

WARTOŚĆ BROWARNA ZIARNA NOWYCH ODMIAN JĘCZMIENIA TYPU NULL-LOX

MAREK LISZEWSKI¹, JÓZEF BŁĄŻEWICZ²

¹*Institut Agroekologii Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Plac Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław*

²*Katedra Technologii Fermentacji i Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
ul. J. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław*

Synopsis. W latach 2013–2015 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe z jęczmieniem jarym browarnym na polach doświadczalnych w Pawłowicach (51°34' N, 17°12' E). W badaniach określono plony i elementy plonowania czterech odmian jęczmienia browarnego, w tym trzech odmian typu null-lox (Cheers, Chapeau, Charles) oraz zawartość białka w ziarnie, wyrównanie i masę tysiąca ziaren. Produkcja prowadzona była według intensywnej technologii uprawy i obejmowała ochronę ładu przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Do porównania cech odmianowych wykorzystano wyróżniki stosowane w trakcie wstępnej oceny przydatności słodowniczej ziarna jęczmienia. Określono relacje między plonowaniem, cechami odmianowymi jęczmienia, podstawowymi wyróżnikami technologicznymi ziarna a warunkami klimatycznymi w trzech sezonach wegetacyjnych. Stwierdzono, że intensywna technologia uprawy badanych odmian jęczmienia browarnego typu null-lox w danych warunkach siedliskowych w pełni pozwala na uzyskanie wysokich plonów ziarna o dobrej wartości browarnej ocenionej przez pryzmat wyrównania ziarna, masy tysiąca ziaren oraz zawartości białka ogółem.

Słowa kluczowe: jęczmień browarny, plon i elementy plonowania, odmiany typu null-lox, wyrównanie ziarna, zawartość białka

WSTĘP

Odmiany typu null-lox zdobywają rynek słodowniczy w wielu krajach europejskich, takich jak: Dania, Szwecja, Finlandia, Polska, Rosja, Ukraina. Przewiduje się dalsze upowszechnienie ich uprawy w Europie. Właścicielami praw dotyczących odmian jęczmienia browarnego nie zawierających w ziarnie enzymu lipooksygenazy (LOX), odpowiedzialnego za „starzenie” się piwa, są firmy Carlsberg i Heineken, czołowi producenci piwa w Polsce [Breddam i in. 2005, Douma i in. 2002].

Lipooksygenaza (EC. 1.13.11.12) jest enzymem z klasy oksydoreduktaz, występującym powszechnie w organizmach roślinnych i zwierzęcych [Brash 1999, Kühn i Borngaber 1999, Oliw 2002, Silverman i Drazen 1999]. Lipooksygenazy należą do podklasy dioksygenaz, enzymów które katalizują reakcje utleniania wolnych lub zestryfikowanych polienowych kwasów nienasyconych do wodoronadtlenków. Roślinne lipooksygenazy badane są od wielu lat. Najwięcej prac dotyczy lipooksygenaz występujących w nasionach soi [Fornaroli i in. 1999, Kumar i in. 2003, Márczy i in. 1995], grochu [Busto i in. 1999], fasoli [Yameniciolu i in. 1998], łubinu [Yoshie-Stark i Wäsche 2004] i innych nasionach [Hugues i in. 1994, Ismah 2004, Peng i in. 1994] oraz w ziarnie jęczmienia browarnego [Hirota i in. 2006, Lermusieau i in. 1999, Liegeois i in. 2002, Li i Schwarz 2012, Yang i Schwarz 1995, Vesely i in. 2003].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: marek.liszewski@upwr.edu.pl

Wyniki dotychczasowych badań dotyczących wykorzystania w słodownictwie i piwowarstwie ziarna jęczmienia typu null-lox są obiecujące. Stwierdzono, że podczas słodowania klasycznego ziarna jęczmienia i zacierania typowych sładów jęczmiennych enzym LOX tworzy w piwie trans-2-nonenal lub jego prekursor, który pojawia się po kontakcie brzezki z tlenem. Trans-2-nonenal, to główna substancja związana ze starzeniem się piwa, wytwarzana głównie przez enzym LOX-1. W badaniach laboratoryjnych udowodniono, że zawartość trans-2-nonenalu w starzonym piwie wyprodukowanym ze sładów null-LOX wynosi tylko 2% oraz stwierdzono niską zawartość THOD (trihydroxyoctadecanoic acid), substancji łączonej z procesem starzenia się piwa i odpowiedzialnej za pogorszenie trwałości piany w piwie. Piwa otrzymane ze sładów null-lox mają też mniejszą zawartość aldehydu C-18 (gamma-nonalactone), który przyspiesza starzenie się piwa [Fenzl i in. 2018, Hoki i in. 2018a, 2018b, Vahamidis i in. 2017, Yu i in. 2014].

Celem badań była ocena plonowania oraz wybranych cech ziarna wpływających na wartość browarną nowych odmian jęczmienia browarnego typu null-lox, uprawianych według technologii intensywnej w określonych warunkach siedliskowych Nizu Dolnośląskiego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2013–2015 na polach doświadczalnych w Pawłowicach (51°34' N, 17°12' E), należących do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W ramach badań założono ściśle doświadczenie polowe metodą losowanych bloków z czterema odmianami jęczmienia browarnego, w tym trzema typu null-lox (Cheers, Chapeau, Charles). Dla celów porównawczych wykorzystano w doświadczeniu tradycyjną odmianę jęczmienia browarnego Quench. Eksperyment obejmował cztery powtórzenia, a powierzchnia poletka do zbioru wyniosła 15 m².

Doświadczenie zostało założone na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do kompleksu przydatności rolniczej pszenne go dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Przed założeniem doświadczenia pobrano próbki glebowe w celu ustalenia zasobności w podstawowe makroelementy, w tym azot mineralny.

Gleba pod doświadczenia była zasobna w dostępne roślinom formy fosforu, potasu i magnez (tab. 1). Zawartość N min w glebie była w latach 2014 i 2015 prawie dwukrotnie wyższa niż w roku 2013. We wszystkich latach badań odczyn gleby był lekko kwaśny

Tabela 1. Zawartości makropierwiastków (w mg·100 g⁻¹) oraz pH gleby
Table 1. Macroelement content (in mg·100 g⁻¹) and pH of the soil

Lata/Years	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	pH	N min (0–60 cm) kg·ha ⁻¹
2013	17,7 (wysoka/high)	14,0 (średnia/ mean)	6,90 (średnia/mean)	6,3 (lekko kwaśny/ mildly acidic)	58,8
2014	18,0 (wysoka/ high)	16,0 (średnia/ mean)	7,9 (wysoka/high)	5,7 (lekko kwaśny/ mildly acidic)	101,1
2015	17,3 (wysoka/high)	18,5 (średnia/ mean)	12,3 (bardzo wysoka/ very high)	5,6 (lekko kwaśny/ mildly acidic)	104,4

Przedplonem dla jęczmienia był rzepak ozimy. Uprawa gleby nie odbiegała od zasad zawartych w kodeksie dobrej praktyki rolniczej. Wiosną, przed założeniem doświadczenia, zastosowano nawożenie fosforem i potasem w dawkach ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): 40 – P_2O_5 i 70 kg – K_2O . Fosfor i potas dostarczono do gleby w formie 40% superfosfatu granulowanego wzbogaconego oraz w postaci 60% soli potasowej. Nawożenie azotowe zastosowano w ilości $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (przed-siewnie) w postaci 32% saletry amonowej. Pozostałe zabiegi agrotechniczne obejmowały zwalczanie chwastów oraz pełną ochronę roślin przed chorobami i szkodnikami.

W 2013 r. dopiero 10.04 średnie dobowe temperatury przekroczyły $5,0^\circ\text{C}$. Z tych względów siew jęczmienia (w obsadzie $300 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$) został przeprowadzony 22.04.2013. W latach 2014–2015 siew przeprowadzono odpowiednio 21.03. oraz 24.03., również w obsadzie $300 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$. Ziarno zaprawiano przed siewem preparatem Lamardor 400 FS (tebukonazol, protio-konazol) w ilości $20 \text{ ml}\cdot 100 \text{ kg}^{-1}$. Do odchwaszczenia plantacji użyto herbicydu Sekator 125 OD (jodosulfuron metylosodowy, amidosulfuron) w dawce $150 \text{ ml}\cdot\text{ha}^{-1}$. W celu ochrony plantacji przed chorobami zastosowano fungicydy w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 31–32): Aviator Xpro 225 EC (protiokonazol, biksafen) ($0,8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz Fandango 200 EC (protiokonazol, flu-oksastrobina) ($1,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) przed kłoszeniem (BBCH 41). W celu zwalczania mszycy zbożowej, w latach 2013 i 2014, podczas początku kłoszenia, wykonano oprysk insektycydem Decis 2,5 EC (deltametryna) ($0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$). W 2015 r. zwalczano skrzypionkę preparatem Karate Zeon 050 EC (lambda-cyhalotryna) ($0,2 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32).

Efektem zrealizowanego eksperymentu było określenie plonu ziarna i tzw. elementy plonowania (obsada pędów kłosonośnych, liczba ziaren w kłosie, masa tysiąca ziaren). Ponadto oznaczono wyrównanie ziarna przy użyciu sit Sortimat oraz zawartość białka w ziarnie wykorzystując aparat Infratec 1241 Grain Analyzer firmy Foss. Wyrównanie ziarna stanowi istotny element oceny mechanicznej, można je łatwo i szybko przeprowadzić. Wykorzystuje się w tym celu sita Vogla rozdzielając próbkę ziarna na cztery frakcje o grubości ziarniaków większej od 2,8; 2,5 i 2,2 mm oraz mniejszej niż 2,2 mm. Wyrównanie jest cechą słodowniczą, informuje producenta siodu jaka ilość zakupionego ziarna trafi do siodowania. W pracy oceniono przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego odmian null-lox wg kryteriów stosowanych w siodowniach w stosunku do odmian o znanej wartości przerobowej, określanej na podstawie badań COBORU lub oceny prowadzonej przez dostawcę materiału siewnego (Grupa Carlsberg). Wszystkie zastosowane metody analityczne były zgodnie z opracowanymi przez EBC [Analityka EBC 1998]. Zgromadzone dane zostały poddane analizie wariancji (ANOVA) dla układów czynnikowych z użyciem programu STATISTICA (wersja 13.3). Różnice między średnimi weryfikowano za pomocą testu HSD Tukeya ($p=0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

W 2013 r. wschody jęczmienia przypadały na okres bardzo silnego uwilgotnienia gleby i przybiegły szybko. Mimo to należy je uznać za zadowalające (średnio 91,9%). Przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VI) nie sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na ponadnormatywne opady, przekraczające sumę z wielolecia od 165% w maju do 189% w czerwcu (tab. 2). W takich warunkach prawdopodobnie doszło do zakłócenia stosunków powietrzno-wodnych w glebie, na co jęczmień jary jest szczególnie wrażliwy. Późny siew i skrócenie rozwoju wegetatywnego skutkowało ograniczeniem wzrostu roślin (średnia wysokość roślin wyniosła 59,3 cm i nie była zróżnicowana odmianowo). Wysokie temperatury lipca i niska suma opadów tego miesiąca przyczyniły się do skrócenia okresu wypełniania i dojrzewania ziarna oraz szybszego zakończenia wegetacji. Jęczmień zebrano po 99 dniach od siewu (29.08.2013 r.).

Tabela 2. Warunki meteorologiczne w latach 2013–2015 wg obserwacji stacji meteorologicznej w Pawłowicach k. Wrocławia
 Table 2. Weather conditions in 2013–2015 (for the Pawłowice near Wrocław)

Miesiąc Month	Temperatura w (°C) Temperature (°C)				Opady (mm) Rainfalls (mm)			Współczynnik Sielianinowa Sielianinowa coefficient			
	2013	2014	2015	Średnia/Mean 1981–2010	2013	2014	2015	Średnia/Mean 1981–2010	2013	2014	2015
III	-0,9	7,0	5,3	3,8	43,0	40,1	39,5	31,7	-*	1,89	2,36
IV	9,2	10,6	8,0	8,9	42,7	55,2	15,8	30,5	1,57	2,05	0,59
V	14,6	13,3	13,5	14,4	135,9	101,4	21,0	51,3	3,00	2,48	0,50
VI	17,7	16,5	16,6	17,1	171,7	40,2	73,3	59,5	3,24	0,81	1,46
VII	20,5	21,2	20,3	19,3	36,3	52,9	55,6	78,9	0,57	0,80	0,89
VIII	19,0	17,3	22,7	18,3	68,2	75,0	5,6	61,7	1,16	1,40	0,08
Średnia/Suma (III–VIII) Mean/Sum (III–VIII)	13,5	14,3	14,6	13,6	497,8	364,8	210,8	313,6	–	–	–

* nie można obliczyć współczynnika Sielianinowa z uwagi na ujemną temperaturę miesiąca/can not calculate the Sielianiow coefficient due to the negative temperature of the month

W 2014 r. wschody jęczmienia były wyrównane i pełne (100%), ze względu na sprzyjające warunki pogodowe. Przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VII) sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na korzystne temperatury powietrza i odpowiednio duże opady, szczególnie w kwietniu i maju przekraczające sumę z wielolecia, odpowiednio o 81,0 i 97,6%, przy czym opady były rozłożone równomiernie w poszczególnych dekadach. Takie warunki były korzystne dla rozwoju wegetatywnego roślin, tj. dla faz krzewienia i strzelania w źdźbło (okres krytyczny u zbóż), kiedy to zapotrzebowanie na wodę i składniki pokarmowe jest najwyższe. Słoneczny i dość suchy lipiec sprzyjał dojrzewaniu ziarna. Dopiero obfite opady burzowe w 3. dekadzie lipca i na początku sierpnia opóźniły zbiór o 7 dni. Okres wegetacji był długi, a rośliny osiągnęły dojrzałość pełną ziarna po 133 dniach.

W związku z suszą panującą w kwietniu 2015 roku wschody jęczmienia trwały długo (21 dni) i wyniosły 77,7%. W maju w dalszym ciągu utrzymywały się niedobory opadów. Poprawa uwilgotnienia gleby nastąpiła w czerwcu, podczas kłoszenia się jęczmienia i wypełniania ziarna. Ciepły i suchy lipiec sprzyjał dojrzewaniu jęczmienia. Stosunkowo słabo rozkrzewiony jęczmień o ograniczonej wysokości nie wyległ. Okres wegetacji wyniósł 128 dni.

Czynnik odmianowy nie różnicował wartości elementów plonowania (tab. 3). Najlepiej plonującymi odmianami okazały się Cheers ($6,77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz Charles ($6,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) (tab. 3). Średni plon ziarna z 2014 roku ($8,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) był aż o 233% wyższy niż z 2013 ($2,64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Tak wysoki plon wynikał z istotnie największej liczby kłosów na jednostce powierzchni ($1098 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$). Również w 2015 r. plon jęczmienia był wysoki (mimo suszy) i tylko o 7,6% niższy w porównaniu z rekordowym sezonem 2014. W tym przypadku o dobrym plonie zdecydowały duża liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren. Tak więc sezony wegetacyjne 2014 i 2015, w stacji doświadczalnej w Pawłowicach, należy uznać za korzystne dla wzrostu i rozwoju odmian jęczmienia jarego typu null-lox.

Tabela 3. Plon i elementy plonowania jęczmienia jarego (średnio 2013–2015)

Table 3. Characteristics of the yield components of spring barley (means of 2013–2015)

Wyszczególnienie Specification		Liczba kłosów z 1 m ² Number of ears per m ²	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)
Odmiana Cultivar	Quench	683	19	6,19
	Cheers	639	20	6,77
	Chapeau	699	17	6,13
	Charles	671	19	6,94
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	0,45
Lata Years	2013	430	17	2,64
	2014	1098	19	8,78
	2015	492	20	8,11
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		93	2	0,39

r.n. – różnica nieistotna/not significant difference

W wstępnej ocenie ziarna jęczmienia przeznaczonego do pozyskiwania słodów typu pilzeńskiego uwzględnia się: wyrównanie ziarna ($>2,5$ mm), masę tysiąca ziaren oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie [Kunze 1999]. Podstawowym warunkiem uzyskania słodu wysokiej jakości jest ziarno jęczmienia charakteryzujące się dużym wyrównaniem, bowiem wówczas poszczególne etapy słodowania (moczenie i kielkowanie ziarna) zachodzą z tą samą intensywnością w całej masie słodowanego ziarna. Do słodowania przeznacza się frakcje ziarna bogate w materiał zapasowy pozostające na sicie o grubości powyżej 2,5 mm. Jęczmień drobny z sita o szerokości oczek 2,2 mm oraz ziarno na przez to sito przesiewające się zawiera więcej białka, co może pogorszyć ekstraktywność słodu, dlatego udział tych frakcji powinien być jak najmniejszy. Wyrównanie ziarna jęczmienia, według Kunzego [1999], definiowane jest jako procentowy udział w badanej masie ziaren o grubości ponad 2,5 mm. Wyrównanie nie powinno być mniejsza niż 85% dla ziarna średniej wielkości, natomiast ziarno jęczmienia browarnego doskonałej jakości powinno wykazywać wartości przekraczające 95% [Kunze 1999].

Na podstawie analizy wyrównania ziarna jęczmienia (tab. 4) stwierdzono, że odmiany Chers oraz Chapeau nie odbiegały wielkością tego parametru od wartości stwierdzonej dla tradycyjnej odmiany Quench. Średnie wyrównanie ziarna tych odmian było bardzo duże i wynosiło 97,1%. Wyrównanie ziarna odmiany Charles było statystycznie większe (98,5%) od stwierdzonych wartości tego parametru dla odmiany Quench i odmian typu null-lox. Przy określaniu interakcji między badanymi sezonami wegetacyjnymi i cechami odmianowymi stwierdzono, że odmiana Charles charakteryzowała się też najlepszym wyrównaniem w sezonach 2013 i 2015. Analiza statystyczna wyrównania ziarna wykazała, że warunki sezonu wegetacyjnego 2013 roku wpłynęły na zmniejszenie wartości tego parametru o 4,3% w porównaniu do sezonów wegetacyjnych 2014 i 2015 roku. Generalnie wyrównanie ziarna odmian null-lox było porównywalne z odmianą wzorcową, a odmiana Charles charakteryzowała się wyrównaniem wyższym od odmiany Quench.

Masa tysiąca ziaren jęczmienia jarego, browarnego powinna wynosić co najmniej 35 g. Kunze [1999] ponadto rozgranicza wartości tego parametru na wartości normalne (38–40 g s.m.) i wartości graniczne (35–45 g s.m.). Masa tysiąca ziaren pozwala na ocenę stopnia wypełnienia ziaren skrobią, co przekłada się najczęściej na ekstraktywność słodów. Analiza statystyczna wyników wykazała, że masa 1000 ziaren jęczmienia null-lox była istotnie większa, średnio o 2–3 g, od wzorcowej odmiany Quench. Ocena interakcji (odmiana i sezon wegetacyjny) wykazała, że odmiany null-lox, a szczególnie odmiana Charles w 2013 r., charakteryzowały się większą masą tysiąca ziaren od odmiany Quench. Wpływ sezonów wegetacyjnych na masę tysiąca ziaren był wyraźny zarówno w obrębie odmian null-lox, jak i w odmianie wzorcowej (tab. 4).

Dla producentów słodu i piwa bardzo istotną rolę odgrywa zawartość białka w ziarnie jęczmienia i otrzymanym z niego słodzie. Ziarno jęczmienia bogate w białko, to znaczy o zawartości większej niż 11,5%, przerabia się na sład jasny gorzej i z większymi zanikami masy, które pogarszają efektywność ekonomiczną słodowni. Według Kunzego [1999] zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego powinna mieścić się w przedziale od 9,5 do 11,5%, gdyż przekroczenie tych wartości powoduje pogorszenie między innymi czasu splywu brzezki, barwy oraz stabilności koloidalnej piwa. Im więcej białka w ziarnie jęczmienia, tym mniejsza ekstraktywność słodu. Zawartość białka w ziarnie jest w dużym stopniu modyfikowana przez warunki środowiskowe i nawet u najlepszych odmian browarnych trudno ją utrzymać w pożądanym zakresie [Liszewski i in. 2011, 2012, Noworolnik i Leszczyńska 2000, Pecio 2002]. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia zależy także od cech odmianowych, modyfikowanych przez warunki siedliskowe i działania plantatora obejmujące określone zabiegi agrotechniczne, w tym nawożenie mineralne. Czynności te mają na celu stworzenie odpowiednich warunków do poprawnej akumulacji białka i skrobi w ziarnie, co wpływa także na wyrównanie ziarna i masę

Tabela 4. Wpływ odmiany na wybrane cechy ziarna jęczmienia jarego oraz interakcje odmian i lat badań
 Table 4. The effect of cultivars on selected features of spring barley grain and interaction between cultivars and years

Wyszczególnienie Specification	Wyrównanie ziarna (>2,5 mm) Grain filling (>2,5 mm) (%)				Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)				Białko ogółem Protein total (% s.m./DM)			
	2013	2014	2015	Średnia Mean	2013	2014	2015	Średnia Mean	2013	2014	2015	Średnia Mean
Odmiana Cultivar	Quench	94,1 d	99,0 ab	98,6 ab	97,2 A	44,7 cd	40,2 e	48,4 ab	44,4 A	11,4 a-c	11,6 a	10,5 B
	Cheers	93,6 d	99,0 ab	98,9 ab	97,1 A	47,4 ab	42,6 c	48,9 ab	46,3 B	10,7 d	11,5 ab	10,2 A
	Chapeau	94,3 d	98,4 b	99,0 ab	97,2 A	46,7 bc	44,1 cd	48,4 ab	46,4 B	11,2 a-d	10,9 cd	10,3 AB
	Charles	96,9 c	99,2 ab	99,5 a	98,5 B	49,6 a	45,0 cd	48,4 ab	47,6 B	11,0 b-d	10,9 cd	10,1 A
Lata/Years	94,7 B	99,0 A	99,0 A	–	47,1 B	43,0 C	48,5 A	–	8,6 B	11,1 A	11,2 A	–

tysiąca ziaren. Analiza statystyczna danych wykazała, że zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia odmian typu null-lox, w obrębie trzech kolejnych, bardzo zróżnicowanych sezonów wegetacyjnych (tabela 2), była bardziej stabilna niż w ziarnie wzorcowej, klasycznej odmiany jęczmienia browarnego (Quench) (tabela 4). Średnia zawartość białka w granicach do 10,5% jest wynikiem bardzo dobrym, świadczącym o możliwości pozyskiwania ziarna jęczmienia browarnego o dobrej wartości przetwórczej. Analiza danych z kolejnych sezonów wegetacyjnych wskazuje, że warunki wegetacyjne w dużym stopniu wpływają na zmienność zawartości białka ogółem w ziarnie, przy stosunkowo stabilnym wyrównaniu i masie tysiąca ziaren. Sezon wegetacyjny jako czynnik powodował zmienność zawartości białka w ziarnie w zakresie od 8,2 do 11,6%, mimo rygorystycznie kontrolowanych dawek azotu. Na podstawie zawartości białka ogółem w ziarnie jęczmienia odmian null-lox można stwierdzić, że przy klasycznym nawożeniu i uprawie w bardzo zmiennych warunkach wegetacyjnych występujących na Niżu Dolnośląskim można wyprodukować ziarno jęczmienia browarnego odmian null-lox o normatywnej zawartości białka, bardzo dobrej masie tysiąca ziaren oraz wyrównaniu powyżej 95%, czyli cechach w pełni zadowalających słodowników.

WNIOSKI

1. Zastosowana technologia uprawy badanych odmian jęczmienia browarnego typu null-lox (Cheers, Chapeau, Charles) w pełni pozwala na pozyskiwanie wysokich plonów ziarna technologicznego o dobrych właściwościach fizyko-chemicznych, (właściwym wyrównaniu, odpowiedniej masie tysiąca ziaren i zawartości białka ogółem).
2. Zaproponowana technologia uprawy jęczmienia browarnego typu null-lox była odpowiednia dla wszystkich badanych odmian, a najlepsze cechy technologiczne wykazywało ziarno odmiany Charles.
3. Warunki klimatyczne Niżu Dolnośląskiego pozwalają na pozyskiwanie dobrego jakościowo ziarna jęczmienia browarnego odmian typu null-lox.

PIŚMIENICTWO

- Analytica-EBC 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag. Nurnberg.
- Brash A.R. 1999. Lipoxygenase: occurrence, functions, catalysis, and acquisition of substrate. *J. Biol. Chem.* 274: 23679–23682.
- Breddam K., Olsen O., Skadhauge B., Lok F., Knudsen S., Bech L. 2005. Barley for production of flavor-stable beverage, patent no. WO2005087934 A3.
- Busto M.D., Owusu Apenten R.K., Robinson D.S., Wu Z., Casey R., Hughes R.K. 1999. Kinetics of thermal inactivation of pea seed lipoxygenases and the effect of additives on their thermostability. *Food Chem.* 65: 323–329.
- Douma A.C., Doderer A., Cameron-Mills V., Skadhauge B., Bech L.M., Schmitt N., Heistek J.C., Van Mechelen J.R. 2002. Low Lipoxygenase 1 barley, patent no. WO2002053721 A1.
- Fornaroli S., Petrusa E., Braidot E., Vianello A., Macrì F. 1999. Purification of a plasma membranebound lipoxygenase from soybean cotyledons. *Plant Sci.* 145: 1–10.
- Hirota N., Kuroda H., Takoi K., Kaneko T., Kaneda H., Yoshida I., Takashio M., Ito K., Takeda K. 2006. Development of novel barley with improved beer foaming and flavor stability – the impact of lipoxygenase-1-less barley in brewing industry. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* 43: 131–135.
- Hoki T., Kanatani R., Saito W., Imure T., Zhou T.S., Takoi K., Tanigawa A., Kihara M., Ogushi K. 2018a. Breeding of lipoxygenase-1-less malting barley variety 'Satuiku 2 go'. *J. Inst. Brew.* 124: 112–120.

- Hoki T., Saito W., Iimure T., Hirota N., Takoi K., Shimase M., Coventry S., March T., Box A., Eglinton J., Kihara M., Ogushi K. 2018b. Breeding of lipoxygenase-1-less malting barley variety 'SouthernStar' and evaluation of malting and brewing quality. *J. Cereal Sci.* 83: 83–89.
- Huges M., Boivin P., Gauillard F., Nicolas J., Thiry J.M., Richard F. 1994. Two lipoxygenases from germinated barley – heat and killing stability. *J. Food Sci.* 59: 885–889.
- Ismah G.K. 2004. ATPase, peroxidase and lipoxygenase activity during post-harvest deterioration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root tubers. *Int. Biodet. Biodeg.* 54: 319–323.
- Junhong Y., Shuxia H., Jianjun D., Wei F., Shuli H., Jia L., Zongming Ch., Yuhong T., Jinguang H., Shumin H. 2014. The influence of LOX-less barley malt on the flavour stability of wort and beer. *J. Inst. Brew.* 120: 93–98.
- Kühn H., Borngraber S. 1999. Mammalian 15-lipoxygenases: enzymatic properties and biological implications. *Adv. Exp. Med. Biol.* 447: 5–28.
- Kumar V., Rani A., Tindwani C., Jain M. 2003. Lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activities in soybean as influenced by growing location. *Food Chem.* 83: 79–83.
- Kunze W. 1999. Technologia piwa i siodu. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa.
- Lermusieau G., Noel S., Liegeois C., Collin S. 1999. Non-oxidative mechanism for development of trans-2-nonenal in beer. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 57: 29–33.
- Li Y., Schwarz P.B. 2012. Use of a ferrous oxidation-xylenol orange (FOX) assay to determine lipoxygenase activity in barley and malt. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 70: 287–289.
- Liegeois C., Meurens N., Badot C., Collin S. 2002. Release of deuterated (E)-2-nonenal during beer aging from labeled precursors synthesized before boiling. *J. Agric. Food Chem.* 50: 7634–7638.
- 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 siodu jęczmiennego. *Fragm. Agron.* 29(1): 93–104.
- Márquez J.S., Simon M.L., Mózsik L., Szajáni B. 1995. Comparative study on the lipoxygenase activities of soybean cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 43: 313–315.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000: Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163–166.
- Oliw E.W. 2002. Plant and fungal lipoxygenases. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 68–69: 313–323.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19(4): 7–97.
- Silverman E., Drazen J.M. 1999. The biology of lipoxygenase: function, structure, and regulatory mechanisms. *Proceed. Assoc. Am. Physicians* 111: 525–536.
- Vahamidis P., Stefopoulou A., Kotoulas V., Lyra D., Dercas N., Economou G. 2017. Yield, grain size, protein content and water use efficiency of null-LOX malt barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem. *Field Crops Res.* 206: 115–127.
- Vesely P., Lusk L.T., Basarova G., Seabrooks J.R., Ryder D.S. 2003. Analysis of aldehydes in beer using solid-phase microextraction with on-fiber derivatization and gas chromatography/mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 51: 6941–6944.
- Viktoria F., Schönberger Ø.L. 2018. Improved Method for Measuring Lipoxygenase Activity in Barley and Malt. *J. Am. Society Brew. Chem.* 76: 24–28.
- Yameniciolu A., Özkan M., Veliolu S., Camerolu B. 1998. Thermal inactivation kinetics of peroxidase and lipoxygenase from fresh pinto beans (*Phaseolus vulgaris*). *Z Lebensm Unters Forsch A.* 206: 294–296.
- Yang G., Schwarz P.B. 1995. Activity of lipoxygenase isoenzymes during malting and mashing. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 53: 45–49.
- Yoshie-Stark Y., Wäsche A. 2004. Characteristics of crude lipoxygenase from commercially de-oiled lupin flakes for different types of lupins (*Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*). *Food Chem.* 88: 287–292.
- Yu J., Huang S., Dong J., Fan W., Huang S., Liu J., Chang Z., Tian Y., Hao J., Hu S. 2014. The influence of LOX-less barley malt on the flavour stability of wort and beer. *J. Inst. Brew.* 120: 93–98.

M. LISZEWSKI, J. BŁAŻEWICZ

BREWING GRAIN QUALITY OF NEW NULL-LOX TYPE BARLEY CULTIVARS**Summary**

A field study with spring brewer's barley was conducted between 2013–2015 at the Pawłowice Experimental Station (51°34' N, 17°12' E) near Wrocław. The experiment was assumed using split-block method on brown soil, made of light clay on average clay, included into a good wheat complex soil, bonitation class – IIIb. Throughout the research the effect of cultivar factor was assessed: 4 cultivars of brewer's barley (including 3 null-lox cultivars: Cheers, Chapeau, and Charles) on the grain yield, protein content in grain, accuracy and thousand grain weight, of the grains cultivated according to intensive cultivation technology of spring barley including full plant protection from weed, diseases and pest. The quality traits of null-lox cultivars were assessed by using those used for evaluation of malting usefulness of brewer's barley grains for comparison. The dependencies of cultivar traits and null-lox barley grain and vegetation conditions in three seasons between grain yield and principle features of grain mass were determined. It was stated that intensive tillage technology of studied null-lox barley cultivars (Cheers, Chapeau, and Charles) allows to obtain a high grain yield with normative malting traits within grain accuracy, thousand grain weight and protein content.

Key words: brewing barley, null-lox cultivars, malt grain features

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 3.05.2019

Do cytowania – *For citation*

Liszewski M., Błażewicz J. 2019. Wartość browarna ziarna nowych odmian jęczmienia typu null-lox. *Fragm. Agron.* 36(2): 55–64.