

## WPLYW TECHNOLOGII UPRAWY NA PLOWANIE I ZAWARTOŚĆ BIAŁKA W ZIARNIE JĘCZMIENIA JAREGO

ALEKSANDER SZMIGIEL<sup>1</sup>, MAREK KOŁODZIEJCZYK, ANDRZEJ OLEKSY,  
ANNA LORENC-KOZIK, BOGDAN KULIG

*Instytut Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, 31–120 Kraków*

**Synopsis.** W latach 2011–2013 oceniano wielkość i strukturę plonu oraz zawartość białka w ziarnie czterech odmian jęczmienia jarego uprawianego na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego według technologii ekstensywnej i średnio intensywnej. Technologie różniły się dawką nawozów mineralnych NPK oraz pielęgnacją i ochroną roślin przed wyleganiem. Wielkość plonu ziarna i wartość jego elementów składowych oraz zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego istotnie zależały od intensywności technologii uprawy, odmiany oraz przebiegu pogody w latach badań. Intensyfikacja produkcji jęczmienia skutkowałą zwiększeniem plonu ziarna o 9,5%, większą obsadą kłosów oraz liczbą ziaren w kłosie odpowiednio o 11,2 i 2,9%, a także istotnym zmniejszeniem masy 1000 ziaren. Przyrost plonu ziarna pomiędzy technologią ekstensywną a średnio intensywną w 80,6% zależał od obsady kłosów i w 19,4% od liczby ziaren w kłosie. Wkład masy 1000 ziaren w zwyczaję plonu okazał się ujemny. Większa suma opadów w okresie wegetacji sprzyjała plonowaniu jęczmienia oplewionego, natomiast warunki pogodowe charakteryzujące się mniejszą ilością opadów oraz wyższą temperaturą powietrza korzystniej oddziaływały na plonowanie jęczmienia nagiego. Intensyfikacja technologii uprawy powodowała także zwiększenie zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego, średnio o 12%. Odmiany jęczmienia różniły się wielkością plonu ziarna, wartością elementów składowych plonu oraz zawartością białka w ziarnie. Nagoziarnista odmiana Rastik ustępowała odmianom oplewionym głównie mniejszą obsadą kłosów.

**Słowa kluczowe:** jęczmień jary, intensywność uprawy, plon i elementy składowe plonu, zawartość białka

### WSTĘP

Efektem intensyfikacji uprawy zbóż najczęściej jest przyrost i stabilizacja uzyskiwanych plonów, jednak indywidualna reakcja odmian oraz zróżnicowane warunki siedliskowe sprawiają, że zwiększanie intensywności produkcji ziarna nie zawsze jest uzasadnione ekonomicznie. Wśród czynników agrotechnicznych największe znaczenie plonotwórcze w uprawie zbóż ma nawożenie mineralne, szczególnie azotem. Nawożenie azotowe stymuluje krzewistość produkcyjną roślin dlatego przyrost plonu ziarna jęczmienia jest efektem głównie zwiększenia obsady kłosów [Noworolnik 2013]. Azot korzystnie oddziałuje również na kształtowanie się liczby ziaren w kłosie. Wysokie dawki azotu mogą jednak niekorzystnie oddziaływać na masę 1000 ziaren [Krajewski i in. 2013]. Mimo iż wpływ nawożenia azotowego na plonowanie jęczmienia jest powszechnie znany, określenie optymalnej dawki tego składnika jest trudne, ponieważ warunkowane jest wieloma czynnikami. W opinii wielu autorów badań optymalne dawki azotu w uprawie oplewionych form jęczmienia pastewnego kształtują się w szerokim zakresie od 30 do 120 kg N·ha<sup>-1</sup> [Borówcak i in. 1998, Fotyma 1990, Noworolnik i in. 2004, Szempliński i in. 1998, Wilczewski 2014]. W badaniach Małeckiej i Blecharczyka [2008] przyrost plonu ziarn

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address:* kszur@ur.krakow.pl

na następował do poziomu nawożenia 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Idziak [2005], Pecio i Bichoński [2006], a także Spychaj-Fabisiak i in. [2005] wykazali plonotwórczy wpływ azotu stosowanego w ilości do 60–65 kg N·ha<sup>-1</sup>, natomiast w badaniach Zbroszczyka i Nowaka [2009a] nawożenie azotowe nie różnicowało plonu ziarna jęczmienia. Azot, zdaniem Noworolnika [2003] jest jedynym czynnikiem dodatnio wpływającym zarówno na plonowanie jak i na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego, które warunkuje wartość paszową tego zboża. Badania wykazały ponadto, że właściwe nawożenie azotowe zwiększa konkurencyjność roślin uprawnych wobec chwastów [Blackshaw 2004, Borówczak i in. 1996, Brzozowska i Brzozowski 2011]. Stosowanie dużych dawek nawozów azotowych sprzyja jednak wyleganiu roślin oraz silniejszemu porażeniu przez choroby grzybowe. Następstwem tego jest zmniejszenie plonu oraz pogorszenie jakości zbieranego ziarna. Straty powodowane przez patogeny mogą wynosić od 10 do 50%, a w latach dużego nasilenia ich występowania jeszcze więcej [Bockus i in. 2001, Jaczewska-Kalicka 2002].

Celem badań była ocena plonowania oraz kształtowania się elementów składowych plonu ziarna nagoziarnistej i oplewionych odmian jęczmienia jarego uprawianego według technologii ekstensywnej i średnio intensywnej. Hipoteza badawcza zakłada, że intensyfikacja technologii uprawy jęczmienia wpływa na zwiększenie zawartości białka w ziarnie oraz plonu ziarna poprzez korzystne oddziaływanie na kształtowanie się elementów składowych plonu.

## MATERIAŁ I METODY

Badania polowe realizowano w latach 2011–2013 w Stacji Doświadczalnej w Prusach (50°07'N, 20°05'E) należącej do Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Doświadczenie założono na czarnoziemiu (*CWca*), wytworzonym z lessu, zaliczanym do kompleksu pszennego bardzo dobrego i I klasy bonitacyjnej, charakteryzującym się wysoką zasobnością w fosfor i magnez oraz średnią do wysokiej zasobnością w potas i odczynie lekko kwaśnym. Czynniki doświadczenia były technologie uprawy: ekstensywna (A) i średnio intensywna (B) oraz odmiany jęczmienia jarego, oplewione: Antek, Atico, Nagradowicki i nagoziarnista odmiana Rastik. Technologie uprawy różniły się poziomem nawożenia mineralnego NPK oraz pielęgnacją i ochroną roślin przed wyleganiem. Charakterystykę porównywanych technologii uprawy przedstawiono w tabeli 1.

Doświadczenie założono w układzie split-plot w 4 powtórzeniach. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 10 m<sup>2</sup>. Przedplonem dla pszenicy był owies. Siew wykonywano w 1 dekadzie kwietnia, a zbiór przypadał na I – II dekadę sierpnia. Ilość wysiewu wynosiła 330 kiełkujących ziarniaków na 1 m<sup>2</sup>. W badaniach określono plon ziarna przy wilgotności 15%, obsadę kłosów na jednostce powierzchni, liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren oraz zawartość białka ogółem w ziarnie metodą Kjeldahla (N x 6,25).

Uzyskane wyniki badań poddano ocenie statystycznej wykonując analizę wariancji. Istotność różnic między obiektami weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ . Analizę indywidualnego wkładu oraz udział poszczególnych elementów składowych plonu we wzroście poziomu plonowania pszenicy pomiędzy technologią średnio intensywną a intensywną wykonano w oparciu o metodę Rudnickiego [Rudnicki 2000].

Trzyletni okres badań charakteryzował się dużą zmiennością warunków pogodowych (tab. 2). Okres wegetacji jęczmienia jarego w 2011 r. odznaczał się niesprzyjającymi warunkami wilgotnościowymi w czasie wykształcania i dojrzewania ziarna. W czerwcu odnotowano niedobór opadów, natomiast nadmierna ich ilość w lipcu (194 mm) przyczyniła się do porastania ziarna w kłosie. Odmiennie warunki pogodowe panowały w roku 2012 charakteryzującym się wyższą o 1,2°C średnią temperaturą powietrza oraz mniejszą o 54 mm ilością opadów i nierówno-

Tabela 1. Charakterystyka technologii stosowanych w uprawie jęczmienia jarego  
 Table 1. Characteristic of compared technologies of spring barley production

Nawożenie i pielęgnacja roślin Fertilization and crop protection		Stosowanie Application	Technologia uprawy Cultivation technology	
			A*	B
Nawożenie Fertilization (kg·ha <sup>-1</sup> )	N	ogółem – total	60	90
		przedsiewnie – preplant strzelanie w źdźbło – shooting	60 –	60 30
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		40	60
	K <sub>2</sub> O		60	90
Pielęgnacja roślin Crop protection	herbicydy herbicides		Granstar 75 WG	Granstar 75 WG Lontrel 300 SL
	fungicydy fungicides	zaprawianie ziarna seed dressing	Zaprawa nasienna T 75 DS/WS	
	retardant growth regulator	strzelanie w źdźbło – shooting	–	Cerone 480 SL

\*A – technologia ekstensywna – extensive technology; B – technologia średnio intensywna – medium intensive technology

Tabela 2. Charakterystyka warunków pogodowych  
 Table 2. Characteristic of weather conditions

Rok Year	Miesiąc – Month					Średnia/Suma Mean/Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
Temperatura – Temperature (°C)						
2011	10,2	13,7	17,8	17,6	19,2	15,7
2012	9,8	15,0	17,3	20,0	19,0	16,2
2013	8,9	14,2	17,5	19,5	19,0	15,8
1981–2010	8,6	13,7	16,5	18,4	18,0	15,0
Opady – Rainfalls (mm)						
2011	78	61	44	194	68	445
2012	65	23	143	69	24	324
2013	20	99	213	27	26	385
1981–2010	48	79	89	85	77	377

miernym ich rozkładem niż w analogicznym okresie wielolecia. Deficyt opadów odnotowano w maju a nadmiar w czerwcu. Również w sezonie 2013 r. rozkład opadów był nierównomierny mimo iż ich suma była zbliżona do średniej wieloletniej. Niedobory opadów odnotowano w kwietniu, lipcu i sierpniu, natomiast nadmierną ilość w czerwcu (213 mm).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ czynnika odmianowego, technologii uprawy oraz warunków pogodowych na plonowanie jęczmienia jarego (tab. 3). Wielkość plonu ziarna jęczmienia uprawianego według technologii ekstensywnej – A kształtowała się na poziomie 3,99 t·ha<sup>-1</sup>. Intensyfikacja uprawy przyczyniła się do przyrostu plonu ziarna średnio

Tabela 3. Plon ziarna (t·ha<sup>-1</sup>)  
Table 3. Grain yield (t·ha<sup>-1</sup>)

Czynnik – Factor	Odmiana – Cultivar				Średnio Mean
	Antek	Nagradowicki	Atico	Rastik	
Technologia – Technology					
A*	3,55	4,37	4,46	3,58	3,99
B	3,91	4,72	4,77	4,06	4,37
Rok – Year					
2011	3,95	4,43	5,13	3,54	4,26
2012	3,38	4,41	3,91	4,08	3,94
2013	3,87	4,80	4,82	3,85	4,33
Średnio – Mean	3,73	4,55	4,62	3,82	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for: odmiany – cultivar = 0,21; technologii – technology = 0,11; roku – year = 0,17; odmiana x technologia – cultivar x technology = r.n.; odmiana x rok – cultivar x year = 0,26					

\* Objasnienia w tab. 1 – Explanation in Table 1; r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

o 0,38 t·ha<sup>-1</sup> (9,5%). Korzystny wpływ intensyfikacji ochrony i nawożenia azotowego na plonowanie jęczmienia wykazał również Wilczewski [2014]. W badaniach tego autora plonotwórcza efektywność azotu występowała tylko do poziomu nawożenia 70 kg N·ha<sup>-1</sup>. Z kolei badania Zbroszczyka i Nowaka [2009a], prowadzone w warunkach gleby płowej, wykazały brak istotnego wpływu nawożenia azotowego stosowanego w ilości od 40 do 120 kg N·ha<sup>-1</sup> na wielkość plonu ziarna. W opinii Wróbla [1999], a także Kołodziejczyka i in. [2009] czynnikiem ograniczającym efektywność nawożenia azotowego na glebach kompleksów pszennych jest ich naturalna żyzność. Zależność ta znalazła potwierdzenie w badaniach własnych, w których wszystkie odmiany jęczmienia reagowały w jednakowy sposób na intensyfikację produkcji. Niezależnie od zastosowanej technologii uprawy najwyższą plonującą odmianą jęczmienia była Atico (4,62 t·ha<sup>-1</sup>), a najniższą Antek (3,73·ha<sup>-1</sup>). Doniesienia literaturowe [Krajewski i in. 2013, Liszewski 2008, Kwiatkowski 2004, Szmigiel i Oleksy 2005] wskazują na znacząco niższe plony ziarna jęczmienia nagiego niż oplewionego co częściowo zostało potwierdzone w niniejszych bada-

niach. Plonowanie jęczmienia było istotnie różnicowane przez warunki pogodowe. Największe plony ziarna uzyskano w latach 2011 i 2013 charakteryzujących się znacząco większą sumą opadów niż w okresie wegetacji jęczmienia w 2012 r. Większa ilość opadów sprzyjała plonowaniu jęczmienia oplewionego, natomiast warunki pogodowe charakteryzujące się mniejszą ilością opadów oraz wyższą temperaturą powietrza korzystniej oddziaływały na plonowanie jęczmienia nagiego. Na zależność plonowania jęczmienia jarego od warunków pogodowych zwracając uwagę również Krajewski i in. [2013], Liszewski [2008] oraz Szempliński [2003].

Czynnik odmianowy oraz technologia uprawy istotnie różnicowały wartość wszystkich elementów składowych plonu ziarna jęczmienia jarego, natomiast warunki pogodowe decydowały o obsadzie kłosów i liczbie ziaren w kłosie (tab. 4). Jęczmień uprawiany wg technologii średnio intensywnej wykształcał o 11,2% więcej kłosów, o 2,9% więcej ziaren w kłosie oraz odznaczał się mniejszą o 3,2% masą 1000 ziaren. Badania Moreno i in. [2003] wykazały przyrost

Tabela 4. Wartość elementów składowych plonu ziarna  
Table 4. Value of grain yield components

Czynnik – Factor	Obsada kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of ears per m <sup>2</sup>			Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear			Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)		
	Technologia – Technology								
	A*	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean
Odmiana – Cultivar									
Antek	472	534	503	16,8	17,5	17,1	46,3	44,0	45,2
Nagradowicki	560	609	584	17,7	18,3	18,0	43,0	42,5	42,8
Atico	512	585	548	17,6	17,8	17,7	49,3	49,0	49,1
Rastik	427	465	446	17,5	18,0	17,8	46,7	43,6	45,1
Rok – Year									
2011	494	515	505	16,4	17,0	16,7	46,0	43,9	45,0
2012	451	492	471	18,3	18,7	18,5	47,3	45,6	46,5
2013	533	638	585	17,4	18,0	17,7	45,6	44,8	45,2
Średnio – Mean	493	548	–	17,4	17,9	–	46,3	44,8	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:									
odmiany – cultivar	24			0,4			2,7		
technologii – technology	13			0,2			1,5		
roku – year	19			0,3			r.n.		
technologia x odmiana technology x cultivar	r.n.			r.n.			r.n.		
technologia x rok technology x year	30			0,5			r.n.		

\* objaśnienia w tab. 1 – Explanation in Table 1; r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

plonu ziarna oraz wartości jego elementów składowych po zastosowaniu nawożenia azotowego w ilości do 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, a każda kolejna dawka tego składnika nie powodowała istotnych zmian, a nawet zmniejszenie wartości tych cech. Noworolnik i in. [2014] stwierdzili korzystny wpływ nawożenia azotowego na plon ziarna i obsadę kłosów, brak oddziaływania na kształtowanie się liczby ziaren w kłosie oraz niekorzystny wpływ tego czynnika na masę 1000 ziaren. Również Zbroszczyk i Nowak [2009a] wykazali zmniejszenie masy 1000 ziaren w wyniku intensyfikacji nawożenia azotowego oraz brak wpływu tego czynnika na obsadę kłosów i liczbę ziaren w kłosie. Oceniane w przeprowadzonych badaniach odmiany jęczmienia reagowały zwiększeniem ilości kłosów na jednostce powierzchni oraz ziaren w kłosie w wyniku intensyfikacji uprawy, jednak wpływ ten nie został statystycznie potwierdzony. W grupie ocenianych odmian najmniejszą obsadą kłosów odznaczała się odmiana Rastik, średnio 446 szt.·m<sup>-2</sup>, a największą odmiana Nagradowicki (584 szt.·m<sup>-2</sup>), u której stwierdzono ponadto największą ilość ziaren w kłosie i jednocześnie najdrobniejsze ziarno. Największą masą 1000 ziaren odznaczała się odmiana Atico (49,1 g), a najmniejszą liczbą ziaren w kłosie odmiana Antek (17,1). Istotną rolę w kształtowaniu obsady kłosów i liczby ziaren w kłosie odgrywały również warunki pogodowe. Niedobór opadów w okresie krzewienia się jęczmienia jarego w 2012 r. miał niekorzystny wpływ na kształtowanie się obsady kłosów. Słabiej rozkrzewione rośliny wykształcały jednak istotnie więcej ziaren w kłosie. Stwierdzono ponadto istotne współdziałanie warunków pogody z intensywnością technologii uprawy. Wpływ intensyfikacji produkcji jęczmienia na obsadę kłosów zaznaczył się szczególnie w latach o większej ilości opadów w czerwcu tj. w 2012 i 2013 r. Warunki pogodowe panujące w latach 2011–2013 nie miały wpływu na masę 1000 ziaren.

Przyrost plonu ziarna jęczmienia jarego uzyskany w wyniku intensyfikacji produkcji wynikał głównie ze zwiększenia obsady kłosów (tab. 5). Czterokrotnie mniejszą rolę odgrywało zwiększenie liczby ziaren w kłosie. Wkład masy 1000 ziaren w zwyczaję plonu okazał się ujemny. Wilczewski [2014] wykazał, że intensyfikacja ochrony chemicznej jęczmienia jarego korzystnie wpływa na plon ziarna głównie poprzez zwiększenie masy 1000 ziaren, a w przypadku braku nawożenia azotowego lub stosowania tego składnika w ilości 70 kg N·ha<sup>-1</sup> również ze zwiększenia obsady kłosów.

Tabela 5. Wpływ elementów plonowania na zwyczaję plonu ziarna pomiędzy technologią ekstensywną i średnio intensywną

Table 5. The effect of yield components on the grain yield increase between extensive and medium intensive technology

Plon i elementy składowe Grain yield and its components	Wkład – Contribution		Udział – Share
	t·ha <sup>-1</sup>	%	%
Obsada kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of spikes per 1 m <sup>2</sup>	0,38	9,5	80,6
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per 1 spike	0,09	2,3	19,4
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	-0,10	-2,4	–
Suma – Sum	0,37	9,4	100,0
Błąd oceny (%) Estimation error (%)	0,6		

Zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia jarego wahała się w szerokich granicach od 103 do 136 g·kg<sup>-1</sup> w zależności od przebiegu pogody w latach badań, odmiany oraz poziomu intensywności uprawy (tab. 6). Oceniane odmiany jęczmienia istotnie różniły się ilością białka w ziarnie. Największą zawartością tego składnika odznaczały się odmiany Antek i Rastik, najmniejszą natomiast odmiany Atico i Nagradowicki. Również badania Zbroszczyka i Nowaka [2009b], Noworolnika i in. [2014], a także Szemplińskiego [2003] wskazują na większą ilość białka w ziarnie jęczmienia nagiętego niż oplewionego. Zawartość tego składnika w ziarnie istotnie różnicował także poziom intensywności uprawy. Zastosowanie większego o 30 kg·ha<sup>-1</sup> nawożenia azotem w technologii średnio intensywniej przyczyniło się do przyrostu zawartości białka w ziarnie średnio dla odmian o 13 g·kg<sup>-1</sup>.

Tabela 6. Zawartość białka ogółem (mg·kg<sup>-1</sup>)  
Table 6. Total protein content (mg·kg<sup>-1</sup>)

Czynnik – Factor	Odmiana – Cultivar				Średnio Mean
	Antek	Nagradowicki	Atico	Rastik	
Technologia – Technology					
A*	111	107	103	112	108
B	126	119	114	125	121
Rok – Year					
2011	104	107	103	113	107
2012	136	120	112	113	120
2013	115	112	110	128	116
Średnio – Mean	118	113	109	118	
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for: odmiany – cultivar = 5; technologii – technology = 3; roku – year = 4; odmiana x technologia – cultivar x technology = r.n.; odmiana x rok – cultivar x year = 6					

\* Objasnienia w tab. 1 – Explanation in Table 1; r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W trzyletnim okresie badań największą zawartość białka w ziarnie jęczmienia stwierdzono w roku 2012 odznaczającym się najmniejszą ilością opadów oraz najwyższą średnią temperaturą powietrza. Nadmierna ilość opadów oraz niższa od średniej wieloletniej temperatura powietrza w lipcu 2011 roku miały niekorzystny wpływ na gromadzenie białka w ziarnie jęczmienia jarego. Badania wykazały ponadto interakcyjny wpływ czynnika odmianowego i intensywności uprawy oraz warunków pogodowych na kształtowanie się zawartości tego składnika. Największą ilość białka w ziarnie jęczmienia oplewionego Antek i Nagradowicki stwierdzono w roku 2012, natomiast w ziarnie jęczmienia nagiętego (odm. Rastik) w roku 2013 charakteryzującym się niedoborem opadów w okresie wykształcania i dojrzewania ziarna.

## WNIOSKI

1. Uprawa jęczmienia jarego według technologii średnio intensywniej w porównaniu z ekstensywną skutkowałą zwiększeniem plonu ziarna o 9,5%, większą obsadą kłosów oraz liczbą

- ziaren w kłosie odpowiednio o 11,2 i 2,9%, a także istotnym zmniejszeniem masy 1000 ziaren.
2. Przyrost plonu ziarna pomiędzy technologią ekstensywną a średnio intensywną w 80,6% zależał od obsady kłosów i w 19,4% od liczby ziaren w kłosie. Wkład masy 1000 ziaren w zwyczaję plonu okazał się ujemny.
  3. Intensyfikacja technologii uprawy powodowała zwiększenie ilości białka w ziarnie jęczmienia jarego. Zawartość tego składnika zależała także od odmiany i roku badań oraz interakcyjnego wpływu czynników doświadczenia z warunkami pogodowymi.
  4. Odmiany jęczmienia różniły się wielkością plonu ziarna, wartością elementów składowych plonu oraz zawartością białka w ziarnie. Nagoziarnista odmiana Rastik ustępowała odmianom oplewionym głównie mniejszą obsadą kłosów.

## PIŚMIENNICTWO

- Blackshaw R.E. 2004. Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. *Weed Biol. Manag.* 4: 103–113.
- Bockus W.W., Appel J.A., Bowden R.L., Fritz A.K., Gill B.S., Martin J., Sears R., Seifers D.L., Brown-Guedira G.L., Eversmeyer M.G. 2001. Success stories: breeding for wheat disease resistance in Kansas. *Plant Disease* 85: 453–461.
- Borówczak F., Grześ S., Koziara W. 1996. Zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w zależności od intensywności uprawy. *Prog. Plant Prot.* 36(2): 341–343
- Borówczak F., Koziara W., Grześ S. 1998. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 112: 19–26.
- Brzozowska I., Brzozowski J. 2011. Effectiveness of weed control and the yield of winter triticale depending on the tending method and nitrogen fertilization. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4): 25–33.
- Fotyma E. 1990. Określenie potrzeb nawozowych roślin w stosunku do azotu na przykładzie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 7(4): 4–78.
- Idziak R. 2005. Reakcja jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanek na nawożenie azotem. *Fragm. Agron.* 22(1): 397–404.
- Jaczevska-Kalicka A. 2002. Grzyby patogeniczne dominujące w uprawie pszenicy ozimej w latach 1999–2001. *Acta Agrobot.* 55(1): 89–96.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B. 2009. Plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu agrotechniki. *Fragm. Agron.* 26(3): 58–67.
- Krajewski W.T., Szempliński W., Bielski S. 2013. Plonowanie nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego nawożonego azotem. *Ann. UMCS, sec. E, Agricultura* 68(1): 18–29.
- Kwiatkowski C. 2004. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia jarego w zależności od zróżnicowanej ochrony zasiewów. *Pam. Puł.* 135: 137–144.
- Liszewski M. 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowane technologie uprawy. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 565, Rozpr. 254: ss. 108.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). *Agron. Res.* 6(2): 517–529.
- Moreno A., Moreno M.M., Ribas F., Cabello M.J. 2003. Influence of nitrogen fertilizer on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under irrigated conditions. *Span. J. Agric. Res.* 1(1): 91–100.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Wyd. IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk.* 8: ss. 66.
- Noworolnik K. 2013. Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od dawki azotu. *Fragm. Agron.* 30(3): 123–131.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.* 135: 213–221.



- Noworolnik K., Wirkijowska A., Mikos-Szymańska M. 2014. Effect of genotype and nitrogen fertilization on grain yield and quality of spring barley intended for health food use. *Bulg. J. Agric. Sci.* 20: 576–580.
- Pecio A., Bichoński A. 2006. Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem. *Pam. Puł.* 142: 333–348.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 17(3): 53–65.
- Spychaj-Fabisiak E., Ralcewicz M., Knapowski T., Kłupczyński Z. 2005. Wpływ terminu siewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i skład aminokwasowy białka ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 22(1): 563–573.
- Szempliński W. 2003. Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym. *Biul. IHAR* 229: 147–156.
- Szempliński W., Kisiel R., Budzyński W. 1998. Porównanie rolniczej, energetycznej i ekonomicznej efektywności różnych sposobów produkcji ziarna jęczmienia jarego. *Rocz. AR Poznań* 307, Rol. 52: 25–32.
- Szmigiel A., Oleksy A. 2005. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie nagoziarnistej i oplewionej odmiany jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 22(1): 585–590.
- Wilczewski E. 2014. Wpływ intensywności uprawy i międzyplonu ścierniskowego na plonowanie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 31(1): 95–112.
- Wróbel E. 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118: 448–453.
- Zbrozczyk T., Nowak W. 2009a. Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny ziarna kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego. Część I. Plonowanie. *Biul. IHAR* 251: 137–144.
- Zbrozczyk T., Nowak W. 2009b. Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny ziarna kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego. Część II. Skład chemiczny. *Biul. IHAR* 251: 145–152.

A. SZMIGIEL, M. KOŁODZIEJCZYK, A. OLEKSY, A. LORENC-KOZIK, B. KULIG

## THE EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON YIELDING AND PROTEIN CONTENT IN SPRING BARLEY GRAIN

### Summary

The amount of yield, its structure and protein content in grain of four spring barley cultivars grown on very good wheat complex according to extensive and medium extensive technology were assessed in the years 2011–2013. The technologies differed by the dose of mineral fertilizers, NPK, tending and protection of plants against lodging. The amount of grain yield, value of its components and protein concentration in spring barley grain depended significantly on the intensity of cultivation technology, the cultivar and the weather course in the years of the research. Intensification of barley production resulted in 9.5% increase in yield, higher ear density and number of grains per ear, respectively by 11.2 and 2.9%, but also in the significant diminishing of 1000 grain weight. The increase in grain yield between the extensive and medium extensive technology depended in 80.6% on the number of ears and in 19.4% on the grain number per ear. The 1000 grain weight contribution in the yield increment proved negative. Higher precipitation total during the vegetation period favoured husked barley development, whereas the weather conditions characterised by a lower precipitation volume and higher air temperature proved more favourable for naked barley yielding. Intensification of the cultivation technology caused also on average 12% increase in protein concentrations in spring barley grain. Barley cultivars differed by the amount of yield, yield components value and protein content in grain. Naked Rastik cultivar gave in to the husked varieties mainly owing to poorer plant tillering.

**Key words:** spring barley, cultivation technology, yield and yield components, protein content

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 28.08.2015

Do cytowania – *For citation*:

Szmigiel A., Kołodziejczyk M., Oleksy A., Lorenc-Kozik A., Kulig B. 2015. Wpływ technologii uprawy na plonowanie i zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 32(3): 103–112.