

Wpływ nawożenia dolistnego miedzią i manganem na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia (badania wstępne)

¹Marek Liszewski, ²Józef Błażewicz

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Plac Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, Polska

²Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania, ul. J. Chełmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław, Polska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Abstrakt. Oceniono wpływ nawożenia dolistnego jęczmienia jarego odmiany Quench preparatami firmy PP-C ADOB Sp. z o.o. Sp. k., zawierającymi Cu lub Mn (ADOB 2.0 Cu IDHA lub ADOB 2.0 Mn). Poddano ocenie technologicznej ziarno, otrzymane z niego w warunkach laboratoryjnych 4- i 5-dniowe słoły typu pilzneńskiego oraz brzeczki wyprodukowane metodą kongresową. Ocenę przydatności słodowniczej przeprowadzono według metod stosowanych w analityce EBC. Założono, że niezależnie od zasobności gleby w mikrośladniki, dolistna aplikacja miedzi i manganu może być czynnikiem stabilizującym cechy jakościowe ziarna, słołów typu pilzneńskiego i brzeczek piwnych. Stwierdzono, że nawet w bardzo dobrych warunkach wegetacyjnych 2014 roku, sprzyjających pozyskiwaniu ziarna o dobrej przydatności słodowniczej, można uzyskać poprzez dolistne nawożenie miedzią i manganem poprawę jakości słołów i brzeczek piwnych. Stwierdzono, że nawożenie tymi mikroelementami wpływa na zmniejszenie ubytków naturalnych w trakcie produkcji słołów: zastosowanie miedzi – średnio o 2,6–3,6 p.p., manganu – średnio o 0,8–1,4 p.p. Stwierdzono także pozytywny wpływ zastosowanych nawozów na zwiększenie zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w brzeczcech pozyskanych z 5-dniowych słołów.

słowa kluczowe: jęczmień browarny, nawożenie dolistne, miedź, mangan, słoł, brzeczka

WSTĘP

Mangan i miedź pełnią szczególnie ważną rolę w kształtowaniu plonu jęczmienia oraz powodują największe spośród mikrośladników przyrosty plonu ziarna jęczmienia (Barczak i in., 2005). Szacuje się, że około 36% gleb krajowych wykazuje niedobory tych mikrośladników (Kucharzewski, Dębowski, 2000). Niedobór miedzi i manganu powoduje zmniejszenie intensywności

fotosyntezy, przy jednoczesnym zwiększeniu intensywności oddychania. Miedź jest także ważnym składnikiem wpływającym na syntezę hormonów wzrostu roślin (Kabata-Pendias, Pendias, 1993). Z badań przeprowadzonych na materiale z czterech sezonów wegetacyjnych (Barczak i in., 2005) oraz z dwóch sezonów wegetacyjnych (Kozłowska, Liszewski, 2012) wynika, że wielkość plonu ziarna jęczmienia browarnego była w większym stopniu różnicowana warunkami wegetacyjnymi w poszczególnych latach niż dolistnym dokarmianiem roślin mikroelementami. Dolistne dokarmianie może być szczególnie skuteczne w podniesieniu wysokości plonu, jeżeli będzie przeprowadzane w fazie strzelania w źdźbło i tym samym zwiększonego zapotrzebowania na mikroelementy oraz w okresach posuchy glebowej, w trakcie której system korzeniowy nie dostarcza składników pokarmowych, nawet obecnych w glebie w wystarczających ilościach (Czuba, 2000). Mikroelementy odgrywają ważną rolę jako składniki lub aktywatory katalizatorów wielu procesów enzymatycznych (Michałojć, Szewczuk, 2003), ważnych zarówno w tworzeniu plonu (fotosynteza), jak i kiełkowaniu ziarna w procesie słodowania (oddychanie). W piśmiennictwie brakuje opublikowanych badań dotyczących wpływu dolistnego nawożenia mikroelementami na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego. Na podstawie wstępnych badań w tym obszarze (Błażewicz i in., 2015) założono, że mikroelementy zwiększają również efektywność nawożenia makroelementami, przyczyniając się tym samym do wzrostu plonu oraz poprawy wartości biologicznej ziarna, szczególnie przeznaczonego do produkcji słołów piwarskich. Poniższe opracowanie jest wstępną próbą oszacowania wpływu nawożenia dolistnego miedzią i manganem na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia, na podstawie oceny technologicznej ziarna, słołów typu pilzneńskiego i pozyskanych z nich brzeczek laboratoryjnych. Założono, że niezależnie od zasobności gleby w mikrośladniki, dolistna aplikacja miedzi i manganu może być czynnikiem stabilizującym cechy jakościowe ziarna, słołów typu pilzneńskiego i brzeczek piwnych.

Autor do kontaktu:

Marek Liszewski
e-mail: marek.liszewski@up.wroc.pl
tel. +48 71 3201625

Praca wpłynęła do redakcji 26 października 2015 r.

Celem pracy było określenie wpływu wybranych nawozów mikroelementowych firmy ADOB zawierających miedź i mangan aplikowanych dolistnie w trakcie wegetacji jęczmienia browarnego odmiany Quench na wybrane wyróżniki jakościowe ziarna, słoðu typu pilzneńskiego i brzeczki laboratoryjnych.

MATERIAŁY I METODY

Część uprawową badań przeprowadzono na polach należących do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu, zlokalizowanych w Pawłowicach, a ocenę technologiczną ziarna, słoðu i brzeczki piwowskich przeprowadzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania tego uniwersytetu. Doświadczenie polowe zostało założone metodą bloków losowanych z trzema obiektami (kontrola, nawożenie Cu, nawożenie Mn). Nawożenie dolistne wykonano w fazie krzewienia jęczmienia (BBCH 23) w zalecanych dawkach, tj. 1 dm³ (ADOB 2.0 Cu IDHA) i 3 dm³ (ADOB 2.0 Mn) oraz powtórnie w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 33) w dawkach 0,2 dm³ (ADOB 2.0 Cu IDHA) i 3 dm³ (ADOB Mn 2.0) na 1 ha. Nawozy typu ADOB[®]2.0 to grupa produktów dolistnych, przeznaczonych do uzupełniania niedoborów makro- i mikrośladników pokarmowych w uprawach rolniczych. Formuła płynnych nawozów tego typu została dodatkowo wzbogacona o biodegradowalne tensydy. Zawartość miedzi w nawozie wynosi 4,4% wagowych, a manganu – 10,1%. Odmiana browarna jęczmienia Quench jest zalecana do uprawy we wszystkich rejonach kraju i szeroko akceptowana przez słodownie.

Eksperyment obejmował 12 poletek doświadczalnych (3 x 4 powtórzenia). Powierzchnia poletka do zbioru wyniosła 16,5 m². Doświadczenie zostało założone na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do pszenno dobrego kompleksu przydatności rolniczej, klasy bonitacyjnej IIIb. Przed założeniem doświadczenia pobrano z głębokości 0–30 i 30–60 cm próbki glebowe w celu ustalenia zasobności w podstawowe makro- i mikroelementy, w tym N_{min}. Zawartość fosforu, potasu, magnezu w glebie wynosiła odpowiednio: 180 (zasobność wysoka), 160 (średnia) oraz 79 (wysoka) mg·kg⁻¹. Odczyn gleby był lekko kwaśny (pH 5,7). Zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby od 0 do 60 cm wyniosła 101,1 kg·ha⁻¹. Zawartość Cu wyniosła 3,0 mg·kg⁻¹ (zasobność średnia), a Mn – 80,3 (niska) (Gorlach, Mazur, 2001). Przedplonem jęczmienia był rzepak ozimy. Wiosną zastosowano nawożenie fosforem i potasem w dawkach 40 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 70 kg K₂O·ha⁻¹, w formie superfosfatu granulowanego oraz 60% soli potasowej. Nawożenie azotowe zastosowano przedsięwzięciem w ilości 40 kg N·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej. Pozostałe zabiegi agrotechniczne wykonano według intensywnej technologii uprawy jęczmienia jarego z pełną ochroną roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Ziarno zaprawiono przed siewem prepara-

tem Lamardor 400 FS w ilości 20 ml/100 kg. Siew jęczmienia przeprowadzono 21.03.2014, w ilości 300 ziarniaków na 1 m². W celu odchwaszczenia plantacji użyto herbicydu Sekator 125 OD w dawce 150 ml·ha⁻¹. W fazie strzelania w źdźbło (BBCH 31-33) zastosowano fungicydy: Aviator Xpro 225 EC (0,8 l·ha⁻¹) oraz Fandango 200 EC (1,0 l·ha⁻¹). W celu zwalczania mszycy zbożowej na początku kłoszenia (BBCH 51) wykonano oprysk insektycydem Decis 2,5 EC (0,25 l·ha⁻¹). W fazie 3. kolanka (BBCH 33) zastosowano retardant Cerone 480 S (1 l·ha⁻¹).

Do oceny przydatności słodowniczej ziarna wykorzystano metody analityczne zgodnie z wymaganiami analityki EBC (Analytica – EBC, 1998). Oznaczono zawartość białka i skrobi w ziarnie w aparacie Infratec 1241 Grain Analyzer firmy Foss. Określono wyrównanie ziarna przy użyciu sit Sortimat (>2,5 mm), udział ziarniaków o grubości ponad 2,8 mm oraz masę 1000 ziaren. Z ziarna o grubości ponad 2,5 mm wyprodukowano w warunkach laboratoryjnych 4- i 5-dniowe słoðu typu pilzneńskiego, charakteryzując ich jakość poprzez oznaczenie zawartości białka, masy 1000 ziaren słoðu, ekstraktywności oraz ubytków naturalnych, definiowanych jako sumaryczny zanik masy ziarna wynikający z przemian życiowych słodowanego ziarna, wypłukania substancji rozpuszczalnych w trakcie moczenia ziarna oraz oddzielenia korzonków zarodkowych w trakcie odkiełkowania słoðu. Z 4- i 5-dniowych słoðu typu pilzneńskiego w zaciernicy laboratoryjnej Elektronik LB 12 metodą zacierania kongresowego wyprodukowano brzeczki. Oceniono objętość końcową brzeczki po 120 minutach filtracji, zawartość białka rozpuszczalnego w brzeczce, zawartość azotu alfa-aminokwasowego (FAN) oraz zawartość ekstraktu w brzeczce. Ekstraktywność słoðu obliczono w oparciu o wilgotność słoðu oraz zawartość ekstraktu w brzeczce laboratoryjnej na podstawie następujących wzorów:

$$E = \frac{e \cdot (800 + W)}{100 - e}$$

gdzie:

E – ekstraktywność słoðu wprost [%],

e – zawartość ekstraktu w brzeczce laboratoryjnej [% wag.],

W – wilgotność słoðu [%],

800 – masa wody dodanej do zacieru w przeliczeniu na 100 g słoðu [g].

$$E_{s.s.} = \frac{E \cdot 100}{100 - W}$$

gdzie:

E_{s.s.} – ekstraktywność słoðu w suchej substancji [%] (Analytica – EBC, 1998).

Wszystkie uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej. Z każdego z 4 poletek doświadczalnych (powtórzeń) pobierano średnią próbę laboratoryjną ziarna do oznaczenia cech jakościowych. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę statystyczną wyników, określając wpływ nawożenia mikroelementami. Z każdej średniej laboratoryjnej próby ziarna wyprodukowano słoðu i brzeczki

laboratoryjne. Ocenę sładów i brzeczek przeprowadzono stosując dwuczynnikową analizę wariancji, uwzględniając nawożenie mikroelementami i czas słodowania, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, używając testu Duncana w programie Statistica 12 (StatSoft, USA).

Przebieg pogody sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na optymalne temperatury powietrza i wysokie opady, szczególnie w kwietniu i maju, przekraczające sumę z wielolecia i równomiernie rozłożone w poszczególnych miesiącach. Stwierdzono wysokie współczynniki Sielianiowa w maju i czerwcu (Błażewicz i in., 2015). Takie warunki były korzystne dla rozwoju wegetatywnego roślin, tj. dla faz krzewienia i strzelania w źdźbło, 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. Zastosowanie retardanta uchroniło mocno rozkrzewione rośliny przed wyleganiem. Okres wegetacji był długi, a rośliny osiągnęły dojrzałość pełną po 133 dniach od siewu.

WYNIKI

Cechy ziarna przeznaczonego do słodowania zarówno z obiektów bez nawożenia mikroelementami, jak i po ich zastosowaniu były bardzo dobre i wskazywały na bardzo dobrą przydatność słodowniczą pozyskanego ziarna (tab. 1). Na podstawie wyników analiz ziarna browarnej odmiany jęczmienia Quench oraz 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego z tego ziarna (tab. 2), a także brzeczek laboratoryjnych pozyskanych metodą kongresową (tab. 3) określono wpływ nawożenia dolistnego miedzią lub manganem, stosowanego w dawkach zalecanych przez producenta, na ich cechy jakościowe.

Stwierdzono, że ziarno jęczmienia browarnej odmiany Quench charakteryzowało się bardzo dobrą wartością

parametrów stosowanych w ocenie słodowniczej. Ponad 99% masy zbożowej stanowiło ziarno o grubości ponad 2,5 mm, a ponad 92% w całym plonie ziarna stanowiły ziarniaki bardzo dorodne, o grubości ponad 2,8 mm. Świadczy to o bardzo dobrym wypełnieniu ziarna jęczmienia z tego sezonu wegetacyjnego zarówno z obiektów bez nawożenia dolistnego mikroelementami, jak i po jego zastosowaniu. Analiza statystyczna wykazała niewielkie, ale statystycznie istotne pogorszenie wyrównania ziarna pod wpływem nawożenia mikroelementami, które z praktycznego punktu widzenia nie ma większego znaczenia.

Nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia mikroelementami na zawartość białka oraz ekstraktywność sładów (tab. 2). Dolistne nawożenie miedzią i manganem przyczyniło się do zmniejszenia ubytków naturalnych masy sładu w trakcie całego procesu jego otrzymywania oraz zachowania większej masy 1000 ziaren sładu wyprodukowanego z ziaren roślin nawożonych, szczególnie manganem. Konsekwencją przeprowadzonego zabiegu była też większa ilość suchej substancji w skiełkowanych, wysuszonych i pozbawionych korzonków zarodkowych sładach.

Analiza statystyczna wykazała, że poprawa przydatności słodowniczej ziarna z roślin nawożonych mikroelementami dotyczyła głównie zmniejszenia ubytków naturalnych w trakcie produkcji sładów średnio o 2,6–3,6 p.p. (punktów procentowych) po zastosowaniu miedzi oraz średnio o 0,8–1,4 p.p. po aplikacji manganu (tab. 2). Z punktu widzenia zwiększania efektów produkcyjnych słodowni jest to informacja ważna i wymagająca bardziej szczegółowych badań wyjaśniających mechanizm takiej zależności. Podobny kierunek zmian dotyczy masy 1000 ziaren sładu. Słodowanie 4-dniowe pozwala na pozyskanie lepszych jakościowo sładów niż słodowanie 5-dniowe, generujące większe zaniki masy towarowej (większe ubytki naturalne i mniejsza ekstraktywność sładu) (tab. 2). Przedstawione ściśle doświadczenie połowe przeprowadzone w jednym

Tabela 1. Wpływ nawożenia dolistnego mikroelementami jęczmienia browarnego na wybrane cechy jakościowe ziarna
Table 1. Effect of microelements foliar fertilization of brewer's barley on selected parameters of grain.

Warianty nawożenia dolistnego Foliar fertilization variants	Wyrównanie ziarna Grain uniformity [%]	Udział ziarna o średnicy >2,8 mm Share of grain of thickness >2,8 mm [%]	Masa 1000 ziaren [g s.s.] 1000 grains mass [g d.m.]	Zawartość białka [% s.s.] Protein [% d.m.]	Zawartość skrobi [% s.s.] Starch [% d.m.]
0	99,7 a	93,4 a	43,9 ab	11,0 a	62,6 a
Cu	99,2 b	92,6 a	43,1 b	11,2 a	62,8 a
Mn	99,4 b	93,8 a	44,4 a	11,1 a	62,7 a
NIR; LSD	0,36	1,58	1,07	0,58	0,53

0 – obiekty kontrolne bez nawożenia mikroelementami; control objects without microelements fertilization

Cu (nawóz: ADOB 2.0 Cu IDHA); Cu (fertilizer: ADOB 2.0 Cu IDHA)

Mn (nawóz: ADOB 2.0 Mn); Mn (fertilizer ADOB 2.0 Mn)

s.s. – sucha substancja; d.m. – dry matter

poziom istotności $\alpha = 0,05$; significance level $\alpha = 0.05$

Wartości oznaczone jednakowymi literami tworzą grupy jednorodnie; Data in homogenous groups are followed by the same letters

Tabela 2. Wpływ nawożenia dolistnego mikroelementami jęczmienia browarnego na wybrane cechy jakościowe 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego

Table 2. Effect of microelements foliar fertilization of brewer's barley on selected parameters of 4- and 5-days pilsner type malts.

Czas słodowania [dni] Malting time [days]	Warianty nawożenia dolistnego [#] Foliar fertilization variants [#]	Zawartość białka [% s.s.] Protein [% d.m.]	Masa 1000 ziaren [g s.s.] 1000 grains mass [g d.m.]	Ubytki naturalne [% s.s.] Malting losses [% d.m.]	Ekstraktywność sładów [% s.s.] Malt extractivity [% d.m.]
4	0	10,1 a	40,4 ab	7,8 b	84,1 a
	Cu	10,1 a	41,4 a	4,2 c	84,5 a
	Mn	9,9 a	41,3 a	7,0 b	84,6 a
5	0	10,1 a	39,3 b	10,5 a	83,4 a
	Cu	9,8 a	39,7 b	7,9 b	83,7 a
	Mn	10,0 a	40,4 ab	9,1 ab	84,1 a
NIR; LSD		0,83	1,10	2,38	0,83

patrz tab. 1; see Table 1

s.s. – sucha substancja; d.m. – dry matter

poziom istotności $\alpha = 0,05$; significance level $\alpha = 0.05$

Wartości oznaczone jednakowymi literami tworzą grupy jednorodne; Data in homogenous groups are followed by the same letters

sezonie wegetacyjnym wykazało więc, że dodatkowe nawożenie roślin jęczmienia mikroelementami może przyczynić się do poprawy jakości sładów typu pilzneńskiego, szczególnie w zakresie zmniejszania zaników słodowanej masy w trakcie procesu ich pozyskiwania.

W ocenie wybranych cech jakościowych brzeczki pozyskanych z 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego uwzględniono końcową objętość brzeczki po 120 minutach filtracji, zawartość produktów hydrolizy enzymatycznej białek oraz zawartość azotu alfa-aminokwasowego (FAN), który w zasadniczy sposób wpływa na zaopatrzenie drożdży piwnych w niezbędne dla ich aktywności aminokwasy. Analiza statystyczna wykazała, że mimo bardzo dobrej, niezróżnicowanej pod względem statystycznym zasobności brzeczki w białko rozpuszczalne oraz pomimo istotnego statystycznego zróżnicowania zawartości azotu

alfa-aminokwasowego charakteryzują się one przeciętną zawartością FAN, zwiększoną w niewielkim zakresie w wyniku dłuższego o jeden dzień kiełkowania ziarna. Na podstawie przedstawionych wyników stwierdzono, że nawożenie miedzią i manganem powoduje zmniejszenie ubytków naturalnych słodowanego ziarna. Nie udowodniono jednoznacznego wpływu badanych mikroelementów na pozostałe wyróżniki technologiczne sładów i brzeczki. Brzeczka piwna dobrej jakości powinna wg Kunzego (1999) zawierać około 200 mg azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w jednym litrze. Zmniejszoną zawartość tej formy azotu w pozyskanych brzeczki można wyjaśnić stosunkowo dużą zawartością białka w ziarnie użytym do słodowania, wynoszącą ponad 11%, co jest bliskie górnej, dopuszczalnej granicy zawartości białka w ziarnie jęczmienia, wynoszącej według zaleceń surowcowych 11,5%.

Tabela 3. Wpływ nawożenia dolistnego mikroelementami jęczmienia browarnego na wybrane cechy jakościowe brzeczki laboratoryjnych pozyskanych metodą kongresową z 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego

Table 3. Effect of microelements foliar fertilization of brewer's barley on selected parameters properties of congress worts obtained from 4- and 5-days pilsner type malts.

Czas słodowania [dni] Malting time [days]	Warianty nawożenia dolistnego Foliar fertilization variants	Objętość brzeczki Wort volume [ml]	Białko rozpuszczalne Soluble protein [mg/l]	FAN [mg/l]
4	0	195 a	893 a	144,8 ab
	Cu	216 a	934 a	126,8 b
	Mn	205 a	898 a	142,3 ab
5	0	226 a	981 a	159,0 ab
	Cu	215 a	918 a	189,5 a
	Mn	215 a	912 a	175,8 ab
NIR; LSD		54,3	240,9	49,0

patrz tab. 1; see Table 1

Wartości oznaczone jednakowymi literami tworzą grupy jednorodne; Data in homogenous groups are followed by the same letters

poziom istotności $\alpha = 0,05$; significance level $\alpha = 0.05$

Według Kunzego (1999) zbyt duża zawartość białka w ziarnie użytym do produkcji słodu powoduje zmniejszenie zawartości FAN w brzeczce.

DYSKUSJA

Istotą dodatkowego nawożenia dolistnego roślin jęczmienia jest dostarczenie im składników będących w zbyt małych ilościach w glebie lub niemożliwych do pobrania z gleby w czasie vegetacji roślin. W praktyce rolniczej coraz częściej zdarza się, że składniki pokarmowe mogą występować w glebie w ilościach niewystarczających lub w formach trudno dostępnych dla roślin (Szewczuk, Michałojć, 2003). Czynniki odpowiedzialnymi za niedobór składników w roślinie może być niewłaściwy odczyn gleby, antagonistyczne lub synergistyczne oddziaływanie pierwiastków, niekorzystny przebieg pogody czy niska zawartość substancji organicznej w glebie (Szewczuk, Michałojć, 2003). Najskuteczniejszym sposobem doraźnego dostarczenia deficytowych mikroskładników jest nawożenie dolistne roślin. Głównymi jego zaletami są szybkość działania i wysoki stopień wykorzystania wnoszonych składników (Michałojć, Szewczuk, 2003).

Kozłowska i Liszewski (2012) stwierdzają, że zarówno czynnik odmianowy, jak i nawożenie mikroelementami nie wpłynęły istotnie na plonowanie jęczmienia browarnego. Przebieg warunków vegetacyjnych najsilniej decydował o plonowaniu i cechach rolniczych ziarna jęczmienia browarnego. Mikroelementy regulują szereg procesów biochemicznych przebiegających w roślinach. Pierwiastki te są składnikami lub aktywatorami wielu reakcji enzymatycznych (Michałojć, Szewczuk, 2003). Zwiększają one również efektywność nawożenia makroelementami, wpływając tym samym na wysokość plonu oraz wartość biologiczną ziarna. Niedobór mikroelementów może zmieniać cechy jakościowe ziarna, a w szczególności wpływać na ilość i jakość białka (Barczak, Kozera, 2003). Graham (1975) stwierdził, że w wyniku niedoboru miedzi u pszenicy powstaje zdegenerowany pyłek o obniżonej żywotności, co może powodować wykształcenie mniejszej liczby ziarniaków w kłosie. Dolistne stosowanie zalecanych dawek oraz łącznej aplikacji manganu i miedzi powodowało istotny wzrost liczby ziarniaków w kłosie w porównaniu z obiektem nienawożonym mikroelementami (Kozłowska, Liszewski, 2012). Domska i Raczkowski (2009) oraz Warechowska i Domska (2002) podkreślają pozytywny wpływ nawożenia mikroelementami na wielkość plonów zbóż. Wykazały, że dla uzyskania wysokiego plonu ziarna wskazane jest uzupełnienie nawożenia podstawowego, ograniczonego najczęściej do NPKMg, o mikroelementy. Barczak i in. (2005) wnioskuje natomiast, że wielkość plonu jęczmienia była w większym stopniu różnicowana w latach badań niż po zastosowaniu dolistnego nawożenia mikroelementami (Cu, Zn, Mn, Mo, B). Wyniki badań Kozłowskiej i Liszewskiego (2012) wskazują, że czynni-

kiem najsilniej decydującym o cechach rolniczych ziarna jęczmienia browarnego jest przebieg warunków vegetacyjnych w danym roku. Czynnikiem odmianowy w tych badaniach w większym stopniu niż nawożenie miedzią i manganem różnicował analizowane parametry technologiczne oraz elementy struktury plonu jęczmienia browarnego, takie jak: liczba kłosów produktywnych, liczba i masa ziarna z kłosa, masa 1000 ziaren, celność oraz zawartość białka w ziarnie.

W wyniku badań własnych, na podstawie ekstraktywności sładów i wielkości ubytków naturalnych masy w trakcie ich pozyskiwania, stwierdzono, że 4-dniowe słodowanie ziarna jęczmienia pozwoliło na pozyskanie lepszych jakościowo sładów typu pilzneńskiego niż słodowanie 5-dniowe. Ocena jakościowa wskazuje na korzystny wpływ nawozów dostarczających w trakcie uprawy jęczmienia odmiany Quench mikroelementów, szczególnie w zakresie ubytków naturalnych oraz masy 1000 ziaren sładów typu pilzneńskiego pozyskanych w wyniku słodowania 4-dniowego. Brzeczki pozyskane ze sładów 4-dniowych zawierały większe ilości ekstraktu niż analogiczne brzeczki pozyskane ze sładów 5-dniowych. Nawożenie roślin jęczmienia browarnego dolistnymi preparatami mikroelementowymi jest zabiegiem dodatkowym, wspomagającym wykorzystanie makroskładników (N, P, K) oraz ograniczającym skutki niedoborów mikroelementów w roślinach wynikających z ich niedostatecznej zawartości w glebie lub utrudnień w ich pobieraniu, szczególnie w fazie od krzewienia do strzelania w źdźbło (Czuba, 2000).

WNIOSKI

1. Dolistne nawożenie mikroelementami jęczmienia browarnego odmiany Quench spowodowało zmniejszenie ubytków naturalnych w trakcie produkcji sładów typu pilzneńskiego, średnio o 2,6–3,6 p.p. po zastosowaniu nawozu zawierającego miedź oraz o 0,8–1,4 p.p. po aplikacji manganu.
2. Zastosowanie dolistnego nawożenia miedzią w agrotechnice jęczmienia browarnego wpłynęło na zwiększenie zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w brzeczce pozyskanych z 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego w stosunku do sładów 4-dniowych.
3. Nawożenie dolistne miedzią i manganem pozwoliło na skrócenie czasu słodowania jęczmienia browarnego odmiany Quench z 5 do 4 dni.

PIŚMIENNICTWO

- Analytica – EBC. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg, 1998.
- Barczak B., Kozera W., 2003. Oddziaływanie nawożenia mikroelementami na zawartość i skład frakcyjny białka ziarna jęczmienia jarego. *Acta Agrophysica*, 85: 31-38.

- Barczak B., Nowak K., Kozera W., Majcherczak E., 2005.** Wpływ dokarmiania dolistnego mikroelementami na wielkość plonu ziarna jęczmienia jarego. *Fragmenta Agronomica*, 4(88): 5-17.
- Błażewicz J., Brejan K., Liszewski M., Wyrwa P., 2015.** Wpływ nawożenia dolistnego roślin jęczmienia na jakość słodów typu pilzneńskiego. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 59(5): 2122.
- Czuba R., 2000.** Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 471: 161-169.
- Domska D., Raczkowski M., 2009.** Wpływ techniki dokarmiania mikroelementami na plonowanie i jakość ziarna pszenżyta. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 541: 105-112.
- Gorlach E., Mazur T., 2001.** *Chemia rolna*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Graham R.D., 1975.** Male sterility in wheat plants deficient in copper. *Nature*, 254: 514-515.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993.** *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- Kozłowska K., Liszewski M., 2012.** Wpływ nawożenia dolistnego wybranymi mikroelementami na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Zeszyty Naukowe UP Wrocław, Rolnictwo, CIII*, 589: 157-168.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 2000.** Odczyn i zawartość mikroelementów w glebach Polski. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 471: 627-635.
- Kunze W., 1999.** *Technologia piwa i siodu*. Piwochmiel Spółka z o.o., Warszawa.
- Michalójc Z., Szewczuk C., 2003.** Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85: 9-17.
- Szewczuk C., Michalójc Z., 2003.** Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85: 19-29.
- Warechowska M., Domska D., 2002.** Wpływ dolistnego dokarmiania azotem i mikroelementami na zawartość i skład białka ziarna pszenżyta jarego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 484: 733-741.

M. Liszewski, J. Błażewicz

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION WITH COPPER AND MANGANESE ON THE MALTING QUALITY OF BARLEY GRAIN (PRELIMINARY STUDY)

Summary

The effect of foliar fertilization of spring barley cv. Quench with PP-C ADOB Sp.z o.o. Sp. k. proprietary formulas containing Cu or Mn (ADOB 2.0 Cu IDHA and ADOB 2.0 Mn respectively) was assessed. The grain, laboratory obtained 4 and 5 day-old malts and Congress worts were subjected to technological assessment. The malting quality was determined with standard EBC methods. It was found that, even under growing conditions in 2014 which favoured the obtaining of good quality malts, foliar fertilization with Cu and Mn allows the quality of malts and worts to be improved. Moreover, fertilization with microelements decreased the malting losses during malts production by 2.6–3.6% and 0.8–1.4% for Cu and Mn fertilized grain respectively. It was also found that the use of Cu- and Mn-containing fertilizers improved the free amino nitrogen (FAN) content in worts especially in 5 day-old malts.

key words: brewing barley, foliar fertilization, copper, manganese, malt, wort