości podstawowych składników pokarmowych (tłuszczu, białka, związków bezazotowych wyciągowych, popiołu i glukozynolanów) w zależności od odmiany, naświetlania i warunków pogodowych.

Materiał badawczy stanowiły nasiona pochodzące z doświadczenia polowego. Czynniki doświadczenia były odmiany rzepaku ozimego (Californium, Pomorzanin, Kronos, Spencer) i przedsewna stymulacja nasion światłem czerwonym emitowanym przez generator fal elektromagnetycznych (GFE). W obrębie każdej odmiany wyróżniono kombinację kontrolną (bez naświetlania) i trzy obiekty z 1-, 3- i 5-krotnym naświetlaniem.

W warunkach doświadczenia największy wpływ na zawartość składników pokarmowych w nasionach rzepaku ozimego miały jedynie warunki pogodowe. Różnice odmianowe uzewnętrzniły się tylko w zawartości glukozynolanów.

Key words: cultivar, radiation, weather conditions, basic chemical composition

The paper presents the research results of studies on basic nutrients (fat, protein, nitrogen-free extracts, ash and glucosinolanes) in relation to a cultivar, radiation and weather conditions.

The research material comprised seeds obtained from a field trial. The experimental factors included the winter rape cultivars (Californium, Pomorzanin, Kronos, Spencer) as well as pre-sowing stimulation of seeds with red light emitted by an electromagnetic wave generator (EWG). Within each cultivar, there was distinguished a control combination (no radiation) and three objects with 1-, 3- and 5-time radiation.

Under the study conditions, only the weather conditions were proven to affect the nutrients in winter rape seeds to the highest degree. The cultivar differences were shown only in glucosinolanes content.

Basic nutrient content in winter rape seeds was significantly affected primarily by weather conditions.

The intensity of the impact of experimental factors on nutrient contents in seeds in each research year was largely modified by meteorological conditions. Therefore, in many cases there were not recorded significant differences between the means from the three-year period.

The experimental factors have been found not to affect basic nutrient levels in seeds (fat, protein, fibre, nitrogen-free extracts, ash). Cultivar differences were manifest only in glucosinolanes content .

The top experimental and non-experimental factors affecting nutrient content in winter rape seeds can be ordered as follows: habitat conditions, cultivar and radiation.

## Wstęp

---

Podstawowymi substancjami zapasowymi nasion są: cukrowce, białka i tłuszcze. W zależności od zawartości powyższych składników w nasionach wyróżniamy: nasiona węglowodanowe czyli skrobiowe, nasiona białkowe i oleiste (Kulka i Górecki 1995). W warunkach Polski rzepak (polska soja, czarne złoto, oliwka północy) jest jedną z czołowych roślin oleisto-białkowych, uprawianych także w świecie.

O wartości technologicznej i żywieniowej nasion rzepaku decyduje ich skład chemiczny, który kształtowany jest przede wszystkim przez czynniki genetyczne i środowiskowe (Wojnowska i in. 1995, Kotecki i in. 2002, Wielebski i in. 2004).

Niektórzy autorzy (Muśnicki i in. 1999, Tys i Jankowski 2002) wykazali, że jakość plonu rzepaku zmienia się bardziej pod wpływem warunków środowiskowych niż pod wpływem agrotechniki. Człowiek ma największy wpływ na wielkość i jakość plonu poprzez nawożenie roślin. Silne nawożenie, zwłaszcza azotowe, zwiększa zawartość białka i obniża zawartość tłuszczu, lecz mimo to plon tłuszczu z hektara wzrasta, ponieważ wzrasta plon nasion (Wielebski 2005).

Zdaniem wielu autorów (Muśnicki i in. 1999, Budzyński i in. 2005, Malarz i in. 2006) o wydajności tłuszczu decyduje wyłącznie poziom plonu nasion. Dlatego też Muśnicki i in. (1999) uważają, że w uprawie roślin oleistych należy stosować przede wszystkim zabiegi zwiększające plon nasion, natomiast unikać zabiegów zwiększających zawartość tłuszczu w nasionach, które na ogół obniżają ogólny plon nasion.

Jednym z najnowszych sposobów zwiększających plonowanie roślin uprawnych jest uszlachetnianie materiału siewnego światłem czerwonym emitowanym przez generator fali elektromagnetycznych (GFE). Uzyskane dotychczas wyniki badań wskazują na korzystny wpływ przedświeceniowej stymulacji nasion przy pomocy GFE (Dziamba i in. 1999a, b, 2001, 2004, 2009, Rachoń i in. 1999, Szumiło i in. 2007, Wójcik 2009a, b).

W zależności od warunków siedliskowych, rodzaju rośliny i odmiany wzrost plonu może wynosić od 5 do 30%, a niekiedy i więcej.

Badania z wykorzystaniem metod fizycznych, takich jak światło lasera czy też GFE, należą do rzadkości i dotyczą głównie plonowania. W literaturze przedmiotu brak jest natomiast doniesień na temat jakości nasion pokolenia potomnego. Dlatego też podjęto badania nad oceną oddziaływania światła czerwonego na zawartość

podstawowych składników pokarmowych w nasionach rzepaku pokolenia potomnego (tłuszczu, białka, związków bezazotowych wyciągowych, włókna, popiołu i glukozyolanów).

## Materiały i metody

---

Materiał badawczy stanowiły nasiona rzepaku ozimego pochodzące z doświadczenia polowego. Czynnikiem eksperymentu były cztery odmiany rzepaku (Californium, Pomorzanie, Kronos, i Spencer) oraz przedsewna stymulacja nasion światłem czerwonym. W obrębie każdej odmiany wyróżniono kombinacje: kontrolną (bez naświetlania) i 3 obiekty 1-, 3- i 5-krotnym naświetlaniem.

Zabieg naświetlania wykonano jeden dzień przed siewem przy użyciu GFE. Sposób naświetlania polegał na naświetleniu płaskiej strugi nasion z obu stron światłem czerwonym o gęstości strumienia przypadającej na jedną stronę strugi równej 110–130 W/m<sup>2</sup> dla fal o długości 650–670 nm (Dziamba i Zarebski 1993).

Rzepak ozimy uprawiano zgodnie z zalecaną technologią uprawy obowiązującą w doświadczeniach COBORU. Wyniki dotyczące plonowania rzepaku omówiono w innej pracy (Dziamba i in. 2009).

Próbki nasion do analiz chemicznych pobierano ręcznie z poszczególnych obiektów przed zbiorem rzepaku, aby w ten sposób uniknąć zanieczyszczenia kombinacji podczas zbioru kombajnowego.

Wyniki opracowano statystycznie metodą dwuczynnikowej analizy wariancji z zastosowaniem półprzedziału ufności T-Tukey'a.

W nasionach rzepaku oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych metodami konwencjonalnymi. Natomiast zawartość glukozyolanów w nasionach rzepaku oznaczono metodą HDLC.

### Warunki przeprowadzenia badań

#### *Charakterystyka gleby*

Doświadczenia przeprowadzono na glebach lekkich zaliczonych do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Są to bielice i pseudo bielice wytworzone z piasków gliniastych mocnych i glin lekkich. W badanym trzyleciu w zależności od stanowiska wykazywały one odczyn lekko kwaśny pH (KCL) od 5,65 do 5,88, wysoką do bardzo wysokiej zasobność w fosfor (16,7–26,5 mg/100 g gleby) i średnią do wysokiej zasobność w potas (13,7–22,70 mg/100 g gleby) oraz niską do średniej zasobność w magnez (2,7–4,0 mg/100 g gleby).

#### *Warunki meteorologiczne*

W latach przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono znaczne zróżnicowanie warunków pogodowych, zwłaszcza w okresie wiosenno-letnim.

Duża suma opadów i wysoka średnia dobową temperatura powietrza cechowały wiosnę 2004 roku. Lato natomiast obfitowało w opady ze średnią dobową temperaturą powietrza zbliżoną do średniej z wielolecia. Okres ten należy ocenić jako najbardziej sprzyjający zarówno plonowaniu, jak i jakości nasion rzepaku (najwyższy plon nasion i najwyższa zawartość tłuszczu). Najmniej korzystne warunki pogodowe zarówno dla plonowania (najniższy plon nasion), jak i jakości nasion (najniższa zawartość tłuszczu) wystąpiły w 2006 roku cechującym się zarówno najniższą sumą opadów, jak i średnią dobową temperaturą powietrza.

## Wyniki i dyskusja

---

Ze względu na brak istotnych różnic we współdziałaniach badanych czynników w zestawieniach tabelarycznych ograniczono się do zaprezentowania wyników badań dotyczących głównych czynników (odmiana, naświetlanie, lata) (tab. 1).

W podstawowym składzie chemicznym istotne różnice wystąpiły jedynie pod wpływem zmiennych warunków pogodowych. Podobnie w badaniach Pogorzelec (2007), największy wpływ na zawartość w nasionach wszystkich składników pokarmowych miały czynniki meteorologiczne.

### Zawartość tłuszczu

Zawartość tego składnika w badanym okresie w zależności od obiektu w skrajnych przypadkach zawierała się w przedziale od 38,09 do 53,8%. Średnia zawartość tłuszczu w nasionach wynosiła 44,77%. Największy wpływ na zawartość tego składnika w nasionach miały czynniki meteorologiczne, o czym świadczą najwyższe wartości współczynnika zmienności  $W = 16,06\%$  (tab. 2). Najwyższą zawartość tłuszczu oznaczono w nasionach pochodzących ze zbioru w 2004 r., kiedy odnotowano najniższe temperatury powietrza i dużą ilość opadów. Z kolei najniższą zawartością tłuszczu cechowały się nasiona zebrane w ciepłym i suchym 2006 roku (tab. 1). Wyniki naszych badań potwierdzają wcześniejsze doniesienia Canvina (1965) i Dembińskiej (1970), które wskazują na istotną rolę układu warunków wilgotnościowo-termicznych w kształtowaniu zawartości tłuszczu i białka w nasionach.

Nasiona zebrane z roślin rosnących w rejonach suchych bądź w warunkach suszy zawierają więcej substancji białkowych, a mniej tłuszczu. Natomiast rejon odznaczający się łagodnym i wilgotnym klimatem sprzyja dużemu nagromadzeniu tłuszczu w nasionach, gdy tymczasem zmniejsza się zawartość białka (Barszczak i in. 1994). Różnica pomiędzy odmianami w zawartości tłuszczu w skrajnym przypadku wynosiła zaledwie 0,47%.

Pod wpływem naświetlania w każdym roku wystąpiła tendencja do obniżania się zawartości tłuszczu w nasionach. W miarę zwiększania krotności naświetlania

zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku malała. W obu przypadkach odnotowano najniższe wartości współczynnika zmienności (odmiany  $W = 0,91\%$ , naświetlanie  $W = 0,80\%$ ).

Tabela 1  
Zawartość podstawowych składników (% s.m.) i glukozynolanów w nasionach rzepaku ozimego w zależności od odmiany, krotności naświetleń i okresu wegetacji — *Content of basic components (% f.m.) and glucosinolanes in winter rape seeds in relation to cultivar, radiation repetition rate and vegetation season*

Poziom czynnika <i>Factor level</i>	Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i>	Białko ogólne <i>Crude protein</i>	Włókno surowe <i>Crude fiber</i>	Bezazotowe związki wyciągowe <i>Nitrogen-free extracts</i>	Popiół surowy <i>Ash</i>	Glukozynolany <i>Glucosinolanes</i> [μM/g s.mb.]
<i>Odmiany — Cultivars</i>						
Californium	44,43	20,69	7,48	22,81	4,59	7,5
Pomorzanin	44,88	21,14	6,84	23,00	4,15	6,4
Kronos	44,86	20,29	6,70	24,10	4,06	6,3
Spencer	44,90	20,92	7,06	22,98	4,22	6,1
NIR — $LSD_{0,05}$	rn	rn	rn	rn	rn	0,93
<i>Krotność naświetleń — Irradiation</i>						
Kontrola (0)	45,16	20,74	6,75	23,30	4,05	6,4
1 x	44,91	20,39	6,80	23,83	4,16	6,5
3 x	44,57	20,75	7,20	23,15	4,34	6,8
5 x	44,43	21,16	7,33	22,61	4,47	6,7
NIR — $LSD_{0,05}$	rn	rn	rn	rn	rn	rn
<i>Lata — Years</i>						
2004	48,55	18,91	7,52	20,59	4,49	7,2
2005	46,55	20,98	6,40	22,32	3,75	6,0
2006	39,20	22,39	7,13	26,75	4,55	6,7
NIR — $LSD_{0,05}$	1,14	0,75	0,80	1,69	0,51	0,61

rn — różnica nieistotna — *difference insignificant*

### Zawartość białka

Największy wpływ na zawartość białka w nasionach miały zmienne warunki pogodowe występujące w poszczególnych okresach wegetacji (tab. 1). Współczynnik zmienności dla lat wynosił 12,31%. Średnia zawartość białka w badanym okresie wynosiła 20,76% z wahaniami w zależności od kombinacji od 17,67 do 23,71%. W ciepłym i suchym 2006 roku zawartość białka była najwyższa, zaś

w chłodnym wilgotnym 2004 roku najniższa, a zatem odwrotnie jak w przypadku zawartości tłuszczu.

Tabela 2

Statystyczna charakterystyka zmiennych niezależnych  
*Statistical characteristics of independent variables*

Zawartość <i>Content</i>	Średnia <i>Mean</i>	Źródła zmienności — <i>Variability factors</i>							
		ogólna <i>general</i>		lata <i>years</i>		odmiany <i>cultivars</i>		naświetlanie <i>irradiation</i>	
		S	W [%]	S	W [%]	S	W [%]	S	W [%]
Tłuszcz — <i>Fat</i> [%]	44,77	4,35	9,71	7,19	16,06	0,41	0,91	0,36	0,80
Białko <i>Protein</i> [% s.m.]	20,76	1,77	8,54	2,56	12,31	0,66	3,17	0,58	2,77
Włókno surowe <i>Crude fiber</i> [% s.m.]	7,02	1,25	17,81	0,83	11,86	0,23	3,24	0,51	7,31
Bez. N. zw. wyc. <i>Nitrogen-free extracts</i> [% s.m.]	23,22	6,33	52,21	464	44,68	1,07	21,44	2,27	31,28
Popiół — <i>Ash</i> [%]	4,25	0,80	18,19	0,65	15,22	0,36	8,44	0,34	7,93
Glukozynolany <i>Glucosinolanes</i> [μM/g s.m.]	6,6	1,27	17,07	0,74	13,06	1,13	16,14	0,11	4,99

S — odchylenie standardowe — *standard deviation*

W — współczynnik zmienności — *coefficient of variation*

Badane odmiany cechowała podobna zawartość białka. Wyższy współczynnik zmienności dla odmian W = 3,17 wskazuje na większe zróżnicowanie odmian pod względem zawartości białka, aniżeli tłuszczu W = 0,91 (tab. 2). Wpływ przed-siewnego traktowania nasion światłem nie miał istotnego wpływu na zawartość białka w nasionach rzepaku.

### Zawartość włókna surowego

Średnia zawartość włókna w nasionach rzepaku w warunkach doświadczenia wynosiła 7,02% (tab. 1) i wahała się w granicach od 4,34 do 9,8%.

Istotny wpływ na zawartość włókna w nasionach miał przebieg pogody w poszczególnych okresach wegetacji. Wpływ czynników doświadczalnych (odmiana, naświetlanie) na zawartość tego składnika w nasionach rzepaku okazał się nieistotny (tab. 1). Większy wpływ na zawartość włókna miała przed-siewna stymulacja nasion, o czym świadczy wyższa wartość zarówno odchylenia standardowego, jak i współczynnika zmienności (tab. 2). Według badań niektórych autorów (Muśnicki i in. 1999) na zawartość włókna w nasionach rzepaku istotny wpływ miał rodzaj

przedplonu. Rzepak uprawiany po zbożach ozimych gromadził więcej włókna niż wysiewany po zbożach jarych. Nieco więcej włókna oznaczono także w nasionach rzepaku uprawianego po roślinach strączkowych.

Mińkowski i Krygier (1998) wykazali, że duże nasiona rzepaku (2,0–2,5 mm) w stosunku do nasion małych (1,6–2,0 mm) zawierały więcej tłuszczu od 1,4 do 3,6%, białka ogółem od 2,1 do 3,2%, glukozyolanów od 9,4 do 11,3% oraz mniej włókna surowego od 2,1 do 3,2%.

### **Zawartość związków bezazotowych wyciągowych**

Spśród podstawowych składników pokarmowych zawartość tych związków w nasionach rzepaku wykazuje największą zmienność zarówno ogólną ( $W = 52,21\%$ ), jak i pod wpływem czynników meteorologicznych ( $W = 44,68\%$ ). Mniejszy wpływ na zawartość związków bezazotowych wyciągowych miał czynnik odmianowy ( $W = 21,44\%$ ), większy natomiast naświetlanie ( $W = 31,71\%$ ). Średnia zawartość związków bezazotowych wyciągowych niezależnie od kombinacji wynosiła 23,22% (tab. 2).

### **Zawartość popiołu**

Niezależnie od obiektu średnia zawartość popiołu w suchej masie nasion rzepaku wynosiła 4,25% i wahała się w granicach od 2,68 do 6,64%. Istotne różnice w zawartości popiołu wystąpiły pomiędzy latami badań. Różnica pomiędzy odmianami w zawartości popiołu w skrajnych przypadkach wynosiła 0,3% i była nieistotna. Przedsewne naświetlanie nasion nie miało wpływu na zawartość w nasionach popiołu.

### **Zawartość glukozyolanów**

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotny wpływ odmiany i warunków pogodowych na zawartość glukozyolanów. W tym przypadku okazało się, że wpływ czynnika odmianowego na zawartość glukozyolanów w nasionach był większy niż warunków pogodowych, o czym świadczą wartości odchylenia standardowego i współczynnika zmienności (tab. 2).

Wyższą zawartością glukozyolanów w nasionach cechowała się odmiana Californium (7,5  $\mu\text{M/g}$ ), a najniższą odmiana Spencer (6,1  $\mu\text{M/g}$ ).

W warunkach doświadczenia w zależności od kombinacji zawartość ta wahała się w granicach od 6,3 do 9,6  $\mu\text{M/g}$  i wynosiła średnio 6,6  $\mu\text{M/g}$  (tab. 2).

Zdaniem Bartkowiak-Brody i Krzymańskiego (1981) różnice przebiegu nagromadzania składników w nasionach obserwowane w różnych latach są wynikiem zmiennych warunków pogodowych.

Wymagania jakościowe dotyczące zawartości glukozyolanów w nasionach zrejonizowanych w Polsce odmian rzepaku są bardziej rygorystycznie przestrzegane i wynoszą 15  $\mu\text{M/g}$  nasion, podczas gdy w Unii Europejskiej od 2001 roku 25  $\mu\text{M/g}$ , a przed 2001 rokiem 40  $\mu\text{M/g}$  (Lista opisowa odmian 2008).

## Wnioski

---

1. Na zawartość podstawowych składników pokarmowych w nasionach rzepaku ozimego istotny wpływ miały przede wszystkim czynniki meteorologiczne.
2. Intensywność wpływu czynników doświadczalnych na zawartość składników pokarmowych w nasionach w poszczególnych latach badań była modyfikowana w dużej mierze warunkami pogodowymi. Z tych też względów w wielu przypadkach w średnich z trzech lat brak jest istotnych różnic.
3. Nie stwierdzono wpływu czynników doświadczalnych na zawartość podstawowych składników pokarmowych w nasionach (tłuszczu, białka, włókna, bezazotowych związków wyciągowych, popiołu). Jedynie w zawartości glukozyolanów uzewnętrzyły się różnice odmianowe.
4. Siłę wpływu czynników doświadczalnych i pozadoświadczalnych na zawartość składników pokarmowych w nasionach rzepaku można uszeregować w kolejności: czynniki siedliskowe i odmiana. Naświetlanie nie spowodowało istotnych statystycznie różnic.

## Literatura

---

- Barszczak Z., Barszczak T., Kasjanowicz W. 1994. Wpływ okresowej suszy i dawek azotu na plony i skład chemiczny nasion odmiany rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XV: 9-16.
- Bartkowiak-Broda I., Krzymański J. 1981. Zmiany w składzie chemicznym nasion ozimego rzepaku bezerukowego K-2040 w czasie formowania i dojrzewania. *Biuletyn IHAR*, 146: 25-33.
- Budzyński W.S., Jankowski K.J., Rybacki R. 2005. Poziom ochrony a plon nasion rzepaku ozimego w gospodarstwach wielkoobszarowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVI: 421-436.
- Dembińska H. 1970. Wpływ wiosennych okresów niedoboru wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego przy różnych sposobach dawkowania azotu. *Rocz. Nauk Rol.*, ser. A, 97, 33-47.
- Dziamba Sz., Zarebski Z. 1993. Sposób przedsiewnej obróbki ziarna i urządzenie do przedsiewnej obróbki ziarna. Patent RP, No P 299454.
- Dziamba Sz., Cebula M. 1999a. Wpływ przedsiewnej biostymulacji na jakość ziarna pszenicy jarej. Materiały konferencyjne „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”. SGGW, Warszawa, 37-41.
- Dziamba Sz., Wielgo B., Maj L., Cebula M. 1999b. Wpływ przedsiewnej biostymulacji nasion owsa na plonowanie i elementy struktury plonu. *Żywność, nauka, technologia, jakość*, 1 (18): 112-118.
- Dziamba Sz., Dziamba M., Dziamba J. 2001. Wpływ przedsiewnej biostymulacji nasion światłem w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie i właściwości technologiczne ziarna pszenicy jarej. *Biul. IHAR*, 218/219: 223-227.
- Dziamba Sz., Dziamba M., Machaj H., Klimek A. 2004. Wpływ przedsiewnej biostymulacji nasion światłem czerwonym na plonowanie niektórych odmian kukurydzy. *Biul. IHAR*, 231: 445-451.



- Dziamba Sz., Dziamba J., Klimek A. 2009. Plonowanie rzepaku ozimego w zależności od odmiany i przedświejnej stymulacji nasion światłem czerwonym. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 542, cz. I: 129-138.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2002. Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego. II. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIII: 303-312.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2006. Reakcja odmian rzepaku ozimego na zróżnicowany poziom technologii uprawy w warunkach Dolnego Śląska. Przyrodnicze uwarunkowania produkcji roślinnej w 10-lecie Wydziału Rolnictwa i Biologii. SGGW, Warszawa, 23-24.06.2006, 210-211.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmian i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XIX: 219-230.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX: 459-469.
- Pogorzelec A. 2007. Wpływ sposobu siewu na rozwój i plonowanie trzech odmian rzepaku ozimego. Praca doktorska. UP, Wrocław.
- Rachoń L., Dziamba Sz. 1999. Wpływ przedświejnej biostymulacji nasion światłem na plonowanie i jakość pszenicy twardej. Pam. Puł., 118: 341-347.
- Szumiło G., Dziamba Sz. 2007. Reakcja nieoplewionych i oplewionych odmian jęczmienia i owsa oraz ich mieszanek na stymulację nasion generatorem fal elektromagnetycznych. Fragmenta Agronomica, 2: 335-342.
- Tys J., Jankowski K. 2002. Wpływ technologii uprawy i zbioru na jakość nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIII: 85-94.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2004. Wpływ czynników agrotechnicznych na skład chemiczny nasion odmiany mieszańcowej zrestorowanej BOH 3103 w porównaniu z odmianą populacyjną i odmianami mieszańcowymi złożonymi. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXV: 505-519.
- Wielebski F. 2005. Technologia produkcji rzepaku. W: Specyfika nawożenia odmian mieszańcowych. Wieś jutra, 10: 83-85.
- Wojnowska T., Sienkiewicz S., Sienkiewicz S., Wojtas A. 1995. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XVI: 181-187.
- Wójcik S. 2009a. Plonowanie i skład chemiczny kilku odmian amarantusa w zależności od przedświejnej stymulacji nasion. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 542, cz. II: 613-622.
- Wójcik S. 2009b. Wpływ przedświejnej stymulacji nasion na plonowanie i skład chemiczny trzech odmian gryki. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 542, cz. II: 623-631.