

LICZBA KOLBACHA JAKO WAŻNY WSKAŹNIK WARTOŚCI PRZETWÓRCZEJ ZIARNA JĘCZMIENIA BROWARNEGO*

JÓZEF BŁĄZEWICZ¹, MAREK LISZEWSKI², AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA¹,
KATARZYNA KOZŁOWSKA², ŁUKASZ SZWED¹

¹Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, ²Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Jozef.Blazewicz@wnoz.up.wroc.pl

Synopsis. W latach 2008–2010 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe z jęczmieniem jarym browarnym, założone metodą losowanych bloków (split-block) na glebie kompleksu pszennego dobrego, na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Pawłowice koło Wrocławia. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: nawożenie azotem w dawkach (kg N·ha⁻¹): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20 I), 60 (40+20 II) oraz odmianę: Sebastian i Mauritia. Nawożenie azotem wykonano przedsięwzięcie i pogłównie (dawki dzielone) w dwóch fazach rozwojowych: I – pod koniec krzewienia (BBCH 29), II – w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32). Z ziarna jęczmienia o grubości >2,5 mm otrzymano w warunkach laboratoryjnych 3-, 4-, 5- i 6-dniowe sody typu pilzneńskiego oraz brzeczki kongresowe. Ocenę wpływu agrotechniki i technologii słodowania przeprowadzono wykorzystując do tego celu liczbę Kolbacha jako syntetyczny wskaźnik przemian białkowych ziarna, sładów i brzeczki piwowarskich. Określono relacje między cechami odmianowymi, zróżnicowanym nawożeniem oraz czasem kiełkowania ziarna jęczmienia, a liczbą Kolbacha 3-, 4-, 5- i 6-dniowych sładów typu pilzneńskiego.

Słowa kluczowe – *key words*: jęczmień browarny – *brewing barley*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, sład typu pilzneńskiego – *malt of Pilsen type*, Liczba Kolbacha – *Kolbach index*

WSTĘP

Przemysł słodowniczy usytuowany jest pomiędzy rolnictwem a przemysłem piwowarskim. Z jednej strony napotyka on na dużą zmienność surowca, z drugiej strony natomiast na wymagania odbiorców, którzy wymagają stabilnej jakości sładów [Kunze 1999, Pecio 2002]. Przez szereg lat w ostatnich dekadach hodowcy i producenci jęczmienia pracowali przede wszystkim nad zwiększaniem produkcji odmian pastewnych, bogatych w białko. W konsekwencji z eksportera Polska stała się importerem ogromnych ilości jęczmienia browarnego jak i sładów [Gołębiowski i in. 1997].

W uprawie jęczmienia browarnego szczególnie istotne jest nawożenie azotem. Azot jest składnikiem pokarmowym, który w największym stopniu wpływa nie tylko na plon ziarna jęczmienia, ale także na zawartość w nim białka. Stosując wysokie dawki azotu można uzyskać zadowalający plon, ale nie wpływa to korzystnie na jego jakość, dodatkowo sprzyja też wyleganiu roślin. Metoda dzielenia dawek azotu niesie również ryzyko podwyższenia zawartości białka w ziarnie, dlatego najbezpieczniej jest zastosować azot w całości przedsięwzięcie [Liszewski i Błazewicz 2001, Liszewski i in. 2011, 2012].

* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego nr N N312 199035 finansowanego ze środków MNiSW

W technologii piwowarskiej przemiany związków białkowych słołu mają bardzo duże znaczenie, a jednym z ważniejszych wyróżników ich oceny jest liczba Kolbacha. Jest ona miarą rozluźnienia proteolitycznego oraz wyróżnikiem dynamiki procesów proteolitycznych w słodzie. Parametr ten informuje o procentowym udziale protein obecnych w słodzie, hydrolizowanych podczas słodowania ziarna i otrzymywania brzezki [Kunze 1999]. Określenie możliwości prognozowania zmienności wartości liczby Kolbacha szczególnie w obszarze czynników agrotechnicznych ma duże znaczenie praktyczne.

Celem pracy było określenie wpływu cech odmianowych jęczmienia browarnego, sezonów wegetacyjnych, zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem oraz czasu kiełkowania ziarna na zawartość białka w słodach typu pilzneńskiego i brzezczkach laboratoryjnych oraz zmienność wartości liczby Kolbacha.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno jęczmienia jarego browarnego, pochodzące ze ścisłego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2008–2010, w Pawłowicach (51°09' N, 17°06' E), na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: nawożenie azotem w dawkach ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20 I), 60 (40+20 II) oraz odmianę: 'Sebastian' i 'Mauritia'. Nawożenie azotem wykonano przedsięwzięcie i pogłównie (dawki dzielone) w dwóch fazach rozwojowych: I – pod koniec krzewienia (BBCH 29), II – w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32).

Doświadczenie zostało założone metodą losowanych bloków (split-block) na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej. Glebę zaliczono do klasy bonitacyjnej III b, zaliczonej do kompleksu przydatności rolniczej pszenne go dobrego. Wiosną każdego roku zostały pobrane próby glebowe, w celu oznaczenia N mineralnego w warstwie gleby od 0–60 cm. W roku 2009 zawartość N mineralnego w warstwie gleby od 0 do 60 cm była najwyższa ($55,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i przekraczała zasobność gleby w ten składnik pokarmowy w pozostałych latach, odpowiednio o $26,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2010 r.) i $25,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2008 r.).

Uprawa jęczmienia przebiegała według zasad prawidłowej agrotechniki. Szczegółowe warunki uprawy oraz właściwości gleby opisano w artykule nt. wpływu sposobu nawożenia azotem na ekstraktywność słołu jęczmiennego [Liszewski i in. 2012]. Warunki meteorologiczne w poszczególnych latach badań przedstawiono w tabeli 1. Do określenia okresów suchych i posusznych w czasie wegetacji jęczmienia posłużono się współczynnikiem hydrotermicznym Sieliani nowa, zwanym współczynnikiem zabezpieczenia w wodę [Radomski 1987]. Wyznaczono go dzieląc sumę opadów atmosferycznych przez sumę temperatur danego miesiąca zmniejszonych dziesięciokrotnie. Jako okres posuchy przyjmuje się czas, w którym współczynnik K jest niższy od 1,0, co oznacza, że roślina zużywa na parowanie większą ilość wody niż otrzymuje z opadów. Przez suszę Sieliani nowa rozumie okres charakteryzujący się współczynnikiem K mniejszym od 0,5, co oznacza, że ilość wyparowanej wody ponad dwukrotnie przewyższa jej dopływ.

Warunki pogodowe na ogół sprzyjały wschodom i dalszemu rozwojowi jęczmienia jarego. Średnie miesięczne temperatury marca i kwietnia były wyższe lub równe, w porównaniu do średnich wieloletnich. Wyższe od średniej wieloletniej sumy opadów dla tych miesięcy sprzyjały początkowemu rozwojowi, w tym rozkrzewieniu się jęczmienia. Świadczą o tym wysokie współczynniki Sieliani nowa dla tych miesięcy. Kolejne fazy rozwojowe jęczmienia przypadają już na mniej korzystne warunki pogodowe w sezonie 2008. W maju i czerwcu tego roku za-

Tabela 1. Warunki meteorologiczne oraz wskaźniki hydrotermiczne w latach 2008–2010 (wg obserwacji stacji meteorologicznej w Swojcu koło Wrocławia)

Table 1. Weather conditions and hydrothermic indexes in 2008–2010 (for the Agricultural Experiment Station in Swojec near Wrocław)

Miesiąc Month	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfalls (mm)				Wskaźnik Sielianinowa Sielianinov's index K		
	2008	2009	2010	1981– 2010	2008	2009	2010	1981– 2010	2008	2009	2010
III	4,6	4,6	4,2	3,8	33,0	48,3	44,9	31,7	2,31	3,39	3,45
IV	8,9	12,0	9,3	8,9	87,1	30,9	45,4	30,5	3,27	0,86	1,62
V	14,3	14,2	12,7	14,4	37,3	67,6	140,7	51,3	0,84	1,53	3,57
VI	18,8	15,8	17,9	17,1	36,5	141,7	32,9	59,5	0,65	3,00	0,61
VII	19,8	19,5	21,4	19,3	65,6	134,2	78,6	78,9	1,06	3,24	1,19
VIII	18,8	19,3	18,9	18,3	94,0	53,5	61,5	61,7	1,61	0,89	1,86
Średnia/Suma Mean/Sum III–VIII	14,2	14,2	14,1	13,6	353,5	476,2	404,0	313,6	–	–	–

notowano znacząco niższe sumy opadów, co wraz z przekraczającymi średnimi temperaturami powietrza w tym okresie było przyczyną posuchy ($K=0,84$ i $K=0,65$). Warunki pogodowe w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia są bardzo istotne ze względu na dużą wrażliwość jęczmienia na niedobór wody [Liszewski i Błażewicz 2001, Liszewski i in. 2011, Słaboński 1985]. Optymalne warunki w tym okresie pozwalają na wytworzenie maksymalnej powierzchni asymilacyjnej, która stwarza możliwość osiągnięcia wysokich plonów ziarna, o właściwych parametrach browarnych [Pecio 2002, Słaboński 1985].

Zbiór został przeprowadzony przy użyciu kombajnu poletkowego w fazie dojrzałości pełnej jęczmienia. Ziarno jęczmienia poddano frakcjonowaniu przy użyciu sit Vöglę oraz oczyszczono. Po okresie spoczynku poźniwnego z frakcji ziarna o grubości $>2,5$ mm wyprodukowano w warunkach laboratoryjnych słoły typu pilzneńskiego. Moczenie i słodowanie próbek ziarna przeprowadzono w szafie klimatyzacyjnej, w temperaturze $15\text{--}16^\circ\text{C}$. Cykl wodno-powietrznego moczenia ziarna trwał 48 h. W wyniku moczenia uzyskano wilgotność końcową ziarna wynoszącą 45%. Kielkowanie trwało 3, 4, 5 lub 6 dni. Po zakończeniu kielkowania ziarna próby słołów suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem: 15 h – 40°C , 3 h – 50°C , 3 h – 65°C , 2 h – 82°C , a następnie odkielkowano. Ze słołów uzyskano brzeczki metodą zacierania kongresowego przy użyciu zaciernicy typu LB12 Elektronik (firmy HB Labotech).

Ocenę technologiczną ziarna odmian browarnych jęczmienia, uzyskanych z nich słołów oraz brzeczek laboratoryjnych przeprowadzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wg zasad opracowanych przez EBC (Europejską Unię Browarniczą) [Analytica EBC 1998]. Zawartość białka w ziarnie, słołach i brzeczkach określono tradycyjną metodą Kjeldahla, a na ich podstawie obliczono liczbę Kolbacha. Zróżnicowanie zawartości białka w ziarnie, słołach i brzeczkach oraz liczby Kolbacha oceniono na podstawie analizy wariancji, uwzględniając test Duncana, przy współczynniku

ufności 0,05. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu pakietu STATISTICA 10.0 firmy StatSoft.

WYNIKI I DYSKUSJA

Pecio [2002] podaje, że w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia jęczmienia korzystna jest wysoka temperatura, od 17 do 19°C i umiarkowane opady. Optymalne warunki podczas strzelania w źdźbło jęczmienia wystąpiły w sezonach 2009 i 2010, kiedy dostateczne sumy opadów w maju i czerwcu pozwoliły na uzyskanie wysokich plonów ziarna [Liszewski i in. 2012]. Pecio [2002] twierdzi, że w okresie po wykłoszeniu słoneczna i ciepła pogoda stwarza odpowiednie warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy i dobrego wypełnienia ziarna. Natomiast niedobór opadów w tym okresie wpływa niekorzystnie na jakość ziarna, powodując wzrost zawartości białka [Liszewski i in. 2011, Pecio i Kubsik 2006, Rozbicki 1994]. W sezonach 2008 i 2010 opady atmosferyczne w lipcu były stosunkowo niskie ($K = 1,06; 1,19$), co mogło wpłynąć na podwyższenie zawartości białka w ziarnie (tab. 2). Natomiast w sezonie 2009, w czasie wypełniania ziarniaka i w okresie dojrzewania, tj. w lipcu, warunki pogodowe ($K = 3,24$) sprzyjały uzyskaniu ziarna o dobrych parametrach jakościowych [Liszewski i in. 2011, 2012].

Tabela 2. Zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia browarnego (% s.s.)

Table 2. Total protein content of brewing barley grain (% d.m.)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>		Sezon wegetacyjny – <i>Growing season</i>			Średnia <i>Mean</i>
		2008	2009	2010	
Nawożenie azotem <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)	0	10,5 b	10,9 a	11,1 a	10,8 b
	20	10,6 b	10,8 a	11,3 a	10,9 b
	40	10,8 b	10,8 a	11,1 a	10,9 b
	60	11,0 b	10,6 a	11,3 a	10,9 b
	60 (40+20 I)	11,6 a	11,0 a	11,4 a	11,3 a
	60 (40+20 II)	11,7 a	10,9 a	11,5 a	11,3 a
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,5	r.n.	r.n.	0,3
Odmiana <i>Cultivar</i>	Sebastian	11,1 a	11,0 a	11,2 b	11,1 a
	Mauritia	11,0 a	10,7 b	11,4 a	11,0 a
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	0,2	0,1	r.n.
Lata – <i>Years</i>		11,0 b	10,8 b	11,3 a	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,2			–

a, b, c – grupy jednorodne – *homogeneous groups* ($\alpha = 0,05$)

r.n. – różnice nieistotne – *non significant difference*

Spśród parametrów wartości browarnej ziarna ocenianych w trakcie skupu zasadnicze znaczenie ma zawartość białka, która powinna zawierać się w granicach 9,5–11,5%. Zawartości zarówno powyżej, jak i poniżej normatywnego przedziału są niekorzystne. Zbyt wysoka zawar-

tość białka w ziarnie może przedłużać czas moczenia ziarna i powodować zakłócenia pobierania wody oraz nierównomierne kiełkowanie w czasie słodowania. Prowadzi to do nadmiernej aktywności enzymów, niskiej ekstraktywności słodu, zbyt dużej ilości związków azotowych w brzeczce, a w rezultacie do zmniejszenia wydajności warzelnii, zmętnienia piwa, pojawiania się osadu i pogorszenia smaku [Kunze 1999]. Średnie zawartości białka w ziarnie z trzech lat badań mieściły się w granicach wymaganych przez EBC i wyniosły od 10,8% ($0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) do 11,3% ($40+20 \text{ II kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Jedynie w roku 2008 po zastosowaniu nawożenia pogłównego zawartość białka w ziarnie obu badanych odmian przekroczyła zalecaną wartość [Liszewski i in. 2011]. Ten sposób nawożenia roślin sprzyja tworzeniu dużej powierzchni asymilacyjnej liści i zwiększeniu plonu ziarna, jednak niesie ryzyko podwyższenia zawartości białka w ziarnie. Najniższą zawartością białka cechowało się ziarno z sezonu 2009 (10,6–11,0%), najwyższą i jednocześnie najbardziej zróżnicowaną ziarno z sezonu 2008 (10,5–11,7%). Mimo tendencji zwiększania zawartości białka wraz z rosnącą dawką nawozu azotowego, w latach 2009 i 2010 nie zaobserwowano istotnego wpływu dawki N na zasobność ziarna w białko, różnice natomiast wykazano pomiędzy badanymi odmianami jęczmienia. W wieloletnim różnica między odmianami była nieistotna.

Bertholdsson [1999] wykazał, że zmienność zawartości białka w ziarnie jęczmienia niemal w 90% zależy od układu warunków środowiskowych w roku uprawy, zaopatrzenia w azot i warunków wilgotnościowych gleby, tylko w 7% od genotypu rośliny, a pozostała zmienność wynika z interakcji tych czynników. Zmienność warunków pogody w latach modyfikuje wzrost i rozwój roślin, w tym systemu korzeniowego, a przez to wpływa na zróżnicowanie wykorzystania wody, wielkości plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie [Bertholdsson 1999, Pecio 2002, Przulj i Momcilovic 2001].

Podczas kiełkowania ziarna jęczmienia browarnego 35–40% białek ulega przemianom, a efekty tego procesu określa się jako stopień rozluźnienia białkowego według Kolbacha. Część substancji białkowych wykorzystywana jest do rozwoju korzonków zarodkowych, przez co zawartość białka w słodzie ulega zmniejszeniu, w porównaniu z wyjściową zawartością w jęczmieniu, o około 0,3–0,5 pkt%. Zwiększa się udział frakcji rozpuszczalnych w wodzie i roztworach soli, wzrasta znacznie ilość aminokwasów i białek niekoagulujących.

We wszystkich latach doświadczenia poziom nawożenia azotem roślin jęczmienia powodował istotne różnice w ilości białka w słodach (tab. 3). Odnotowano tendencję wzrostową w miarę zwiększania dawki azotu. Dzielenie dawek nawozu 60 ($40+20 \text{ I}$) oraz 60 ($40+20 \text{ II}$) $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zazwyczaj nie powodowało zwiększenia zawartości białka w słodzie. W miarę wydłużania czasu słodowania wystąpiła tendencja do zmniejszania zawartości białka w słodzie, choć nie zawsze istotna statystycznie. Jest ona spowodowana większą utratą związków białkowych znajdujących się w lepiej wykształconych korzonkach oraz huzarach usuwanych w trakcie odkiełkowania sładów. Znaczne różnice w metabolizmie białka zaobserwowano natomiast podczas słodowania ziarna z różnych sezonów oraz obiektów nawozowych. Ubytek substancji białkowych w słodzie w stosunku do ich zawartości w ziarnie wynosił odpowiednio 0,4–0,7 pkt % w 2008 r., 0,5–1,1 pkt % w 2009 r. i 0,6–0,9 pkt % w 2010 r.

Najniższymi wartościami liczby Kolbacha charakteryzowały się słody wyprodukowane w 2009 roku, był to jednocześnie sezon, w którym słody cechowała najniższa zawartość białka. Poziom nawożenia azotem różnicował wartości liczby Kolbacha na dwie grupy. Niedozywienie roślin (dawki 0 i $20 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) generowało wyższe wartości liczby Kolbacha, zaś w miarę zwiększania dawek azotu oraz przy ich dzieleniu hydroliza białek i przechodzenie ich do brzeczki były zazwyczaj coraz mniej efektywne, mimo zwiększonej zawartości białka w tych słodach. Czynnikiem odmianowy istotnie różnicował stopień rozluźnienia białkowego sładów. Odmianą jęczmienia, z której otrzymywano słody o większej liczbie Kolbacha (z wyją-

Tabela 3. Wybrane cechy sładów typu pilzneńskiego
 Table 3. Selected features of Pilsner type malts

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Białko ogółem (% s.m.) <i>Total protein (% d.m.)</i>				Liczba Kolbacha (%) <i>Kolbach index (%)</i>			
	2008	2009	2010	Średnia <i>Mean</i>	2008	2009	2010	Średnia <i>Mean</i>
<i>Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization (kg N·ha⁻¹)</i>								
0	10,1 c	9,8 bc	10,4 b	10,1 b	45,6 a	45,4 ab	40,6 a	44,1 ab
20	10,0 c	9,7 c	10,5 ab	10,0 b	45,4 a	46,4 a	40,2 a	44,4 a
40	10,3 bc	9,7 c	10,4 b	10,1 b	44,0 b	45,1 bc	41,0 a	43,6 bc
60	10,5 b	10,1 a	10,7 a	10,4 a	43,9 b	44,1 c	40,0 a	42,9 cd
60 (40+20 I)	11,0 a	10,1 a	10,6 ab	10,6 a	42,5 c	44,2 c	40,5 a	42,6 d
60 (40+20 II)	11,0 a	10,0 ab	10,6 ab	10,5 a	42,6 c	44,5 bc	40,8 a	42,8 d
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,4	0,2	0,3	0,2	1,3	1,0	r.n.	0,7
<i>Odmiana – Cultivar</i>								
Sebastian	10,5 a	9,9 a	10,4 b	10,3 a	43,1 b	43,8 b	40,6 a	42,6 b
Mauritia	10,5 a	9,9 a	10,6 a	10,3 a	44,9 a	46,1 a	40,5 a	44,1 a
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	0,1	r.n.	0,7	0,6	r.n.	0,4
<i>Czas kiełkowania ziarna – Germination time of grain</i>								
3 dni – 3 days	10,7 a	9,9 ab	10,6 a	10,4 a	42,4 b	43,4 b	39,4 b	42,0 c
4 dni – 4 days	10,5 a	10,1 a	10,6 a	10,4 a	44,0 a	43,8 b	40,2 b	42,9 b
5 dni – 5 days	10,4 a	9,8 bc	10,5 a	10,2 ab	44,8 a	46,1 a	41,2 a	44,3 a
6 dni – 6 days	10,3 a	9,7 c	10,4 a	10,1 b	44,8 a	46,5 a	41,3 a	44,5 a
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	0,2	r.n.	0,2	1,1	0,8	0,9	0,6
Lata – Years	10,5 a	9,9 b	10,5 a	–	44,0 b	44,9 a	40,5 c	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,1		–		0,5		–	

a, b, c, d – grupy jednorodnie – *homogeneous groups* ($\alpha = 0,05$)
 r.n. – różnice nieistotne – *non significant difference*

kiem sezonu 2010), była odmiana Mauritia. Wydłużenie czasu kiełkowania ziarna wpływało na wzrost wartości liczby Kolbacha oraz obniżenie zawartości białka ogółem w suchej masie sładów, jednak między 5 a 6 dniem różnica ta nie była już istotna. Nadmierny rozwój kielka liścieniowego prowadzący do utraty części masy w trakcie odkiełkowania związany jest także z zanikiem większej ilości węglowodanów jako substratu oddechowego potrzebnego do wytworzenia większej masy kielka. W taki sposób próbując zwiększyć liczbę Kolbacha poprzez wydłużanie czasu sładowania można jednocześnie zwiększyć ubytki naturalne i tym samym uzyskać w sładzie i brzeczce mniejszą zawartość substancji ekstraktywnych, które zostały zużyte na rozwój kielka liścieniowego i korzonków zarodkowych.

Mimo postępu odmianowego i agrotechnicznego, zmienność czasowa warunków meteorologicznych, stanowiąca podstawową cechę przejściowego agroklimatu Polski, jest głównym czynnikiem ograniczającym produkcję wysokiej jakości jęczmienia browarnego [Pecio 2002].

Nawadnianie roślin, nie rozpowszechnione dotychczas w Polsce na szerszą skalę w produkcji polowej, może być zabiegiem skutecznie przeciwdziałającym ujemnym skutkom występowania posuch rolniczych. W większości prac innych autorów, nawadnianie przyczyniało się do poprawy wskaźników przydatności słodowniczej ziarna, w tym do obniżenia zawartości białka ogółem w ziarnie, zwiększało jego masę i wyrównanie oraz poprawiało energię kiełkowania [Wojtasik 2004].

WNIOSKI

1. Czynnikiem najsilniej decydującym o cechach jakościowych ziarna i sładów był przebieg pogody. Sezon 2009 sprzyjał uzyskaniu ziarna i sładów o dobrych parametrach.
2. Maksymalizacja plonowania poprzez zwiększanie nawożenia roślin jęczmienia browarnego azotem oraz dzielenie dawek wpływa na zwiększoną akumulację białka w ziarnie, co powoduje pogorszenie przydatności słodowniczej ziarna.
3. Liczba Kolbacha uzyskanych sładów jest zależna od cech odmianowych. Odmiana 'Mauritia' wykazuje wyższą jej wartość aniżeli odmiana 'Sebastian'.
4. Wydłużanie czasu słodowania ziarna jęczmienia browarnego powyżej 5 dni nie przyczynia się do zwiększania liczby Kolbacha traktowanej jako miernik dynamiki procesów proteolitycznego rozluźnienia sładów typu pilzneńskiego.
5. Na liczbę Kolbacha sładów typu pilzneńskiego wpływa poziom nawożenia roślin azotem. Najniższe wartości liczby Kolbacha zaobserwowano przy nawożeniu najwyższą dawką – 60 kg N·ha⁻¹.

PIŚMIENNICTWO

- Analytica-EBC 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag. Nurnberg.
- 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.
- Gołębiowski T., Brudzyński A., Baca E. 1997. Polski jęczmień dla przemysłu słodowniczego: tradycje, stan obecny i perspektywy na tle sytuacji europejskiej. *Przem. Ferm.* 9: 4–7.
- Kunze W. 1999. *Technologia piwa i sładu*. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa: ss. 63–205.
- Liszewski M., Błażewicz J. 2001. Część I: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. *Zesz. Nauk. AR Wrocław 407, Technol. Żywn.* 14: 91–100.
- 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.
- Liszewski M., Błażewicz J., Zembold-Guła A., Szwed Ł., Kozłowska K. 2012. Wpływ sposobu nawożenia azotem na ekstraktywność sładu jęczmiennego. *Fragm. Agron.* 29(1): 93–104.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19(4): 7–97.
- Pecio A., Kubsik K. 2006. Wpływ warunków pogody w okresie wegetacji na plon i jakość jęczmienia browarnego. *Rocz. AR Poznań 380, Rol.* 66: 251–260.
- Przulj N., Momcilovic V. 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. I. Dry matter translocation. *Europ. J. Agron.* 15: 241–254.
- Radomski C. 1987. *Agrometeorologia*. PWN Warszawa: ss. 442–448.
- Rozbicki J. 1994. *Jęczmień – uprawa na cele browarne, konsumpcyjne i paszowe*. Wyd. SGGW Warszawa: ss. 85.
- Słaboński A. 1985. *Jęczmień jary i ozimy*. PWRiL Warszawa: ss. 92.
- Wojtasik D. 2004. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 119–129.

J. BŁAŻEWICZ, M. LISZEWSKI, A. ZEMBOŁD-GUŁA, K. KOZŁOWSKA, Ł. SZWED

KOLBACH INDEX AS AN IMPORTANT INDICATOR OF PROCESSING VALUE OF BREWING BARLEY GRAIN

Summary

The research was conducted in years 2008–2010, in Agricultural Research Station in Pawłowice near Wrocław. The field experiment was set up with the method of split-block. It included two variable factors: nitrogen fertilization with doses of ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20I), 60 (40+20II) and cultivar: Sebastian and Mauritia. Nitrogen fertilization was applied preplant and top-dressing (divided doses) in two stages of growth: I – at the end of tillering (BBCH_{29}), II – in the stage of second node (BBCH_{32}). The grain was fractionated by means of Vogel screens as well as deprived of contaminations and damaged grains. After a period of dormancy, grain with fractions of >2.5 mm was used to produce 3-, 4-, 5- and 6-day Pilsner type malts under laboratory conditions. From malts congress worts were obtained. Results of analysis were compared with standard values recommended by EBC. Evaluation of agrotechnic influence was carried with use of Kolbach index as synthetic factor of protein compounds conversion in grain, malts and worts. Relations between cultivar characteristic, diversified nitrogen fertilization, germination time of barley grain and value of Kolbach index for Pilsner type malts were determined. The results of investigations show that the weather was the strongest factor influencing economic usefulness of the grain. Unfavourable weather conditions in 2008 and 2009 were confirmed by calculated Sielianinov indexes (V-0.84, VI -0.65). Optimal conditions during shooting took place in 2009 and 2010 seasons, when sufficient rainfalls sum allowed to obtain high grain yield. It was found that highest quality was characterized by brewing barley grain and malts from the year 2009. Crop maximization of barley by increasing of nitrogen fertilization is decreasing quality by greater protein accumulation in grain. It was found that Kolbach index of Pilsner type malts is differentiated by cultivar characteristic and level of nitrogen fertilization of barley plants. Greater amount of nitrogen is occurring simultaneously with lower Kolbach index. Additional malting time of normative brewing barley grain for over 5 days doesn't cause fundamentally increase of Kolbach index.