

**TOMASZ ZBROSZCZYK**<sup>1</sup>**WŁADYSŁAW NOWAK**<sup>2</sup><sup>1</sup> Katedra Żywienia Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu<sup>2</sup> Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

# Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny ziarna kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego Część II. Skład chemiczny

## **Effect of the protection level and nitrogen fertilization on yielding and chemical composition of the grain of several varieties of fodder spring barley Part II. Chemical composition**

W latach 2001–2003 przeprowadzono 3 serie doświadczeń polowych, w których porównywano wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na skład chemiczny ziarna trzech odmian jęczmienia jarego pastewnego. Badano wpływ podstawowego poziomu ochrony chemicznej i pełnego, oraz zróżnicowanego nawożenia azotem (40, 80 i 120 kg azotu na ha), na zmiany składu chemicznego ziarna trzech odmian jęczmienia jarego pastewnego, w tym jednej odmiany nieoplewionej — Rastik, oraz dwóch oplewionych Bryl i Refren. Stwierdzono istotne zróżnicowanie zawartości większości analizowanych składników między odmianami, nawożenie azotem wpływało istotnie tylko na zawartość białka w ziarnie, poziom ochrony istotnie różnicował tylko zawartość P, K i Ca.

**Słowa kluczowe:** jęczmień jary, nawożenie azotem, poziom ochrony, skład chemiczny

In the years 2001–2003 field investigation was conducted on the effect of the chemical protection level (basic and full) and differentiated nitrogen fertilization (40,80 and 120 kg N/ha) on the chemical composition of grain of three fodder spring barley varieties, including one non husked variety (Rastik) and two husked varieties (Refren and Bryl). It was found that the protection level did not significantly affect the content of the organic and mineral components assayed. Increasing dose of nitrogen significantly increased the general protein content and decreased the content of N-free extract compounds. However, significant differences occurred in the content of individual components between the varieties and investigation years.

**Key words:** spring barley, nitrogen fertilization, protection level, chemical composition

### WSTĘP

Wpływ różnych zabiegów agrotechnicznych, w tym zabiegów ochrony, nawożenia należy rozpatrywać nie tylko pod kątem wielkości plonów, ale również ich jakości (Kawka

i in., 1998; Kruczek 1995, Myszką i in., 1983; Lipa, 1999; Kwiatkowski, 2004). Znaną są powszechnie negatywne skutki nieracjonalnego nawożenia, wywołujące zachwianie w glebie równowagi jonowej i jej negatywnego oddziaływania na skład chemiczny plonu (Czuba i in., 1988; Nowotny-Mieczysłowska, 1976). Stosowanie nadmiernych dawek potasu wywołuje niedobory w roślinach magnezu i wapnia, składników, których rośliny zawierają zwykle niedoborowe ilości. Również podobne, negatywne skutki może wywołać przenażenie fosforem, którego nadmiar utrudnia pobieranie niektórych mikroelementów. Czynnikiem najsilniej oddziałującym na wielkość plonu i jego skład chemiczny jest nawożenie azotem (Czuba i in., 1988; Dobrzańska i in., 1990; Kwiatkowski, 2004). Azot stymuluje zwykle pobieranie innych składników, najbardziej jednak wpływa na wzrost zawartości białka (Nowak i in., 2003; Noworolnik i in., 1983, 2000; Noworolnik, 1985). Reakcja odmian jęczmienia na nawożenie azotem jest jednak znacznie zróżnicowana (Noworolnik, 2000).

Celem pracy było porównanie składu chemicznego ziarna trzech odmian jęczmienia pod wpływem zróżnicowanej ochrony chemicznej i zróżnicowanych dawek azotu.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 2001–2003 przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu trzy serie ścisłych doświadczeń polowych w układzie „split-plot,” na 3 czynniki zmienne (dwa poziomy ochrony — podstawowy i pełny), 3 dawki azotu — 40, 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup> oraz 3 odmiany jęczmienia — Rastik odmiana nieoplewiona, oraz dwie oplewione Refren i Bryl. Bardziej szczegółowy opis metodyki badań zamieszczono w I części pracy dotyczącej plonowania. W ziarnie jęczmienia wykonano powszechnie stosowanymi w laboratoriach metodami oznaczenia zawartości następujących składników: białka ogółem, włókna surowego, tłuszczu surowego, popiołu surowego, fosforu, potasu, wapnia i magnezu. Określono ponadto wartość energetyczną 1 kg suchej masy ziarna oraz wydajność białka i energii z ha w zebranych ziarnie, a także pobranie składników z plonem ziarna z ha.

#### WYNIKI BADAŃ

##### **Zawartość białka ogółem**

Zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia różniła się istotnie między odmianami, dawkami azotu oraz latami badań (tab. 1). Spośród trzech porównywanych odmian, najwyższą zawartością białka wyróżniła się odmiana nieoplewiona Rastik, najmniejszą natomiast odmiana Refren. Wzrost dawki azotu z 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> powodował podwyższenie zawartości białka średnio o 0,6%, kolejny wzrost dawki z 80 do 120 kg·ha<sup>-1</sup> podwyższał zawartość białka o dalsze 0,9%. Poziomy ochrony natomiast nie wywierał istotnego wpływu na zawartość tego składnika. Przebieg pogody w latach badań wywierał również istotny wpływ na zawartość białka. W roku 2001 ziarno zawierało średnio najwięcej białka (15,1%), najmniej natomiast w roku 2002 (12,7%), charakteryzującym się sumą opadów zbliżoną do sumy z wielolecia.

Tabela 1

**Zawartość składników organicznych i popiołu (% s.m.) oraz wartość energetyczna ( $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) ziarna — średnie dla czynników**  
**Content of organic components and ash (% d.m.) and energy value of grain ( $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) — mean for factors**

Wyszczególnienie Specification		Białko ogółem Crude protein	Włókno surowe Crude fiber	Tłuszcz surowy Crude fat	Popiół surowy Crude ash	BAW <sup>1</sup> N-free extract	Wartość energetyczna 1 kg s.m. (MJ) Energy value of 1 kg d.m. (MJ)
Odmiana Cultivar	Rastik	14,8	2,50	2,04	2,35	78,3	8,96
	Refren	13,3	4,64	1,92	2,64	77,5	8,39
	Bryl	13,9	4,52	1,98	2,65	77,0	8,38
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		0,43	0,47	r.n.	0,10	0,6	0,05
Nawożenie N N fertilization ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	40	13,3	4,09	2,06	2,50	78,1	8,58
	80	13,9	3,85	1,90	2,56	77,8	8,58
	120	14,8	3,72	1,98	2,59	76,9	8,57
NIR LSD ( $\alpha = 0,05$ )		0,45	r.n.	r.n.	r.n.	0,6	r.n.
Poziom ochrony Protection level	pełna -full	14,0	3,87	2,05	2,56	77,5	8,58
	podstawowa – basic	14,0	3,90	1,91	2,54	77,7	8,58
NIR LSD ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	0,11	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2001	15,1	4,17	1,68	2,84	76,2	8,49
	2002	12,7	3,87	2,04	2,55	78,8	8,60
	2003	14,2	3,62	2,23	2,23	77,7	8,64
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		0,42	r.n.	0,14	0,10	0,6	0,05

BAW — Bezazotowe związki wyciągowe; N free extract

r.n. — Różnica nieistotna; No significant difference

### Zawartość włókna surowego i tłuszczu

Zawartość włókna surowego w ziarnie była istotnie zróżnicowana między odmianami, natomiast zróżnicowane nawożenie azotem, poziom ochrony, jak również przebieg pogody w latach badań nie różnicowały istotnie zawartości tego składnika (tab. 1). Najniższą zawartością włókna charakteryzowała się odmiana nieoplewiona Rastik. Odmiany oplewione zawierały około 2% włókna surowego więcej w porównaniu do odmiany Rastik. Zróżnicowanie dawek azotu nie wywierało udowodnionego wpływu na zawartość włókna, jednak wraz ze wzrostem dawki azotu występowała tendencja do obniżania zawartość tego składnika.

Zawartość tłuszczu surowego nie różniła się istotnie między odmianami oraz dawkami azotu (tab. 1). Stwierdzono natomiast istotne zróżnicowanie zawartości tego składnika między poziomami ochrony na korzyść pełnego poziomu ochrony, oraz między latami badań. Znacznie powyżej średniej wieloletniej suma opadów w okresie wegetacji w 2001 roku istotnie obniżała zawartość tłuszczu w ziarnie jęczmienia, średnio o około 0,5%.

### Zawartość popiołu surowego i związków bezazotowych wyciągowych

Zróżnicowane nawożenie azotem jak również poziom ochrony nie miały istotnego wpływu na zawartość popiołu w ziarnie. Stwierdzono natomiast udowodniony, zróżnicowany wpływ odmiany i przebiegu pogody w latach badań (tab. 1). Odmiana nieoplewiona Rastik wyróżniała się istotnie niższą zawartością popiołu od odmian oplewionych. Najniższą zawartością popiołu charakteryzowało się ziarno w roku 2003, w którym suma

opadów w okresie wegetacji była najniższa. Zawartość związków bezazotowych wyciągowych kształtowała się odwrotnie do zawartości białka ogółem i była istotnie zróżnicowana między odmianami, dawkami azotu i latami badań.

#### Wartość energetyczna 1 kg suchej masy ziarna (MJ)

Wartość energetyczną 1 kg suchej masy ziarna jęczmienia wahała się od 8,38 do 8,96 MJ, była ona istotnie zróżnicowana tylko między odmianami i latami badań. Najwięcej energii w 1 kg suchej masy zawierało ziarno odmiany nieoplewionej Rastik (8,96 MJ), natomiast wartość energetyczna ziarna odmian oplewionych była jednakowa i niższa od odmiany Rastik o 0,6 MJ. Nieco niższą wartością energetyczną charakteryzowało się ziarno w roku 2001, w którym suma opadów w okresie wegetacji znacznie przekraczała sumę z wielolecia.

#### Wydajność białka i energii z ha

Wydajność białka i energii z 1 ha w ziarnie jęczmienia jarego była funkcją plonu ziarna i procentem zawartości składników w ziarnie. Była ona istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników, jak również w latach badań (tab. 2). Najniższą wydajnością białka charakteryzowała się odmiana nieoplewiona Rastik (613 kg), najwyższą natomiast odmiana Bryl (682 kg). Wzrost dawki azotu istotnie różnicował wydajność białka ogółem. Pełny poziom ochrony również istotnie wpłynął na wzrost wydajności białka z ha.

Tabela 2

#### Wydajność białka ogółem, tłuszczu surowego [kg·ha<sup>-1</sup>] i wartość energetyczna (MJ·ha<sup>-1</sup>) plonu ziarna — średnie dla czynników

#### Crude protein and fat yields (kg·ha<sup>-1</sup>) and energy value (MJSh<sup>-1</sup>) of grain yield — mean for factors

Wyszczególnienie Specification		Plon ziarna (kg·ha <sup>-1</sup> ) Yield of grain (kg·ha <sup>-1</sup> )	Białko ogółem Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Wartość energetyczna plonu z ha (MJ) Energy value of yield in ha (MJ)
Odmiana Cultivar	Rastik	4611	614	84,8	41321
	Refren	5345	645	94,2	44860
	Bryl	5455	684	99,3	45770
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		234	39,2	8,5	2010
Nawożenie Fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	40	5083	610	95,5	43513
	80	5193	650	89,9	44475
	120	5136	682	92,9	43962
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	39,2	r.n.	r.n.
Poziom ochrony Protection level	pełny - full	5263	664	97,9	45078
	podstawowy - basic	5011	631	87,6	42889
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		191	32,0	6,9	1641
Lata Years	2001	4804	637	70,8	40762
	2002	4496	520	83,4	38568
	2003	6111	785	124,1	52624
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		234	39,2	8,5	2010

r.n. — Różnica nieistotna; No significant difference

Wartość energetyczna plonu z ha była istotnie zróżnicowana między odmianami, poziomami ochrony oraz w latach badań. Nie stwierdzono natomiast udowodnionego wpływu zróżnicowanych dawek azotu (tab. 2). Najniższą wartością energetyczną plonu

charakteryzowała się odmiana nieoplewiona Rastik, najwyższą odmiana Bryl. Różnice w wydajności energii z ha między odmianami przekraczały 4 tys. MJ, a różnica między poziomami ochrony wynosiła tylko około 2,5 tys. MJ na korzyść pełnego poziomu ochrony. Duże zróżnicowanie wydajności energii z ha wystąpiło między latami badań i wahało się od 38568 MJ w roku 2002, 40762 MJ w roku 2002 oraz 52624 MJ w roku 2003.

#### Zawartość związków mineralnych — fosforu, potasu, wapnia i magnezu

Zawartość fosforu (P) w ziarnie była mało zróżnicowana (tab. 3). Wystąpiły jednak istotne różnice między odmianami i latami badań. Największą zawartością fosforu wyróżniała się odmiana nieoplewiona Rastik, najmniejszą natomiast odmiana Refren, różnica jednak nie przekraczała 0,04%. Poziom ochrony, jak również zróżnicowanie dawek azotu nie miały istotnego wpływu na zawartość fosforu. Charakterystyczne jest to, że w latach o wyższych plonach (lata 2001 i 2003) ziarno zawierało istotnie więcej fosforu.

Tabela 3

**Zawartość składników mineralnych (% s.m.) w ziarnie (średnie dla czynników)**  
**Content of mineral components (% d.m.) in grain (mean for factors)**

Wyszczególnienie Specification		Fosfor P	Potas K	Wapń Ca	Magnez Mg
Odmiana Cultivar	Rastik	0,36	0,38	0,056	0,19
	Refren	0,32	0,42	0,056	0,20
	Bryl	0,34	0,41	0,055	0,19
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,01	0,03	r.n.	r.n.
Nawożenie Fertilization	40	0,33	0,39	0,054	0,19
	80	0,34	0,41	0,058	0,19
	120 [kg N·ha <sup>-1</sup> ]	0,35	0,40	0,056	0,20
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Poziom ochrony Protection level	pełna - full	0,34	0,41	0,058	0,19
	podstawowa - basic	0,34	0,39	0,054	0,19
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	r.n.	0,003	r.n.
Lata Years	2001	0,35	0,38	0,060	0,17
	2002	0,32	0,46	0,063	0,18
	2003	0,35	0,36	0,044	0,23
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,01	0,03	0,004	0,01

r.n. — Różnica nieistotna; No significant difference

Zawartość potasu (K) podlegała podobnym regułom jak zawartość fosforu. Istotne zróżnicowanie zawartości tego składnika wystąpiło również między odmianami i latami badań. Stwierdzono jednak odmienne kształtowanie się zawartości w odmianach i latach badań. Odmiana Rastik zawierała istotnie mniej potasu od pozostałych odmian, również w latach o wyższych plonach ziarno zawierało istotnie mniej potasu.

Zawartość wapnia (Ca) w ziarnie jęczmienia była bardzo niska i wykazywała istotne zróżnicowanie tylko między poziomami ochrony i latami badań (tab. 3). Zawartość magnezu (Mg) nie była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników. Stwierdzono natomiast zróżnicowanie w latach badań.

#### Pobranie składników przez plon ziarna

Pobranie składników było istotnie zróżnicowane między odmianami, stosownie do wielkości plonu poszczególnych odmian (tab. 4). Najmniej azotu z powierzchni 1 ha

pobrała odmiana Rastik (98,1 kg), najwięcej natomiast odmiana Bryl (109,4), której plon ziarna był najwyższy. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu był istotny tylko na pobranie azotu i wapnia. Poziom ochrony w porównaniu do obiektów bez ochrony istotnie zwiększał pobranie wszystkich składników oprócz magnezu. Pełny poziom ochrony natomiast istotnie zwiększał pobrania składników oprócz wapnia. Stwierdzono również istotne zróżnicowanie pobrania składników w latach badań. W roku, w którym były najwyższe plony (rok 2003), również pobranie wszystkich składników oprócz wapnia było największe. W przypadku azotu różnica w pobraniu między rokiem 2002 a 2003 wynosiła 42 kg.

Tabela 4

**Pobranie składników mineralnych ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) z plonem ziarna — średnie dla czynników**  
**Mineral components uptake of grain ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) — mean for factors**

Wyszczególnienie Specification		Plon ziarna Yield of grain ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Azot N	Fosfor P	Potas K	Wapń Ca	Magnez Mg
Odmiana Cultivar	Rastik	4611	98,1	14,8	15,5	2,3	7,9
	Refren	5345	103,2	15,7	19,7	2,7	9,9
	Bryl	5455	109,4	16,7	19,9	2,7	9,4
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		234	6,3	1,0	1,7	0,2	0,8
Nawożenie ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	40	5083	97,6	15,3	17,8	2,4	8,8
	80	5193	104,0	15,9	19,0	2,7	9,0
	120	5136	109,1	16,0	18,3	2,5	9,5
NIR — LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	6,3	r.n.	r.n.	0,2	r.n.
Poziom ochrony Protection level	pełny - full	5263	106,2	16,2	19,2	2,7	9,3
	podstawowy - basic	5011	100,9	15,3	17,6	2,4	8,9
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		191	5,1	0,8	1,4	0,1	r.n.
Lata Years	2001	4804	101,9	14,7	16,2	2,5	7,0
	2002	4496	83,2	13,2	19,1	2,6	7,6
	2003	6111	125,6	19,3	19,9	2,4	12,7
NIR — LSD ( $\alpha = 0,05$ )		234	6,3	1,0	1,7	r.n.	0,8

## DYSKUSJA

Zawartość poszczególnych składników pod wpływem badanych czynników była znacznie zróżnicowana. Poziom ochrony chemicznej jęczmienia jarego- podstawowy i pełny wywierał wpływ tylko na zawartość tłuszczu surowego i wapnia. Ekstensywny sposób ochrony, ograniczony tylko do zaprawiania ziarna i mechanicznego zwalczania chwastów obniżał w ziarnie zawartość białka, włókna u odmiany nieoplewionej Rastik oraz oplewionej Rataj, natomiast zwiększał zawartość związków bezazotowych wyciągowych (Kwiatkowski, 2004). Z kolei zawartość popiołu zwiększała się u odmiany nagoziarnistej, a obniżała zawartość tłuszczu. Stwierdzono, że wzrost poziomu intensywności uprawy pszenicy (wzrost dawki azotu i poziomu ochrony) nie wywierał udowodnionego wpływu na zawartość składników mineralnych w ziarnie (Nowak, Zbroszczyk, 2003). Fakt ten potwierdzają również badania innych autorów (Kruczek, 1995). Zaprawianie ziarna jest podstawowym zabiegiem w ochronie zbóż. ma ono zapewnić ochronę roślin w czasie kiełkowania i początkowego wzrostu (Lipa, 1999). W przeprowadzonych badaniach,

zróżnicowane nawożenie azotem (40, 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup>) wywarło istotny wpływ tylko na zawartość w ziarnie białka ogółem i związków bezazotowych wyciągowych. Odmiana nieoplewiona Rastik charakteryzowała się większą zawartością białka, co potwierdzają również inni autorzy (Szempliński, 2003; Kawka i in., 1998). Koszański i wsp. (1995) stwierdził, że dawka 100 kg azotu na ha zwiększała istotnie zawartość białka ogółem, włókna i popiołu w ziarnie. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono tylko istotny wzrost zawartości białka, natomiast nie było udowodnionego wpływu na zawartość włókna i popiołu. Dodatni, udowodniony statystycznie wpływ wzrastających dawek azotu na zawartość białka i plon białka z ha potwierdzają badania wielu autorów (Myszka i in., 1983; Noworolnik i in., 1983, 2000; Noworolnik, 1985). Karczmarczyk i wsp. (1982) stwierdził, że wraz ze wzrostem dawki azotu następował wzrost zawartości białka, fosforu, magnezu, a obniżenie zawartości wapnia, podobna zależność wystąpiła również w przedstawionych badaniach (tab. 3).

#### WNIOSKI

1. Zróżnicowane nawożenie azotem wpłynęło istotnie na wzrost zawartości białka ogółem oraz zmniejszenie zawartości związków bezazotowych wyciągowych, nie miało natomiast wpływu na zawartość składników mineralnych w ziarnie jęczmienia.
2. Poziom ochrony chemicznej istotnie wpłynął tylko na zawartość tłuszczu surowego i wapnia, na korzyść pełnego poziomu ochrony.
3. Między badanymi odmianami jęczmienia jarego (Rastik, Bryl i Refren) stwierdzono istotne zróżnicowanie zawartości białka ogółem, włókna surowego, popiołu, fosforu i potasu oraz związków bezazotowych wyciągowych. Odmiana Rastik wyróżniała się większą zawartością białka ogółem, tłuszczu surowego, związków bezazotowych wyciągowych oraz mniejszą zawartością włókna surowego i popiołu.
4. Stwierdzono istotne zróżnicowanie pobrania wszystkich składników między odmianami jęczmienia, poziomem ochrony i latami badań, natomiast zróżnicowane nawożenie azotem wywarło istotny wpływ tylko na pobranie azotu i wapnia.

#### LITERATURA

- Czuba R., Mazur T. 1988. Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWRiL, Warszawa.
- Dobrzańska A., Kutyna M., Plewa J. 1990. Wpływ nawożenia azotem na zawartość białka i niektórych składników mineralnych w ziarnie jęczmienia jarego. Pam. Puł. 97: 93 — 99.
- Jurkowska H., Wiśniowska-Kielian B., Wojciechowicz T. 1981. Wpływ formy i dawki azotu na zawartość makro- i mikroelementów w roślinach. Cz. I: Makroelementy. Acta Agr. et Silv., ser. Agraria, vol. XX: 107 — 119.
- Karczmarczyk S., Laskowski S. 1982. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie i skład chemiczny nasion bobiku oraz ziarna pszenicy i jęczmienia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 236: 303 — 317.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Podsiadło C. 1995. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na jęczmień browarny i pastewny uprawiany na glebie kompleksu żytniego. Cz. II. Skład chemiczny plonu. Zesz. Nauk, AR we Wrocławiu, nr 267: 171 — 177.
- Kawka A., Klockiewicz-Kamińska E., Anioła J., Cierniewska A., Gąsiorowski H. 1998. Ocena niektórych wyróżników jakościowych jęczmienia uprawianego w Polsce. Pam. Puł. 112: 85 — 91.

- Kruczek G. 1995. Plonowanie oraz jakość ziarna jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421 a: 233 — 237.
- Kwiatkowski C. 2004. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia jarego w zależności od zróżnicowanej ochrony zasiewów. *Pam. Puł.* 135: 137 — 144.
- Lipa J. 1999. Nowoczesna ochrona zbóż. *Pam. Puł.* 114: 243 — 257.
- Nowotny-Mieczynska A. 1976. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Myszka A., Ginalski J., Filipek T., Ochał J. 1983. Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plony ziarna i białka jęczmienia jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 238: 147 — 153.
- Nowak W., Zbroszczyk T. 2003. Wpływ poziomu intensywności uprawy na zawartość składników mineralnych w ziarnie pszenicy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493, cz. II: 439 — 445.
- Noworolnik K., Żebrowski Z. 1983. Wpływ podzielonych dawek azotu na plon białka i jego zawartość w ziarnie jęczmienia jarego. *Agrotechnika jęczmienia jarego. IUNG Puławy.*
- Noworolnik K. 1985. Plonowanie i zawartość białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 158: 69 — 78.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja odmian jęczmienia na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163 — 166.
- Szempliński W. 2003. Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego pastewnego. *Biul. IHAR* 229: 147 — 156.