

REAKCJA ODMIAN JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO NA ZRÓŻNICOWANE TECHNOLOGIE UPRAWY

ALEKSANDER SZMIGIEL¹, MAREK KOŁODZIEJCZYK, ANDRZEJ OLEKSY, BOGDAN KULIG

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

Synopsis. W badaniach (2011–2014) oceniano wielkość i strukturę plonu oraz zawartość białka w ziarnie trzech odmian jęczmienia jarego browarnego, uprawianego na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego, według technologii średnio intensywnej i intensywnej. Technologie różniły się dawką nawozów mineralnych NPK oraz poziomem ochrony roślin. Oceniane odmiany jęczmienia: KWS Aliciana, Stratus i Xanadu różniły się wielkością plonu ziarna, wartością elementów składowych plonu i ich wkładem w przyrost plonu oraz zawartością białka w ziarnie. Intensyfikacja uprawy jęczmienia powodowała zwiększenie plonu ziarna, obsady kłosów na jednostce powierzchni oraz masy 1000 ziaren. Przyrost plonu ziarna uzyskany na skutek wzrostu nakładów na zastosowane środki produkcji wynoszący średnio dla odmian 0,35 t·ha⁻¹, w 79,3% zależał od obsady kłosów, w 16,9% od masy 1000 ziaren, a w 3,8% od liczby ziaren w kłosie. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego była niska i kształtowała się w zakresie od 85,7 do 99,0 g·kg⁻¹, a istotny wpływ na wartość tej cechy wywierały warunki pogodowe oraz właściwości odmianowe.

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

WSTĘP

Cechy decydujące o wielkości plonu i jakości ziarna jęczmienia browarnego, mimo iż są uwarunkowane przede wszystkim genetycznie, pozostają pod silnym wpływem środowiska oraz intensywności technologii produkcji. Elementem agrotechniki mającym największe znaczenie plonotwórcze jest nawożenie azotowe. Stymuluje ono krzewistość produkcyjną roślin, dlatego przyrost plonu ziarna jęczmienia jest głównie efektem zwiększenia obsady kłosów [Noworolnik 2013, Pecio i Bichoński 2003,]. Azot korzystnie oddziałuje również na kształtowanie się liczby ziaren w kłosie, powoduje jednak zmniejszenie masy 1000 ziaren oraz celności i wyrównania ziarna [Pecio 2005, Żarski i in. 2013]. Wraz ze wzrostem dawki azotu pogorszeniu ulegają również inne cechy jakościowe ziarna browarnego, zwiększa się bowiem w nim zawartość białka ogólnego i białek rozpuszczalnych w brzezce, wzrasta koncentracja wolnego azotu aminowego, aktywność α i β -amylazy oraz siła diastatyczna, a zmniejsza ekstraktywność słodu [Eagles i in. 1995, Pecio i Bichoński 2006]. Browarne odmiany jęczmienia, mimo iż są niskobiałkowe i na ogół wysokoplunujące, wykazują zróżnicowaną reakcję na zwiększone dawki azotu [Garstang i Giltrap 1990, O'Donovan i in. 2011, Pecio 2005,]. Dlatego, określenie optymalnego poziomu nawożenia azotem jęczmienia browarnego jest trudne, zależy bowiem od wielu czynników, w tym – od właściwości genetycznych odmiany, czynników siedliskowych, agrotechnicznych oraz ich wzajemnego współdziałania. Timmer i in. [1993] uważają,

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: kszur@ur.krakow.pl

iż łączna ilość azotu dostępnego dla roślin, tj. N_{\min} znajdującego się w warstwie gleby 0–60 cm oraz wprowadzonego do gleby w formie nawozów, nie powinna przekraczać $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ponadto, z wielu badań wynika, iż wpływ nawożenia azotowego na kształtowanie się jakości ziarna jęczmienia ściśle zależy od przebiegu warunków pogodowych w czasie wegetacji roślin [Halvorson i Reule 2007, Thompson i in. 2004, Żarski i in. 2013]. Mazur i Grabowski [2008] wykazali natomiast, że nawożenie mineralne ogranicza negatywny wpływ warunków pogodowych na wielkość otrzymywanych plonów ziarna.

W technologii produkcji ziarna jęczmienia na cele browarne konieczna jest konsekwentna i pełna ochrona roślin przed agrofagami. O ile regulacja zachwaszczenia oraz ochrona jęczmienia przed chorobami grzybowymi korzystnie wpływają na wielkość plonu i zdrowotność roślin, to oddziaływanie tych zabiegów na poszczególne cechy warunkujące jakość ziarna nie jest już tak jednoznaczne [Błażewicz i in. 2003, Krzyżińska i in. 2010, Noworolnik 2012, Pecio i Bichoński 2003].

Hipoteza badawcza zakłada, że intensyfikacja produkcji ziarna na cele browarne wpływa na przyrost plonu, poprzez korzystne oddziaływanie na wielkość poszczególnych elementów składowych plonu, nie powodując jednocześnie nadmiernego zwiększenia zawartości białka w ziarnie.

Celem badań było określenie wpływu intensywności technologii uprawy na kształtowanie się wielkości i struktury plonu oraz zawartości białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia jarego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe realizowano w latach 2011–2014 na terenie Stacji Doświadczalnej w Prusach ($50^{\circ}07' \text{ N}$, $20^{\circ}05' \text{ E}$, 271 m n.p.m.) należącej do Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Eksperyment, założony w układzie split-plot w 4 powtórzeniach, obejmował dwa czynniki zmienne. Czynniki 1 – technologia uprawy: średnio intensywna (A) i intensywna (B); czynniki 2 – odmiana jęczmienia jarego browarnego: KWS Aliciana, Stratus i Xanadu. Porównywane technologie uprawy jęczmienia różniły się poziomem nawożenia mineralnego NPK i poziomem ochrony roślin (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka technologii stosowanych w uprawie jęczmienia jarego

Table 1. Characteristic of compared technologies of spring barley production

Nawożenie i ochrona roślin Fertilization and crop protection		Stosowanie Application	Technologia uprawy Cultivation technology	
			A*	B
Nawożenie Fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	N	przedsiewnie preplant	30	45
	P_2O_5		40	60
	K_2O		60	90
Ochrona roślin Crop protection	herbicydy herbicides	krzewienie tillering	Granstar 75 WG + Trend 90 EC ($20 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1} + 50 \text{ ml}\cdot 100 \text{ dm}^{-3}$)	Granstar 75 WG + Trend 90 EC ($20 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1} + 50 \text{ ml}\cdot 100 \text{ dm}^{-3}$); Lontrel 300 SL ($0,3 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$)
	fungicydy fungicides	zaprawianie ziarna seed dressing	Zaprawa nasienna T 75 DS/WS ($200 \text{ g}\cdot 100 \text{ kg}^{-1}$)	

*A – technologia średnio intensywna – medium intensive technology; B – technologia intensywna – intensive technology

Doświadczenie zostało założone na czarnoziemiu (*CWca*), wytworzonym z lessu, zaliczanym do kompleksu pszennego bardzo dobrego i I klasy bonitacyjnej. Warstwa orna gleby charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH_{KCl} 6,2–6,4), wysoką zasobnością w fosfor (16,4–18,2 mg $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby) i magnez (11,6–12,3 mg $\text{Mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby) oraz średnią do wysokiej zasobnością w potas (20,4–25,2 mg $\text{K}_2\text{O} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby).

Jęczmień uprawiano w płodozmianie z 75% udziałem zbóż, a przedplonem był owies. Nawożenie mineralne NPK stosowano wiosną zgodnie ze schematem doświadczenia w formie 34% saletry amonowej, 40% superfosfatu wzbogaconego oraz 60% soli potasowej. Siew jęczmienia wykonywano w I dekadzie kwietnia, a zbiór w fazie dojrzałości pełnej przypadał na 1–2 dekadę sierpnia. Ilość wysiewu wynosiła 330 kiełkujących ziarniaków na 1 m^2 , przy rozstawie rzędów 12,5 cm. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 10 m^2 . Przed zbiorem pobierano próby roślin z powierzchni $0,25 \text{ m}^2$ każdego poletka w celu określenia obsady kłosów produktywnych na jednostce powierzchni oraz liczby ziaren w kłosie. Po zbiorze ustalono plon ziarna przy wilgotności 15%, masę 1000 ziaren oraz określono zawartość białka ogółem w ziarnie metodą Kjeldahla ($\text{N} \times 6,25$).

Uzyskane wyniki badań poddano ocenie statystycznej przy użyciu analizy-wariancji. Istotność różnic między obiektami weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Analizę indywidualnego wkładu oraz udziału poszczególnych elementów składowych plonu we wroście plonowania jęczmienia, pomiędzy technologią średnio intensywną a intensywną, wykonano w oparciu o metodę Rudnickiego [2000].

Czteroletni 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 w lipcu nadmierną ich ilość.

Tabela 2. Charakterystyka warunków pogodowych (Prusy 2011–2014)

Table 2. Characteristic of weather conditions (Prusy 2011–2014)

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
2014	8,3	12,8	15,5	20,4	17,7	14,9
1981–2010	8,6	13,7	16,5	18,4	18,0	15,0
Opady – Precipitation (mm)						
2011	78	61	44	194	68	445
2012	65	23	143	69	24	324
2013	20	99	213	27	26	385
2014	43	108	80	183	142	556
1981–2010	48	79	89	85	77	377

Tabela 2. cd.
Table 2. cont.

Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa – Hydrothermal coefficient of Sielianinow						
2011	2,5	1,4	0,8	3,6	1,1	1,9
2012	2,2	0,5	2,8	1,1	0,4	1,3
2013	0,7	2,2	4,1	0,4	0,4	1,6
2014	1,7	2,7	1,7	2,9	2,6	2,4

Odmienne warunki pogodowe panowały w roku 2012, charakteryzującym się wyższą od średniej wieloletniej (o 1,2°C) temperaturą powietrza oraz mniejszą o 54 mm opadów i nierównomiernym ich rozkładem. 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 sumy opadów z wielolecia. Niedobory opadów odnotowano w kwietniu i lipcu, natomiast nadmierną ilość w czerwcu. Z kolei okres wegetacji jęczmienia w 2014 r. był najbardziej wilgotny i zarazem najchłodniejszy w cyklu badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badania polowe wykazały istotny wpływ technologii uprawy, odmiany i warunków pogodowych oraz interakcję tych czynników, na plonowanie jarego jęczmienia browarnego

Tabela 3. Plon ziarna jęczmienia (t·ha⁻¹)
Table 3. Grain yield of barley (t·ha⁻¹)

Czynnik – Factor	Odmiana – Cultivar			Średnio Mean
	KWS Aliciana	Stratus	Xanadu	
Technologia – Technology				
A*	3,93	3,74	3,93	3,87
B	4,24	4,12	4,29	4,22
Rok – Year				
2011	4,18	3,82	3,85	3,95
2012	3,50	3,24	3,89	3,54
2013	3,82	3,77	3,86	3,81
2014	4,85	4,89	4,84	4,86
Średnio – Mean	4,09	3,93	4,11	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: odmiany – cultivar = 0,13; technologii – technology = 0,11; roku – year = 0,21; odmiana x technologia – cultivar x technology = r.n.; odmiana x rok – cultivar x year = 0,30				

*oznaczenia jak w tabeli 1 – explanation in table 1
r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

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

Czynnik – Factor	Obsada kłosów na 1 m ² Ears number per m ²			Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear			Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)		
	A*	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean	A	B	Średnia Mean
Odmiana – Cultivar									
KWS Aliciana	492	556	524	16,8	16,5	16,6	49,1	50,0	49,5
Stratus	518	580	549	16,4	16,4	16,4	47,1	48,4	47,7
Xanadu	550	586	568	17,1	17,3	17,2	48,6	49,7	49,2
Rok – Year									
2011	514	571	542	16,3	16,3	16,3	47,9	49,4	48,6
2012	438	505	472	17,2	17,1	17,2	48,1	48,7	48,4
2013	503	558	531	17,0	16,9	16,9	45,8	46,9	46,3
2014	624	661	642	16,5	16,5	16,5	51,4	52,3	51,8
Średnia – Mean	520	574	–	16,8	16,7	–	48,3	49,4	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:									
odmiany – cultivar	16			0,3			0,5		
technologii – technology	18			r.n.			0,6		
roku – year	19			r.n.			2,8		
technologia x odmiana – technology x cultivar	r.n.			r.n.			r.n.		
technologia x rok – technology x year	r.n.			r.n.			r.n.		

*oznaczenia jak w tabeli 1 – explanation in table 1
r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

(tab. 3). Plon ziarna jęczmienia uprawianego według technologii średnio intensywnej kształtował się na poziomie $3,87 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a intensyfikacja uprawy, m.in. poprzez zastosowanie większej o $15 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ dawki azotu, przyczyniła się do przyrostu plonu ziarna, średnio o $0,34 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (8,8%). Korzystny wpływ nawożenia azotem, stosowanym w zakresie dawek do $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, na plonowanie jęczmienia browarnego wykazali również Pecio i Bichoński [2003]. Badania Pecio [2005] wskazują jednak na zróżnicowaną reakcję odmian jęczmienia browarnego na wielkość dawki azotu. Autorka stwierdziła istotną zwyżkę plonu pod wpływem rosnących dawek azotu tylko u jednej z czterech ocenianych odmian. W badaniach własnych wszystkie odmiany jęczmienia reagowały w jednakowy sposób na intensyfikację produkcji, czyli istotnym wzrostem plonowania. W opinii wielu autorów [Wróbel 1999, Kołodziejczyk i in. 2009, Szmigiel i in. 2015] czynnikiem ograniczającym efektywność nawożenia azotowego zbóż jarych na glebach kompleksów psennych jest ich naturalna żyzność.

Niezależnie od zastosowanej technologii uprawy najwyżej plonującymi odmianami jęczmienia były Xanadu i KWS Aliciana, średnio $4,10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a najniżej – Stratus ($3,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wielkość i strukturę plonu ziarna jęczmienia browarnego istotnie różnicowały warunki pogodowe. Najkorzystniejszy dla plonowania jęczmienia browarnego przebieg pogody występował w 2014 r., charakteryzującym się najwyższą w czteroletnim cyklu badań sumą opadów, najmniej sprzyjający natomiast w 2012 r., w którym suma opadów była najniższa. Efektem niedoboru opadów występujących w maju 2012 r., tj. w okresie krytycznym dla rozwoju jęczmienia (faza krzewienia oraz strzelania w źdźbło) była słaba krzewistość produkcyjna roślin, która skutkowałą niskim plonem ziarna, zwłaszcza odmian KWS Aliciana i Stratus (tab. 3 i 4). Przeprowadzona analiza wkładu oraz udziału elementów składowych plonu potwierdziła decydującą rolę obsady kłosów na plonowanie tych odmian jęczmienia (tab. 5).

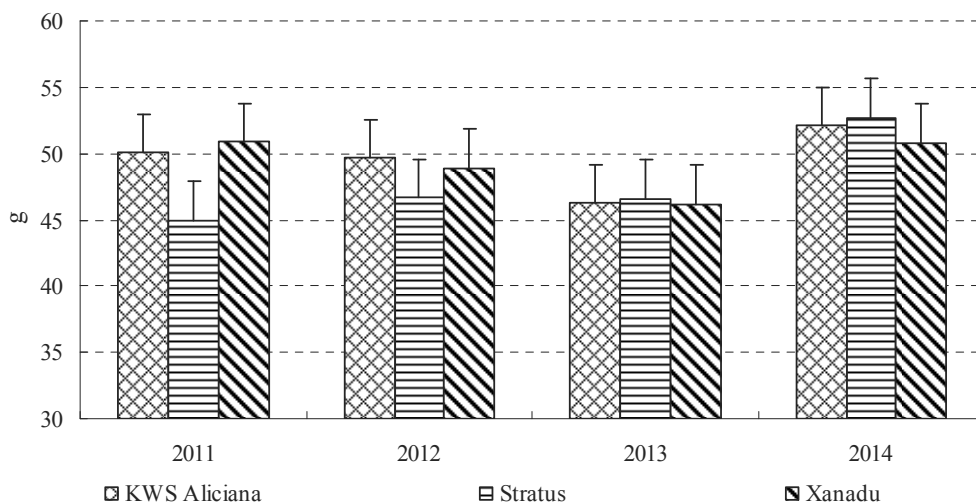
W opinii Bertholdssona [1999] ideotyp odmiany jęczmienia browarnego powinien charakteryzować się dobrą krzewistością, która zapewnia lepszą zdolność kompensacji plonu niż masa 1000 ziaren, czy liczba ziaren w kłosie. W przeprowadzonych badaniach indywidualny wkład oraz udział obsady kłosów w przyroście plonu wynikającym z intensyfikacji produkcji wynosił średnio dla odmian $0,29 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiło 79,3%. Wkład masy 1000 ziaren w zwyżkę plonu kształtował się na poziomie $0,06 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ z udziałem 16,9%, natomiast liczby ziaren w kłosie wynosił zaledwie 3,8%. Również Noworolnik [2013] wykazał nieistotny, a nawet niekorzystny wpływ nawożenia azotowego na liczbę ziaren w kłosie jęczmienia.

Badania wykazały także, iż wartość tego elementu składowego plonu zależała wyłącznie od właściwości odmianowych (tab. 4). Największą liczbę ziaren w kłosie stwierdzono u odmiany Xanadu, a najmniejszą u odmiany Stratus, która charakteryzowała się ponadto ziarnem o najwyższej masie 1000 sztuk. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach Błażewicza i in. [2003a], którzy wykazali, że przy zwiększonej obsadzie kłosów zmniejsza się jednocześnie liczba ziaren w kłosie oraz masa 1000 ziaren. Intensyfikacja produkcji ziarna jęczmienia browarnego korzystnie oddziaływała na masę 1000 ziaren powodując nieznaczne, aczkolwiek statystycznie istotne zwiększenie wartości tej cechy, średnio o 2,3%. Istotny wpływ na masę 1000 ziaren miały również warunki pogodowe, zwłaszcza w okresie wypielniania i dojrzewania ziarna. Wykształcaniu dorodnego ziarna sprzyjały duża ilość opadów i jednocześnie wysoka temperatura powietrza jakie panowały w lipcu 2014 r. Niekorzystny wpływ na wartość tej cechy miały natomiast warunki wilgotnościowo-termiczne występujące w okresie wykształcania i dojrzewania ziarna w 2013 r. Oceniane odmiany jęczmienia browarnego niejednakowo reagowały na zróżnicowane warunki pogodowe w kontekście kształtowania się masy 1000 ziaren. W dwóch pierwszych latach badań stwierdzono istniejącą niższą masę 1000 ziaren u odmiany Stratus, w porównaniu z pozostałymi odmianami (rys. 1).

Tabela 5. Wpływ elementów plonowania na wzrost plonu ziarna spowodowaną wzrostem intensywności uprawy

Table 5. Effect of yield components on the grain yield increase due to the increase in the intensity of cultivation

Element plonowania Yield component	Odmiana – Cultivar			Średnio Mean
	KWS Aliciana	Stratus	Xanadu	
Wkład elementów plonowania w przyrost plonów (t·ha ⁻¹) Contribution of yield component on grain yield increase (t·ha ⁻¹)				
Obsada kłosów na 1 m ² Ears number per m ²	0,31	0,31	0,24	0,29
Liczba ziaren w kłosie Grains per ear	-0,04	0,00	0,04	0,00
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	0,04	0,07	0,08	0,06
Suma – Sum	0,31	0,38	0,36	0,35
Wkład elementów plonowania w różnice względne plonów (%) Contribution of yield components to relative difference of yields (%)				
Obsada kłosów na 1 m ² Spikes per m ²	7,8	8,4	6,1	7,4
Liczba ziaren w kłosie Grains per ear	-0,9	0,0	1,0	0,0
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	1,0	1,8	2,0	1,6
Suma – Sum	7,9	10,2	9,1	9,1
Udział elementów plonowania w zwiększeniu plonów (%) Share of yield components in yield increase (%)				
Obsada kłosów na 1 m ² Ears number per m ²	88,7	82,5	66,6	79,3
Liczba ziaren w kłosie Grains per ear	-	-	11,3	3,8
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	11,3	17,5	22,1	16,9
Suma – Sum	100	100	100	100
Błąd oceny Error of estimation (%)	6,1	9,9	17,1	-



Rys. 1. Współdziałanie odmiany z latami badań na masę 1000 ziaren
 Fig. 1. Interaction cultivar of years of research on the mass of 1000 grains

W przypadku jęczmienia browarnego większe znaczenie ma jakość ziarna niż wielkość plonu, a jednym z najważniejszych wskaźników, określających przydatność ziarna do produkcji siodu jest zawartość białka, która powinna mieścić się w granicach od 10,5 do 11,5% [Kłockiewicz-Kamińska 1998, Polska Norma 1997]. Niepożądana jest zarówno większa, jak i mniejsza koncentracja tego składnika w ziarnie [Edney i in. 1992, Kunze 1999]. W przeprowadzonych badaniach zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego była niska i kształtowała się w stosunkowo wąskim zakresie od 85,7 do 99,0 g·kg⁻¹, a istotny wpływ na wartość tej cechy wywierały warunki pogodowe oraz właściwości odmianowe (tab. 6). Największą zawartością białka w ziarnie charakteryzowała się odmiana Xanadu, a najmniejszą KWS Aliciana. Niezależnie od odmiany, najmniej białka (poniżej 90 g·kg⁻¹) zawierało ziarno zebrane w 2011 r., a istotnie więcej w pozostałych latach badań.

W opinii Kukuły i in. [1999], Pecio [2002] oraz Liszewskiego i in. [2011] na gromadzenie tego składnika w ziarnie jęczmienia browarnego istotny wpływ mogą mieć warunki wilgotnościowe przed kłoszeniem oraz w fazie wypełniania i dojrzałości mleczonej ziarna. Autorzy wykazali, że niedobór opadów w tym okresie powoduje zwiększenie zawartości białka w ziarnie, co pogarsza jego jakość pod względem przydatności siodowniczej. Z analizy warunków pogodowych panujących w okresie badań wynika, iż nie tylko ilość i rozkład opadów, ale także warunki termiczne mogą różnicować ilość białka w ziarnie. W badaniach wykazano bowiem, iż niedobór opadów w połączeniu z wysoką temperaturą powietrza w okresie kłoszenia i wykształcania ziarna oraz nadmierna ilość opadów i niska temperatura w czasie dojrzewania ziarna jęczmienia w 2011 r. nie sprzyjały gromadzeniu białka.

Tabela 6. Zawartość białka ogółem w ziarna jęczmienia ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)Table 6. Total protein content in grain of barley ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)

Czynnik – Factor	Odmiana – Cultivar			Średnio Mean
	KWS Aliciana	Stratus	Xanadu	
Technologia – Technology				
A*	92,0	93,3	94,5	93,2
B	94,1	96,6	96,1	95,6
Rok – Year				
2011	85,7	88,0	89,3	87,7
2012	97,0	97,8	99,0	97,9
2013	93,4	97,3	97,9	96,2
2014	96,0	96,6	95,0	95,8
Średnio – Mean	93,0	94,9	95,3	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for: odmiany – cultivar = 2,2; technologii – technology = r.n.; roku – year = 6,8; odmiana x technologia – cultivar x technology = r.n.; odmiana x rok – cultivar x year = r.n.				

*oznaczenia jak w tabeli 1 – explanation in table 1
r.n. – różnica nieistotna – no significant differences

WNIOSKI

1. Uprawa jarego jęczmienia browarnego według technologii intensywnej, w porównaniu ze średnio intensywną, skutkowałą zwiększeniem plonu ziarna o 8,8% oraz większą obsadą kłosów i masą 1000 ziaren, odpowiednio o 10,4 i 2,3%.
2. Przyrost plonu ziarna spowodowany intensyfikacją uprawy w 79,3% zależał od obsady kłosów i w 16,9% od masy 1000 ziaren. Wkład liczby ziaren w kłosie w zwyczaję plonu stanowił zaledwie 3,8%.
3. Intensyfikacja technologii uprawy jęczmienia browarnego nie powodowała istotnego zwiększenia ilości białka w ziarnie. Zawartość tego składnika determinowały właściwości genetyczne odmian oraz warunki pogodowe panujące w okresie wegetacji roślin.
4. Odmiany jęczmienia różniły się wielkością plonu ziarna, wartością elementów składowych i ich wkładem w przyrost plonu oraz zawartością białka w ziarnie. Największym plonem i zawartością białka w ziarnie odznaczała się odmiana Xanadu, najmniej białka w ziarnie gromadził jęczmień KWS Aliciana, natomiast odmiana Stratus charakteryzowała się najniższym poziomem plonowania.

PIŚMIENNICTWO

Bertholdsson N.O. 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. *Europ. J. Agron.* 10: 1–8.

- Błażewicz J., Jurek K., Horczak S. 2003a. Wpływ herbicydów stosowanych w uprawie jęczmienia browarnego na cele użytkowe ziarna. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2(1): 53–61.
- Błażewicz J., Liszewski M., Płaskowska E. 2003b. Wartość browarna ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda z sezonu wegetacyjnego 2000. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 10(1): 99–109.
- Eagles H.A., Bedggood A.G., Panoszo J.F., Martin P.J. 1995. Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Aust. J. Agric. Res.* 46: 831–844.
- Edney M.J., Tkaczuk T., MacGregor A.W. 1992. Nutrient composition of the hull-less barley cultivar Condor. *J. Sci. Food Agric.* 60: 451–456.
- Garstang J.R., Giltrap N.J. 1990. The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. Appl. Biol.* 25: 315–327.
- Halvorson A.D., Reule C.A. 2007. Irrigated, no-till corn and barley response to nitrogen in Northern-Colorado. *Agron. J.* 99: 1521–1529.
- Klockiewicz-Kamińska E. 1998. Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.* 112: 93–103.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B. 2009. Plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu agrotechniki. *Fragm. Agron.* 26(3): 58–67.
- Krzyżnińska B., Mączyńska A., Głazek M., Błażewicz J. 2010. Ocena wpływu ochrony fungicydowej na plon, jakość ziarna i siodu jęczmienia browarnego. *Prog. Plant Prot.* 50(4): 2075–2080.
- Kukuła S., Pecio A., Górski T. 1999. Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 16(4): 81–89.
- Kunze W. 1999. *Technologia piwa i siodu*. Wyd. Piwochmiel Sp. z o.o. Warszawa, ss. 723.
- Liszewski M., Błażewicz J., Kozłowska K., Zembold-Guła A., Szwed Ł. 2011. Wpływ nawożenia azotem na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 28(1): 40–49.
- Mazur T., Grabowski J. 2008. Warunki meteorologiczne a plony jęczmienia jarego w zależności od rodzaju nawożenia. *Acta Agrophys.* 12(2): 469–475.
- Noworolnik K. 2012. Wpływ fungicydów na plonowanie i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia. *Prog. Plant Prot.* 52(3): 642–645.
- Noworolnik K. 2013. Plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego w zależności od dawki azotu. *Fragm. Agron.* 30(3): 123–131.
- O'Donovan J.T., Turkington T.K., Edney M.J., Clayton G.W., McKenzie H.R., Juskiw P.E., Lafond G.P., Grant C.A., Brandt S., Harker K.N., Johnson E.N., May W.E. 2011. Seeding rate, nitrogen rate, and cultivar effects on malting barley production. *Agron. J.* 103: 709–716.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19(4): 4–112.
- Pecio A. 2005. Zróżnicowanie zawartości białka w ziarnie odmian jęczmienia browarnego zależnie od stanu odżywienia roślin azotem. *Pam. Puł.* 139: 145–159.
- Pecio A., Bichoński A. 2003. Stan odżywienia roślin azotem a plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 230: 285–294.
- Pecio A., Bichoński A. 2006. Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem. *Pam. Puł.* 142: 333–347.
- Polska Norma 1997. PN-R-74109. Ziarno zbóż. Jęczmień.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 17(3): 53–65.
- 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.
- Thompson T.L., Ottman M.J., Riley-Saxton E. 2004. Basal steam nitrate tests for irrigated malting barley. *Agron. J.* 96: 516–524.
- Timmer R.D., Duijnhouwer I.D.C., van Laarhoven H.P.M., Angelino S.A.G.F., van Son C.G.M., van Gestel M.J.M.C. 1993. Prospects for growing malting barley outside the southwestern clay district of the Netherlands. *Jaarboekje Stichting Nederlands Instituut voor Brouwergerst, Mout en Bier.* 57: 39–43.
- Wróbel E. 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118: 448–453.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., Błażewicz J., Zembold-Guła A. 2013. Ocena wpływu deszczowania i nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu dwóch odmian jęczmienia browarnego. *Inf. Ekol. Ter. Wiej.* 2(1): 77–92.

A. SZMIGIEL, M. KOŁODZIEJCZYK, A. OLEKSY, B. KULIG

THE RESPONSE OF SPRING MALTING BARLEY CULTIVARS TO DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

Summary

The yield, its structure and protein content in grain of three malting barley cultivars cultivated on very good wheat complex according to extensive and medium extensive technology were assessed. The technologies differed by the dose of NPK mineral fertilizers, and plant protection. Barley cultivars: KWS Alicia Stratus and Xanadu differed in grain size, yield, the value of the yield components and their contribution to the increase of yield and protein content in the grain. Intensification of barley production resulted in yield increase, higher ear density and 1000 grain weight. The average increase in grain yield between the extensive and medium extensive technology, $0.35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ in 79.3% depended in the number of ears, in 16.9% on the mass of 1000 grains and in 3.8% on the grains per ear. The protein content in grain malting barley was low and was in a relatively narrow range from 85.7 to 99.0 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a significant impact on the value of this trait exerted weather conditions and varietal characteristics.

Key words: malting barley, intensity of cultivation, yield and components of yield, protein content

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 25.04.2016

Do cytowania – *For citation*:

Szmigiel A., Kołodziejczyk M., Oleksy A., Kulig B. 2016. Reakcja odmian jęczmienia jarego browarnego na zróżnicowane technologie uprawy. *Fragm. Agron.* 33(2): 81–91.