

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. Chelmońskiego 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 mikroskładniki, 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%, manganu – średnio o 0,8–1,4%. Stwierdzono także pozytywny wpływ zastosowanych nawozów na zwiększenie zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN), szczególnie w brzeczkiach 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 mikroskładników, przyrosty plonu ziarna jęczmienia (Barczak i in., 2005). Szacuje się, że około 36% gleb krajowych wykazuje niedobory tych mikroskładników (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 na nie zapotrzebowania, oraz w okresach posuchy glebowej, w trakcie której system korzeniowy nie dostarcza składników pokarmowych, nawet obecnych w glebie w wystarczających ilościach (Czuba, 2000). Mikroelementy stosowane doglebowo i w formie dolistnej odgrywają ważną rolę jako składniki lub aktywatory katalizatorów wielu procesów enzymatycznych (Michłójć, Szewczuk, 2003), ważnych zarówno w tworzeniu plonu (fotosynteza), jak i kielkowaniu ziarna w procesie słodowania (oddychanie). W piśmiennictwie brakuje opublikowanych badań dotyczących wpływu dolistnego nawożenia mikroelementowego 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 tym samym do wzrostu plonu oraz poprawy wartości biologicznej ziarna, szczególnie przeznaczonego do produkcji słołów piwowskich. 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 brzeczki laboratoryjnych. Założono, że niezależnie od zasobności gleby w mikroskładniki, dolistna aplikacja miedzi i manganu

Autor do kontaktu:

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

Praca wpłynęła do redakcji 26 października 2015 r.

może być czynnikiem stabilizującym cechy jakościowe ziarna, sładów typu pilzneńskiego i brzeczki piwnych.

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, sładów 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, sładów i brzeczki piwarskich przeprowadzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania towarów uniwersytetu. Doświadczenie polowe zostało założone metodą bloków losowanych z trzema obiektami (kontrola, nawożenie Cu, nawożenie Mn). Nawożenie dolistne nawozami wykonano w fazie krzewienia jęczmienia (BBCH 23) w dawkach zalecanych na ha, 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). 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 nawożeniu wynosi 4,4% wagowych, a manganu – 10,1%. Odmiana browarna jęczmienia Quench jest zalecana do uprawy we wszystkich rejonach kraju i szeroko akceptowana przez słodownię.

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 kompleksu przydatności rolniczej pszenne-go dobrego, 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}. Zawartości makroelementów (fosforu, potasu, magnezu) w glebie wynosiły 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. W glebie oznaczono zawartości mikroelementów w mg·kg⁻¹: Cu – 3,0 (zasobność średnia), 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 przedsiemnie w ilości 40 kg N·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej. Pozostałe zabiegi agrotechniczne wy-

konano według intensywnej technologii uprawy jęczmienia jarego z pełną ochroną roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Ziarno zaprawiono przed siewem preparatem Lamardor 400 FS w ilości 20 ml/100 kg. Siew jęczmienia przeprowadzono 21.03.2014, w ilości 300 ziarniaków na m². W celu odchwaszczenia plantacji użyto herbicydu Sekator 125 OD w dawce 150 ml·ha⁻¹. W celu ochrony plantacji przed chorobami zastosowano fungicydy w fazie strzelania w źdźbło (BBCH31-33): 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 zgodne z wymaganiami analityki EBC (Analytica – EBC, 1998). Oznaczono wyrównanie ziarna przy użyciu sit Sortimat oraz zawartość białka i skrobi w ziarnie w aparacie Infratec 1241 Grain Analyzer firmy Foss. Brzeczki laboratoryjne otrzymano metodą kongresową w zaciernicy laboratoryjnej Elektronik LB 12. Ocenę ziarna przeprowadzono, określając jego wyrównanie wg I i II sita (>2,5 mm), udział ziarniaków o grubości ponad 2,8 mm, masę 1000 ziaren oraz zawartość białka i skrobi. Z ziarna o grubości ponad 2,5 mm wyprodukowano w warunkach laboratoryjnych 4- i 5-dniowe słady typu pilzneńskiego, charakteryzując ich jakość poprzez oznaczenie zawartości białka, masy 1000 ziaren, ekstraktywności oraz ubytków naturalnych, definiowanych jako sumaryczny zanik masy ziarna wynikający z przemian życiowych słodowanego ziarna, zawartości substancji rozpuszczonych w trakcie moczenia ziarna oraz oddzielonych korzonków zarodkowych w trakcie odkiełkowania sładów. Z 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego w zaciernicy laboratoryjnej metodą zacieranania 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 sładów obliczono w oparciu o wilgotność sładów oraz zawartości ekstraktu w brzeczce laboratoryjnej na podstawie następujących wzorów:

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

gdzie:

E – ekstraktywność sładów wprost [%],

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

W – wilgotność sładów [%],

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

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

gdzie:

E_{s.s.} – ekstraktywność sładów 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, które poddawano analizie oznaczając w nim cechy jakościowe. Analizę ziarna przeprowadzono jako jednoczynnikową. Z każdej średniej laboratoryjnej próby ziarna wyprodukowano słody i brzeczki laboratoryjne. Ocenę słodów i brzeczek przeprowadzono stosując dwuczynnikową analizę wariancji (dwa czasy słodowania), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, używając testu Duncana w programie Statistica 12 (StatSoft, USA). Grupy statystycznie jednoderne oznaczono, stosując kolejne litery alfabetu.

Przebieg pogody sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na optymalne temperatury powietrza i wysokie opady, szczególnie w kwietniu i maju, przekraczające sumę z wielolecia, przy czym opady były rozłożone równomiernie w poszczególnych miesiącach. Stwierdzono wysokie współczynniki Sielianinowa 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.

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 słodów typu pilzneńskiego z tego ziarna (tab. 2), a także analiz brzeczek

laboratoryjnych pozyskanych metodą kongresową (tab. 3) określono zależności pomiędzy nawożeniem dolistnym miedzią lub manganem stosowanym w dawkach zalecanych przez producenta a wybranymi cechami jakościowymi ziarna, słodów i brzeczek.

Stwierdzono, że ziarno jęczmienia browarnego odmiany Quench charakteryzowało się bardzo dobrą wartością parametrów stosowanych w ocenie słodowniczej. Wykazano, że 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 ich zastosowaniu. Analiza statystyczna wykazała niewielkie, ale statystycznie istotne pogorszenie wyrównania ziarna i masy 1000 ziaren pod wpływem nawożenia mikroelementami, które z praktycznego punktu widzenia nie ma większego znaczenia.

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

Analiza statystyczna wykazała, że poprawa przydatności słodowniczej ziarna z roślin nawożonych mikroelementami dotyczyła głównie zmniejszenia ubytków naturalnych w trakcie produkcji słodów średnio o 2,6–3,6% po zastosowaniu miedzi oraz średnio o 0,8–1,4% po aplikacji manganu (tab. 2). Z punktu widzenia zwiększania efektów produkcyjnych słodowni jest to informacja ważna i wy-

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	99,7a	93,4a	43,9ab	11,0a	62,6a
Cu	99,2b	92,6a	43,1b	11,2a	62,8a
Mn	99,4b	93,8a	44,4a	11,1a	62,7a
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)

abc – grupy jednorodne; statistically homogenous groups

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

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

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

Table 2. Effect of mikroelements 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

abc – grupy jednorodne; statistically homogenous groups

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

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

magająca bardziej szczegółowych badań wyjaśniających mechanizm takiej zależności. Podobny kierunek zmian dotyczy masy 1000 ziaren sładów. Z analizy wyników wynika, że słodowanie 4-dniowe pozwala na pozyskanie lepszych jakościowo sładów niż słodowanie 5-dniowe, generujące większe zaniki masy towarowej (większe ubytki naturalne i mniejsza ekstraktywność sładów) (tab. 2). Na podstawie ścisłego doświadczenia polowego – co prawda przeprowadzonego tylko w jednym sezonie wegetacyjnym – wykazano, że dodatkowe nawożenie roślin jęczmienia mikroelementami może przyczyniać się do poprawy jakości sładów typu pilzneńskiego, szczególnie w zakresie zmniejszania zaników słodowanej masy w trakcie procesu ich pozyskiwania.

W ocenie wybranych cech jakościowych brzezczyk pozyskanych z 4- i 5-dniowych sładów typu pilzneńskiego

zwrócono uwagę na końcową objętość brzezczyk 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 brzezczyk 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. Brzezczyka piwna dobrej jakości powinna wg Kunzega (1999) zawierać około 200 mg azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w jednym litrze. Zmniejszoną zawartość tej formy azotu w pozyskanych brzezczykach można wyjaśnić

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

Table 3. Effect of mikroelements 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 brzezczyki 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

abc – grupy jednorodne; statistically homogenous groups

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

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%.

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 wegetacji 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). Najbardziej skutecznym sposobem doróżnego 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 czynnik odmianowy, jak i nawożenie mikroelementami nie wpłynęły istotnie na plonowanie jęczmienia browarnego. Przebieg warunków wegetacyjnych 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). Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtyś (1996) uważają, że w wyniku niedoboru miedzi powstaje zdegenerowany pyłek niezdolny do procesu zapylania, co może wpływać na 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) wnioskujeją 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 czynnikiem najsilniej decydującym o cechach rolniczych ziarna jęczmienia browarnego jest przebieg warunków wegetacyjnych w danym roku. Czynniki 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 produkcyjnych, liczba i masa ziarna z kłosa, masa 1000 ziaren, celność oraz zawartość białka w ziarnie.

W wyniku badań własnych, na podstawie ekstraktywności słodów i wielkości ubytków naturalnych masy w trakcie ich pozyskiwania, stwierdzono, że 4-dniowe słodowanie ziarna jęczmienia pozwoliło na pozyskanie lepszych jakościowo słodów 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 słodów typu pilzneńskiego pozyskanych w wyniku słodowania 4-dniowego. Brzeczki pozyskane ze słodów 4-dniowych zawierały większe ilości ekstraktu niż analogiczne brzeczki pozyskane ze słodów 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 zasobności 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 słodów typu pilzneńskiego, średnio o 2,6–3,6% po zastosowaniu nawozu zawierającego miedź oraz o 0,8–1,4% po aplikacji manganu.
2. Zastosowanie mikroelementów w agrotechnice jęczmienia browarnego wpłynęło na zwiększenie zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego (FAN) w brzeczkach pozyskanych z 5-dniowych słodów typu pilzneńskiego.
3. Zwiększenie dostępności mikroelementów pozytywnie wpłynęło na możliwość skrócenia z 5 do 4 dni czasu słodowania jęczmienia browarnego odmiany Quench.

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 słołów 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.
- 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.
- Michałojć Z., Szewczuk C., 2003.** Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85: 9-17.
- Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U., 1996.** Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 434: 1-11.
- Szewczuk C., Michałojć 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.
- 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.

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 a 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