

Wpływ zróżnicowanych warunków uprawy na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego

¹Józef Błażewicz, ²Danuta Leszczyńska, ³Marek Liszewski

¹Katedra Technologii Fermentacji i Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. J. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław, Polska

²Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polska

³Instytut Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24A, 53-363 Wrocław, Polska

Abstrakt. Celem pracy było określenie wpływu poziomu nawożenia azotem roślin jęczmienia na wyróżniki jakości siodu typu pilzneńskiego i brzezki kongresowej stosowane w ocenie przydatności słodowniczej ziarna jęczmienia browarnego. Materiał badawczy pochodził z sezonów wegetacyjnych 2016 i 2017. Stanowiło go ziarno z Porejestrowanego Doświadczalnictwa Odmianowego (odmiany Britney, KWS Dante, RGT Planet; nawożenie 50 i 90 kg N·ha⁻¹) oraz z doświadczeń Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach (odmiany: Baryłka, Sanette i RGT Planet, nawożenie 100 i 120 kg N·ha⁻¹). Jako odniesienie wykorzystano ziarno jęczmienia odmiany Quench nawożonego azotem w dawce 40 kg·ha⁻¹. Ocenę przydatności słodowniczej badanych odmian jęczmienia browarnego przeprowadzono metodami zalecanymi przez EBC (European Brewery Convention). Stwierdzono, że nawożenia roślin jęczmienia azotem w dawce 50, 90, 100 i 120 kg N·ha⁻¹ powoduje nadmierną akumulację białka, co znacząco pogarsza ekstraktywność siodu oraz parametry technologiczne brzezek kongresowych, szczególnie objętość brzezki, zawartość białka rozpuszczalnego, stopień ostatecznego odfermentowania oraz uproszczoną wydajność warzelną. Ziarno o ponadnormatywnej zawartości białka może być jednak surowcem do wytwarzania siodów specjalnych do produkcji brzezek piwnych z udziałem surowców niesłodowych.

słowa kluczowe: jęczmień browarny, nawożenie azotem, ekstraktywność siodu, stopień ostatecznego odfermentowania brzezki, wydajność warzelną

WSTĘP

Spośród parametrów ziarna, przeznaczonego do pozyskiwania klasycznego siodu typu pilzneńskiego i ocenianych w trakcie skupu, zasadnicze znaczenie ma zawartość

białka, która powinna mieścić się w granicach 9,5–11,5%. Zawartość zarówno powyżej, jak i poniżej normatywnego przedziału jest niekorzystna w siodownictwie. Zbyt duża zawartość białka przedłuża czas moczenia ziarna, powoduje zakłócenia pobierania wody oraz nierównomierne kiełkowanie ziarniaków w czasie procesu siodowania. Prowadzi to do nadmiernej aktywności enzymów siodu, zmniejszonej ekstraktywności siodu, zbyt dużej ilości produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzezce, zmniejszenia wydajności warzelną, zmętnienia i pogorszenia smaku piwa (Błażewicz i in., 2010; Kunze, 1999; Zembold-Guła i in., 2010; Żarski i in., 2015). Zapewnienie odpowiedniej zawartości białka w ziarnie jęczmienia przeznaczonego do siodowania jest dużym wyzwaniem dla producentów ziarna i siodu (Błażewicz i in., 2007; Pecio, Bichoński, 2005; Noworolnik, Leszczyńska, 2000, 2016; Zembold-Guła i in., 2008, 2009). W praktyce rolniczej coraz częściej mimo stosowania określonych standardów agrotechnicznych związanych z zasobnością gleb w azot i odpowiedniego nawożenia mineralnego zmienne, nieprzewidywalne warunki wegetacyjne (szczególnie w okresach dużego zapotrzebowania roślin jęczmienia na wodę) potrafią spowodować nadmierną akumulację białka w ziarnie przeznaczonym do siodowania (Żarski i in., 2015; Błażewicz i in., 2017a). Przydatność technologiczna ziarna jęczmienia browarnego w poszczególnych sezonach wegetacyjnych jest w ocenie siodowników zbyt zróżnicowana i często nieodpowiednia. W wyniku dużej zmienności warunków wegetacyjnych oraz częstego zjawiska przenawożenia (świadomego i nieświadomego) roślin jęczmienia browarnego ziarno przeznaczone do przerobu w siodowni nie spełnia normatywów przy produkcji siodów oraz brzezek pozyskiwanych tylko ze siodu pilzneńskiego.

Przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego można oceniać w ujęciu klasycznym, sprowadzającym się do pozyskania w określonych warunkach agrotechnicznych i klimatyczno-glebowych ziarna o dużej energii kiełkowania oraz zawartości białka i substancji ekstraktyw-

Autor do kontaktu:

Józef Błażewicz
e-mail: jozef.blazewicz@upwr.edu.pl
tel.: +48 71 320 7763

nych w bielmie, aby pozyskany sód podstawowy (typu pilzneńskiego) posiadał cechy przerobowe pozwalające na pozyskanie z niego w warunkach warzelni browaru brzezki słodowej stanowiącej odpowiednią pożywkę dla drożdży piwnych (Antkiewicz i in., 2014).

W dobie szybkiego rozwoju techniki i technologii piwowarskiej tylko nieliczne style piwne wykorzystują wsad surowcowy składający się z klasycznego siodu pilzneńskiego. Większość receptur pozyskiwanych piw zarówno w dużych, jak i małych browarach wykorzystuje siody pilzneńskie i specjalne. Można stwierdzić, na podstawie badań dotyczących technologii pozyskiwania brzezek piwnych (Błażewicz, 2004), że w piwowarstwie nadrzędnym celem jest wytworzenie brzezki piwnej o określonych właściwościach. Pozwala to na wykorzystanie całej gamy surowców niesłodowanych stanowiących do 50% masy zasypu, zacieranych ze siodem typu pilzneńskiego lub siodami specjalnymi (Antkiewicz i in., 2014). W takich założeniach surowcowych klasyczny sód nie zapewnia wszystkich niezbędnych dla drożdży składników brzezki piwnej. Z tego powodu można w takiej technologii pozyskiwania brzezek zastosować siody wyprodukowane z ziarna o ponadnormatywnej zawartości białka.

Praktycznym wytłumaczeniem siodowania ziarna jęczmienia browarnego o ponadnormatywnej zawartości białka jest popyt na siody specjalne używane do pozyskiwania brzezek piwnych z udziałem surowców niesłodowanych i siodów specjalnych z ziarna innych zbóż. Siody specjalne pozyskiwane z nienormatywnego ziarna w warunkach określonych dla produkcji klasycznych siodów typu pilzneńskiego posiadają cechy, które mogą być wykorzystywane do pozyskiwania brzezki piwnej z udziałem surowców niesłodowanych, np. syropów skrobiowych, produktów przemiału kukurydzy lub niesłodowanego ziarna jęczmienia (Błażewicz, Liszewski, 2014; Błażewicz i in., 2016 a,b; Błażewicz i in., 2017b).

Celem pracy było oszacowanie, jaki wpływ ma ponadnormatywna zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego, wywołana w kontrolowanych warunkach upraw polowych różnicowanym nawożeniem azotem, w przedziale od 50 do 120 kg N·ha⁻¹, na podstawowe wyróżniki jakościowe ziarna i siodów pozyskanych w warunkach analogicznych jak przy produkcji siodu pilzneńskiego. W pracy zastosowano typową ocenę jakości ziarna, siodów i brzezek laboratoryjnych według procedur wykorzystywanych w analizie EBC.

MATERIAŁY I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno jęczmienia jarego z sezonów wegetacyjnych 2016 i 2017. Pochodziło z doświadczeń: PDO (odmiany Britney, KWS Dante, RGT Planet, nawożenie 50 i 90 kg N·ha⁻¹), IUNG-PIB (odmiany Baryłka, Sanette, RGT Planet, nawożenie 100 kg N·ha⁻¹ w systemie integrowanym i 120 kg N·ha⁻¹ w systemie kon-

wencjonalnym), UP Wrocław w Pawłowicach (odmiana Quench, nawożenie 40 kg N·ha⁻¹).

Ocenę przydatności siodowniczej ziarna badanych odmian jęczmienia browarnego przeprowadzono metodami zalecanymi przez EBC (European Brewery Convention). Polegała na oznaczeniu w ziarnie zawartości białka; w siodach zawartości białka i ekstraktywności; w brzezkach objętości, zawartości ekstraktu, zawartości białka rozpuszczalnego, stopnia ostatecznego odfermentowania oraz obliczenia uproszczonej wydajności warzelni (Analityka – EBC, 1998; Szwed i in., 2014).

Produkcję siodu typu pilzneńskiego z ziarna badanych odmian jęczmienia realizowano w pracowni siodowniczej Katedry Technologii Fermentacji i Zbóż. Próby ziarna o masie 200 g po oczyszczeniu i frakcjonowaniu na sitach Vogla umieszczono w perforowanych workach foliowych w szafie klimatyzacyjnej, w której temperatura stabilizowana była na poziomie 15–16°C. Moczenie ziarna odbywało się w systemie powietrzno-wodnym przez 48 godzin do otrzymania ziarna o wilgotności 45%. Zastosowano następujący cykl moczenia ziarna: 5 h – woda, 14 h – powietrze, 5 h – woda, 19 h – powietrze, 3 h – woda, 2 h – powietrze. Ziarno przebywało pod wodą w sumie 13 godzin i w atmosferze powietrza 35 godzin. Następnie przeprowadzono etap kiełkowania ziarna w temperaturze 15–16°C. Etap kiełkowania trwał 5 dób. Po jego zakończeniu mokre siody umieszczono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem. Zastosowano okresy suszenia i temperatury analogiczne jak przy pozyskiwaniu siodów typu pilzneńskiego: 15 h – 40°C, 3 h – 50°C, 3 h – 65°C, 2 h – 82°C. Po wysuszeniu siody odkiełkowano ręcznie na sitach. Zacieranie kongresowe wykonano w warunkach laboratoryjnych zgodnie z analitiką EBC. Próbkę siodu zmielono przy użyciu młynka DLFU, ustawiając szczelinę między tarczami mielącymi na rozstęp 0,2 mm. Następnie rozpoczęto proces zacierania w 12-kubkowej zaciernicy laboratoryjnej Elektronic LB 12 z automatyczną regulacją parametrów procesu zacierania. W kubkach zaciernych umieszczono 50 g sruotu oraz 200 ml wody destylowanej o temperaturze 45°C. Zacieranie w temperaturze 45°C trwało 30 minut. Po tym czasie następowało zwiększanie temperatury zacieru o 1°C/1 minutę do uzyskania temperatury 70°C. Po osiągnięciu założonej temperatury, dodano 100 ml wody destylowanej o tej samej temperaturze. Następnie przez 60 minut utrzymywano temperaturę 70°C. Po osiągnięciu 70°C przeprowadzono próby jodowe aż do momentu uzyskania koloru sygnalizującego zakończenie procesu scukrzenia zacieru. W trakcie 10–15 minut schłodzono zacier do temperatury 20°C. Po schłodzeniu zacieru uzupełniono masę zacieru poprzez dodanie wody destylowanej do masy całkowitej zacieru wynoszącej 450 g. Otrzymany zacier przelano na sączek Whatman 597 ½ i po przefiltrowaniu otrzymano brzezczkę laboratoryjną.

Z 5-dniowych siodów typu pilzneńskiego wyprodukowano brzezczki metodą zacierania kongresowego (la-

Tabela 1. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem roślin jęczmienia w ramach Poręjestrowego Doświadczenia Odmianowego na cechy brzezcerek kongresowych pozyskanych ze sładów pilznieńskich w sezonie wegetacyjnym 2016 i 2017

Table 1. Effect of different nitrogen fertilization of barley plant within Post-registration Varietal Experimentation on the congress wort features from pilsner malts in vegetation seasons 2016 and 2017.

Parametr Parameter	Technologia uprawy jęczmienia, Barley cultivation technology						
	UP Wrocław	PDOiR 50 kg N·ha ⁻¹		PDOiR 90 kg N·ha ⁻¹			
	Quench	RGT Planet	Britney	KWS Dante	RGT Planet	Britney	
		Post-registration Varietal Experimentation	odmiana jęczmienia; barley cultivar		Post-registration Varietal Experimentation	KWS Dante	
Białko w ziarnie [% s.s.] Protein in grain [% d.m.]	10,8 b ¹	11,4 ab	11,4 ab	11,5 ab	12,2 a	11,8 a	12,3 a
Białko w sładzie [% s.s.] Protein in malt [% d.m.]	9,7 a	9,8 a	10,2 a	10,2 a	9,9 a	9,9 a	10,8 a
Ekstraktywność sładu [% s.s.] Malt extractivity [% d.m.]	82,3 a	79,8 a	78,2 a	81,8 a	79,8 a	80,6 a	81,4 a
Objętość brzezczi [ml] Wort volume [ml]	302 a	313 a	312 a	305 a	308 a	308 a	310 a
Zawartość ekstraktu w brzeccze [% wag.] Extract content in wort [% wt.]	9,2 a	8,71 a	8,54 a	9,35 a	8,56 a	9,18 a	8,61 a
Białko rozpuszczalne w brzeccze [mg N/l brzezczi] Soluble protein in wort [mg N/l]	1174 a	1409 a	1070 a	1154 a	1112 a	1324 a	1385 a
Stopień ostatecznego odfermentowania brzezczi [%] Final attenuation limit of wort [%]	79,3 a	72,8 a	75,2 a	78,8 a	77,4 a	64,7 a	73,3 a
Wydajność warzelni [%] Mashhouse efficiency [%]	69,0 a	68,0 a	66,8 a	70,8 a	66,1 a	70,9 a	66,9 a

¹ Wartości wyrażono jako średnią z dwóch powtórzeń (n = 2). Wartości średnie z różnymi literami (a, b, c) w obrębie tego samego wiersza są statystycznie różne ($\alpha < 0,05$)
Presented values are average of two repetitions (n = 2). Average values with different letter superscripts (a, b, c) within the same line are statistically different ($\alpha < 0,05$).

Tabela 2. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem roślin jęczmienia w ramach technologii uprawy jęczmienia zastosowanej przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach na cechy brzezczyk kongresowych pozyskanych ze słodów pilzeńskich w sezonie wegetacyjnym 2016 i 2017
 Table 2. Effect of different nitrogen fertilization of barley plant within Institute of Soil Science and Plant Cultivation- State Research Institute in Puławy on the congress wort features from pilsner malts in vegetation seasons 2016 and 2017.

Cecha Parameter	Technologia uprawy jęczmienia; Barley cultivation technology						
	UP Wrocław 100 kg N·ha ⁻¹	IUNG – technologia integrowana IUNG – integrated technology 100 kg N·ha ⁻¹	IUNG – technologia intensywna IUNG – intensive technology 120 kg N·ha ⁻¹	Baryłka RGT Planet	Baryłka RGT Planet	Sanette	Baryłka RGT Planet
wartości średnie z sezonów wegetacyjnych 2016–2017 average values from 2016–2017 vegetation seasons							
Białko w ziarnie [% s.s.] Protein in grain [% d.m.]	10,8 a ¹	12,4 a	12,7 a	13,7 a	13,4 a	13,5 a	14,5 a
Białko w słodzie [% s.s.] Protein in malt [% d.m.]	9,7 c	11,5 abc	10,8 bc	12,2 ab	11,6 ab	11,8 ab	13,0 a
Ekstraktywność siodu [% s.s.] Malt extractivity [% d.m.]	82,3 ab	82,4 a	82,4 a	81,2 ab	81,9 ab	81,2 ab	80,8 b
Objętość brzezczy [ml] Wort volume [ml]	302 a	308 a	308 a	323 a	313 a	308 a	305 a
Zawartość ekstraktu w brzezcze [% wag.] Extract content in wort [% wt.]	9,2 a	8,23 b	8,24 b	8,03 b	8,16 b	8,14 b	8,0 b
Białko rozpuszczalne w brzezcze [mg N/l brzezczy] Soluble protein in wort [mg N/l]	1174 a	1097 a	1114 a	1176 a	1186 a	1157 a	1199 a
Stopień ostatecznego odfermentowania brzezczy [%] Final attenuation limit of wort [%]	79,3 a	73,8 a	66,2 a	67,1 a	66,9 a	62,9 a	67,6 a
Wydajność warzelnia [%] Mashhouse efficiency [%]	69,0 a	63,3 a	63,4 a	64,7 a	63,8 a	62,6 a	61,0 a

¹ Wartości wyrażono jako średnią z dwóch powtórzeń (n = 2). Wartości średnie z różnymi literami (a, b, c) w obrębie tego samego wiersza są statystycznie różne ($\alpha < 0,05$).
 Presented values are average of two repetitions (n=2). Average values with different letter superscripts (a, b, c) within the same line are statistically different ($\alpha < 0,05$).

boratoryjnego), określając objętość końcową brzeczki po 120 minutach filtracji oraz zawartości ekstraktu brzeczki pozwalającego na obliczenie uproszczonej wydajności warzelni (Szwed, i in., 2014). W trakcie oceny technologicznej określono: zawartość białka ogółem w ziarnie i sładach za pomocą aparatu Infratec, ekstraktywność słodu (Błażewicz, Liszewski, 2004; Błażewicz i in., 2007), objętość i zawartość ekstraktu w brzeczce kongresowej (Analitika – EBC, 1998) oraz uproszczoną wydajność warzelni (Szwed i in., 2014).

W grupie wyróżników dotyczących części technologicznej przeprowadzono wnioskowanie na podstawie charakterystycznych, dobrze opisanych w literaturze przedmiotu wyróżników jakości ziarna, słodu i brzeczki, z wyraźnym preferowaniem uproszczonej wydajności warzelni jako najważniejszego syntetycznego wskaźnika, oddającego w sposób całościowy złożony system zależności występujących w trakcie pozyskiwania brzeczki piwarskich. Wybrane dane przetworzono przy użyciu oprogramowania Statistica 13.5 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) do przeprowadzenia jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) o poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Różnice między średnimi oceniano przy użyciu testu Duncana ($p < 0,05$).

WYNIKI

W tabelach 1 i 2 zawarto informacje dotyczące wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem roślin jęczmienia na cechy ziarna, słodu typu pilzneńskiego i brzeczki kongresowych pozyskanych w sezonie wegetacyjnym 2016 i 2017.

Opis wyników badań przeprowadzono opierając się na prostym porównaniu średnich arytmetycznych danych z lat 2016–2017 dotyczących wybranych cech ziarna, słodu typu pilzneńskiego, pozyskanych z niego brzeczki kongresowych oraz obliczonej na podstawie cech brzeczki wydajności warzelni.

Technologie uprawy jęczmienia browarnego różniące się między sobą dawką zastosowanego azotu w zakresie od 50 do 120 kg N·ha⁻¹ prowadziły do, uzasadnionych teorią i praktyką, zmian w obszarze cech jakościowych ziarna, sładów, brzeczki i wydajności warzelni.

Stwierdzono, że zwiększanie dawki azotu w przedziale od 50 do 120 kg N·ha⁻¹ powoduje: wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie i sładach nawet o 34% w stosunku do ziarna i słodu z obiektów kontrolnych (Quench 40 kg N·ha⁻¹) (tab. 1 i 2). Obserwowano zachowanie ekstraktywności słodu typu pilzneńskiego na poziomie obiektu kontrolnego lub zmniejszenie wartości tej cechy o 5%; zwiększenie objętości brzeczki kongresowej o 7%, ale przy zdecydowanym zmniejszeniu zawartości ekstraktu w brzeczce nawet o 13%; dużą zmienność zawartości białka rozpuszczalnego w brzeczce w zakresie od zmniejszenia tej zawartości o około 8,9% do zwiększenia zawartości nawet o 20%

w stosunku do obiektu kontrolnego; zdecydowane zmniejszenie stopnia ostatecznego odfermentowania brzeczki w zakresie od 0,6 do 20,7%; 2–3% zwiększenie wydajności warzelni przy dawkach azotu 50 i 90 kg N·ha⁻¹ oraz zmniejszenie wydajności warzelni nawet o 11,6% po zastosowaniu dawek nawozu wynoszących 100 i 120 kg N·ha⁻¹.

Analiza danych zestawionych w tabelach 1 i 2 jednoznacznie wskazuje, że zwiększanie poziomu nawożenia azotem roślin jęczmienia browarnego powyżej 40 kg N·ha⁻¹ prowadzi do pogarszania praktycznie wszystkich najważniejszych wyróżników jakości słodu i pozyskiwanych z nich brzeczki. Nie zawsze jest ono wykazywane w analizie statystycznej, ale ma charakter wyraźnego trendu, możliwego do wyjaśnienia, wynikającego z klasycznej teorii pozyskiwania słodu typu pilzneńskiego i brzeczki kongresowych. Wykorzystanie ziarna o takich parametrach wymaga odpowiednich procesów technologicznych.

DYSKUSJA

W technologii słodowniczej przyjmuje się, że ponadnormatywna zawartość białka w ziarnie przeznaczonym do słodowania stanowi podstawowy element dyskwalifikujący ziarno, ponieważ nie nadaje się ono do otrzymywania słodu typu pilzneńskiego (Klockiewicz-Kamińska, 2005; Kunze, 1999). Nie ulega wątpliwości, że zbyt duża zawartość białka w ziarnie jęczmienia przeznaczonego do słodowania generuje cały szereg problemów w słodowni i warzelni browaru.

Zawyżona zawartość białka w ziarnie może być wynikiem nadmiernego, świadomego lub nieświadomego, przenawożenia roślin jęczmienia azotem. Często zbyt duża zawartość białka w ziarnie jest efektem okresowych posuch glebowych zaburzających metabolizm jęczmienia lub zakłóceń w wykorzystywaniu azotu i innych składników pokarmowych. Dlatego mimo dużego postępu hodowlanego i możliwości uprawy wielu bardzo dobrych odmian jęczmienia browarnego problemem jest duża zmienność zawartości białka w ziarnie z poszczególnych sezonów wegetacyjnych oraz związana z tym zmienność cech technologicznych pozyskiwanych sładów (Błażewicz i in., 2008; Liszewski i in., 2011; Machul, 2001; Małecka, Blecharczyk, 2005; Pecio, 2002).

Najwyższej jakości sład można otrzymać tylko z ziarna nielicznych odmian jęczmienia, charakteryzującego się krótkim czasem słodowania ziarna, dużą ekstraktywnością słodu oraz bogatym kompleksem enzymatycznym. W Polsce prace nad przydatnością słodowniczą ziarna jęczmienia poszczególnych odmian są prowadzone głównie przez COBORU. Wiele słodowni prowadzi takie badania w celu wybrania najlepszego materiału słodowniczego. Dokonują one kompleksowej oceny przydatności danej odmiany opartej na ocenie cech rolniczych i słodowniczych badanego ziarna. Najczęściej prace swe opierają na syntetycz-

nej ocenie przydatności słodowniczej ziarna według Molina-Cano (Molina-Cano, 1987; Klockiewicz-Kamińska, 2005).

Wyniki zestawione w tej pracy jednoznacznie potwierdzają, że stosowanie dawek nawożenia azotem jęczmienia browarnego w ilości ponad 40 kg N·ha⁻¹ prowadzi do ponadnormatywnej zawartości białka w ziarnie i słodzie, a to powoduje określone problemy technologiczne.

Negatywne efekty technologiczne w browarze powstające w czasie pozyskiwania brzeczki piwnej można zmniejszać już w słodowni poprzez wydłużanie czasu kiełkowania ziarna, ale kosztem zwiększonych strat masy kiełkującego ziarna. Zmiana technologii pozyskiwania odpowiedniego jakościowo siodu z powodu zmienności zawartości białka w poszczególnych partiach ziarna jęczmienia browarnego zakłóca normalny cykl technologiczny w słodowni i najczęściej przyczynia się do pozyskania, mimo starań słodowników, gorszego jakościowo siodu typu pilzneńskiego.

Z analizy każdego etapu procesu siodowania wynika, że w zasadniczym układzie czasowym, składającym się z etapów moczenia (około 48 godzin), kiełkowania (około 6–7 dób) oraz suszenia siodu (około 24 godziny) możliwe jest skrócenie procesu kiełkowania o 2–3 doby, bez zasadniczych zmian etapu moczenia ziarna i suszenia siodów. Skrócenie cyklu produkcji siodu jest możliwe przy przerobie ziarna określonych odmian jęczmienia browarnego, ale zawierających normatywną zawartość białka w ziarnie. Osiąga się w ten sposób zwiększenie wydajności siodowni bez dodatkowych inwestycji. W trakcie skracania czasu siodowania ziarna jęczmienia poszczególnych odmian, można przeprowadzić uproszczony bilans masy, polegający na określeniu zaniku suchej masy ziarna w wyniku procesu siodowania lub też pełniejszy bilans zaniku suchej substancji ekstraktywnej (Błażewicz i in., 2008, 2018; Zembold-Guła i in., 2009, 2010).

Aktualnie nie ma publikacji dotyczących czasu siodowania nowych odmian (oprócz artykułów publikowanych przez zespół zajmujący się tym zagadnieniem w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu). Oficjalne dane z wyników badań COBORU informują o ocenie odmian jęczmienia browarnego przeprowadzonej wg metody Molina-Cano z poprawkami dotyczącymi klasyfikacji poszczególnych cech, ale nie uwzględniają optymalnego czasu siodowania ziarna nowych odmian. Fakt ten jednak nie świadczy o tym, że nie prowadzi się badań w tym kierunku. Badania dotyczące oceny wpływu czasu kiełkowania na efektywność procesu siodowania nowych odmian jęczmienia są zlecane przez siodownie, a ich wyniki są chronione przed konkurencją. Wartość technologiczna siodów pozyskanych z ziarna jęczmienia zbyt długo kiełkowanego może zaniżyć ocenę przydatności słodowniczej ziarna wg metody Molina-Cano (Błażewicz i in., 2008; Molina-Cano, 1987; Klockiewicz-Kamińska, 2005).

W warzelni browaru proces produkcji brzeczki piwnej dostosowuje się do możliwości surowcowych (jakość siodu lub kompozycji siodów), technicznych (możliwości wyboru systemu zacierania siodu) i technologicznych (styl piwa). Technologia piwowarska charakteryzuje się wieloma rozwiązaniami technicznymi i technologicznymi, które mogą eliminować niedoskonałości surowców podstawowych, w tym siodów pozyskanych z ziarna jęczmienia zawierającego ponadnormatywną ilość białka. Nietypowy skład i właściwości przerobowe siodów nienormatywnych mogą być wykorzystane w nowoczesnej warzelni browaru w procesie pozyskiwania normatywnej brzeczki piwnej z kompozycji różnych jakościowo siodów i surowców niesiodowanych. Substytucja siodów surowcami niesiodowanymi w celu zmniejszenia kosztów pozyskiwania brzeczki piwnej jest powszechna w piwowarstwie i pozwala na zagospodarowanie siodów pozyskanych z nienormatywnego ziarna (Błażewicz i in., 2016b). Często niedobory produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzeczce piwnej wynikające z użycia surowców niesiodowanych rekompensowane są przez siody specjalne (Kunze, 1999).

WNIOSKI

1. Nawożenia roślin jęczmienia azotem w dawce 50, 90, 100 i 120 kg N·ha⁻¹ w znaczący sposób wpływa na pogorszenie ekstraktywności siodu oraz parametrów technologicznych brzeczki kongresowych, w szczególności na objętość brzeczki, zawartość białka rozpuszczalnego, stopień ostatecznego odfermentowania oraz uproszczoną wydajność warzelni.
2. Nadmierna akumulacja białka ogółem w ziarnie na poziomie powyżej 11,5% powoduje negatywne konsekwencje jakościowe w czasie produkcji siodów typu pilzneńskiego i pozyskiwania brzeczki piwnej.
3. Ziarno o ponadnormatywnej zawartości białka może być surowcem do wytwarzania siodów specjalnych do produkcji brzeczki piwnej z udziałem surowców niesiodowych.

LITERATURA

- Analytica – EBC., Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg 1998.
- Antkiewicz P., Błażewicz J., Brudzyński A., Kuchciak T., Michalowska D., Poreda A., 2014.** Kompendium wiedzy o piwie. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 58(5): 7-14.
- Błażewicz J., 2004.** Właściwości brzeczki i koncentratów siodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników siodu. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rozprawy, 491: 1-94.
- Błażewicz J., Liszewski M., 2004.** Skuteczność wskaźnika Q i metody Bishopa w ocenie wartości browarnej jęczmienia. Pamiętnik Puławski, 135: 7-17.

- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Guła A., 2007.** Usability of Bishop formula in evaluation of malting quality of barley grain. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 4(A): 37-40.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Guła A., 2008.** Wpływ czasu słodowania ziarna wybranych odmian jęczmienia browarnego na wydajność ekstraktu. *Fragmenta Agronomica*, 1(97): 9-17.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Guła A., Szwed Ł., Dawidowicz A., 2010.** Wybrane cechy technologiczne siodu typu pilzneńskiego jako miernik postępu w hodowli odmian jęczmienia browarnego. *Pamiętnik Puławski*, 152: 19-28.
- Błażewicz J., Liszewski M., 2014.** Wpływ agrotechniki jęczmienia jarego na jakość siodów typu pilzneńskiego. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 58(10): 6-7.
- Błażewicz J., Kawa-Rygielska J., Pietrzak W., Arian A., 2016a.** Przerób siodu z surowcami niesłodowanymi a wydajność warzelnia. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 60(9): 4-6.
- Błażewicz J., Szybiga K., Liszewski M., 2016b.** Technologiczne i ekonomiczne aspekty substytucji siodu typu pilzneńskiego w piwowarstwie. ss. 30-41. W: *Postępy w mikrobiologii browarniczej - nowe mikroorganizmy, nowe piwa, nowe możliwości*; monografia pod redakcją Aleksandra Poredy i Marka Zdaniewicza, Kraków.
- Błażewicz J., Żarski J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., 2017a.** Influence of sprinkler irrigation and nitrogen fertilization on the quality of malt and wort from barley grains. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, IV/1/2017: 1469-1481.
- Błażewicz J., Kawa-Rygielska J., Trzepizur E., Dawidowicz A., 2017b.** Przydatność technologiczna siodów typu pilzneńskiego z ziarna o nadmiernej zawartości białka. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 61(7): 14-16.
- Błażewicz J., Liszewski M., Poreda A., 2018.** Wpływ nawozu mikroelementowego: (ADOB 2.0 Zn IDHD) na jakość ziarna jęczmienia browarnego. ss. 113-137. W: *XIX Szkoła Technologii Fermentacji „Postępy w technologii browarniczej i słodowniczej”*. Kocierz, 16-18 maja 2018.
- Klockiewicz-Kamińska E., 2005.** Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. *Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych*, 80: 3-15.
- Kunze W., 1999.** *Technologia piwa i siodu*. Piwochmiel Spółka z o.o., Warszawa.
- Liszewski M., Błażewicz J., Kozłowska K., Zembold-Guła A., Szwed Ł., 2011.** Wpływ nawożenia azotem na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Fragmenta Agronomica*, 28(1): 40-49.
- Machul M., 2001.** Ocena stanu odżywienia roślin azotem z zastosowaniem testów roślinnych. *Postępy Nauk Rolniczych*, 3: 72-83.
- Malecka I., Bleharczyk A., 2005.** Efektywność nawożenia azotem w różnych systemach uprawy roli. *Fragmenta Agronomica*, 1(85): 503-511.
- Molina-Cano J.L., 1987.** The EBC Barley and Malt Committee Index for the evaluation of malting quality in barley and use in breeding. *Plant Breeding*, 98: 249-256.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., 2000.** Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 214: 163-166.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., 2016.** Effect of selected herbicides on yielding and malting quality of spring barley cultivars. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, doi: 10.1080/09064710.2016.1268644
- Pecio A., 2002.** Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia jarego browarnego. *Fragmenta Agronomica*, 4(76): 1-113.
- Pecio A., Bichoński A., 2005.** Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem. ss. 37-38. IX Konferencja Naukowa „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”, Puławy, 1-2 czerwca 2005.
- Szwed Ł., Tomaszewska-Ciosk E., Błażewicz J., 2014.** Simplified mashing efficiency. Novel method for optimization of food industry wort production with the use of adjuncts. *Polish Journal of Chemical Technology*, 16(3): 36-39.
- Zembold-Guła A., Błażewicz J., Wojewódzka K., 2008.** Związki białkowe w brzezcach piwnych wytwarzanych z dodatkiem nieoplewionego ziarna jęczmienia. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 5(60): 78-85.
- Zembold-Guła A., Błażewicz J., Liszewski M., 2009.** Malting time of brewing barley grain as a factor modifying the quality of Pilsner type malt. *Journal of Central European Agriculture*, 10(4): 341-346.
- Zembold-Guła A., Szwed Ł., Błażewicz J., Liszewski M., 2010.** Czas kiełkowania ziarna jęczmienia browarnego a jakość siodu typu pilzneńskiego. ss. 96-104. Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności „Jakość i bezpieczeństwo żywności wyzwaniem XXI wieku”, Kraków, 11-12 maja 2010.
- Żarski J., Błażewicz J., Dudek S., Kuśmierk-Tomaszewska R., Geldarska A., 2015.** Ocena efektywności deszczowania jęczmienia jarego w aspekcie poprawy przydatności słodowniczej ziarna. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Zielonych*, III: 593-602.

J. Błażewicz, D. Leszczyńska, M. Liszewski

EFFECT OF DIFFERENTIATED N FERTILIZATION ON THE MALTING USEFULNESS OF BREWER'S BARLEY

Summary

The aim of the study was to determine the effect of nitrogen fertilization level of barley plants on the qualitative features of pilsner malt and congress wort, both used in the estimation of malting usefulness of barley grain. The research material originated from 2016 and 2017 growing seasons. The first group were the grains of three barley cultivars (Britney, KWS Dante, RGT Planet), originating from Post-registration Varietal Experimentation (PVE), fertilized with rates of nitrogen 50 kg ha⁻¹ and 90 kg ha⁻¹). The second group were the grains of three cultivars: Baryłka, Sanette and RGT Planet, originating from the Institute of Soil Science and Plant Cultivation- State Research Institute in Puławy. Integrated tillage consisted of inter alia plant fertilization with nitrogen at the dose of 100 kg ha⁻¹ while intensive tillage involved nitrogen fertilization of 120 kg ha⁻¹. The control group was the Quench cultivar fertilized with N at 40 kg ha⁻¹ level. The evaluation of malting usefulness of the grain was conducted according to the European Brewery Convention (EBC). It was

stated that the effects of over-fertilization of barley plants with nitrogen occur at the rates exceeding 50 kg ha⁻¹ causing decreased extractivity of malts, lowered wort volume, too high soluble nitrogen content in wort, decreased final attenuation limit, and lowered mashhouse efficiency. The deteriorated wort featu-

res occurred especially in treatments with fertilizer dose at 90–120 kg N ha⁻¹.

Keywords: brewer's barley, nitrogen fertilization, malt extractivity, final attenuation limit of wort, mashhouse efficiency

Autor

ORCID

Danuta Leszczyńska 0000-0002-9417-6108

Marek Liszewski 0000-0002-3703-3119

data zarejestrowania pracy w redakcji Polish Journal of Agronomy: 19 listopada 2018 r.

data uzyskania recenzji: 27 grudnia 2018 r.

data akceptacji: 30 grudnia 2018 r.

