

Wpływ wybranych nawozów mikroelementowych firmy ADOB na plon i wartość browarną ziarna jęczmienia jarego

¹Marek Liszewski, ²Józef Błażewicz

¹Instytut Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24A, 53-363 Wrocław, Polska

²Katedra Technologii Fermentacji i Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. J. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław, Polska

Abstrakt. W latach 2014–2016 założono ściśle doświadczenie polowe na polach doświadczalnych Instytutu Agroekologii i Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Celem badań było ustalenie wpływu dolistnego nawożenia preparatami zawierającymi Cu, Mn i Fe (ADOB 2.0 Cu IDHA, ADOB Mn 2.0 i ADOB 2.0 Fe IDHA) na plon ziarna i elementy struktury plonu oraz wartość browarną jęczmienia jarego odmiany Quench. Ocenę przydatności słodowniczej przeprowadzono według metod stosowanych w analityce EBC. Analizowano 5-dniowy sód typu pilzneńskiego oraz brzeczke wyprodukowaną metodą kongresową. Stwierdzono, że stosowanie dolistnego nawożenia roślin jęczmienia browarnego odmiany Quench preparatami ADOB zawierającymi Mn i Fe w zalecanych przez producenta dawkach spowodowało istotne zwiększenie plonu ziarna, odpowiednio o 0,37 t·ha⁻¹ oraz 0,30 t·ha⁻¹. Dolistna aplikacja nawozów zawierających Cu i Fe przyczyniła się, niezależnie od warunków atmosferycznych i przy średniej zasobności gleby w badane mikroelementy, do poprawy przydatności słodowniczej ziarna browarnego poprzez zwiększanie uproszczonej wydajności waznelni w zakresie od 1,2 do 4,4 p.p., w stosunku do sódów wyprodukowanych z ziarna roślin nie nawożonych mikroelementami.

słowa kluczowe: plon, jęczmień browarny, nawożenie dolistne, miedź, mangan, żelazo, sól, brzeczka

WSTĘP

W piśmiennictwie brakuje danych dotyczących wpływu dolistnego nawożenia preparatami zawierającymi miedź, mangan czy żelazo na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego. W badaniach wstępnych (Błażewicz i in., 2015) potwierdzono hipotezę badawczą, że mikroelementy zwiększają efektywność nawożenia makroelementami, przyczyniając się tym samym do wzrostu

plonu oraz poprawy wartości biologicznej ziarna, szczególnie przeznaczonego do produkcji sódów piwowskich (Liszewski, Błażewicz, 2015). Poniższe opracowanie jest próbą kompleksowego określenia tych zależności, na podstawie oceny wpływu nawożenia mikroelementami w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych na przydatność technologiczną ziarna jęczmienia browarnego, sódów i brzeczek piwowskich, pozyskanych w warunkach dodatkowego dolistnego nawożenia roślin miedzią, manganem i żelazem. Jest ono zwykle traktowane jako zabieg zabezpieczający rośliny jęczmienia przed nieprzewidywanym niedoborem tych składników. Dokarmianie dolistne jest szczególnie skuteczne w fazach intensywnego wzrostu roślin oraz w okresach posuchy glebowej (Czuba, 2000). Mikroelementy są składnikami lub aktywatorami katalizatorów wielu procesów enzymatycznych (Michałojć, Szewczuk, 2003; Szewczuk, Michałojć, 2003), ważnych zarówno w procesie tworzenia plonów (fotosynteza), jak i kiełkowania ziarna w procesie słodowania (oddychanie). Założono, że nawożenie mikroelementami Cu, Mn i Fe może poprawić cechy jakościowe ziarna, sódów i brzeczek piwnych.

Z dotychczasowych opracowań wynika, że: około 36% gleb krajowych wykazuje niedobory mikroelementów (Kucharzewski, Dębowski, 2000); miedź powoduje największe spośród mikroelementów przyrosty plonu ziarna jęczmienia (Kabata-Pendias, Pendias, 1993); miedź jest czynnikiem wpływającym na syntezę hormonów wzrostu roślin oraz umożliwia uzyskanie wysokich plonów ziarna jęczmienia jarego (Barczak i in., 2005). Z innych badań wynika, że wielkość plonu ziarna jęczmienia browarnego może być w większym stopniu różnicowana warunkami wegetacyjnymi niż dolistnym dokarmianiem roślin mikroelementami (Kozłowska, Liszewski, 2012). Założono, że nawożenie mikroelementami Cu, Mn i Fe, poprzez poprawę efektywności funkcjonowania układu enzymatycznego ziarna przeznaczonego do słodowania, może poprawić cechy jakościowe sódów typu pilzneńskiego i pozyskanych z niego brzeczek piwnych.

Autor do kontaktu:

Marek Liszewski
marek.liszewski@upwr.edu.pl
tel. +48 71 320 1625

Celem pracy było określenie wpływu dolistnego stosowania nawozów mikroelementowych, zawierających Cu, Mn i Fe na wielkość plonu i jego elementy oraz przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia browarnego, określoną cechami jakościowymi słołu typu pilzneńskiego, brzezki laboratoryjnej i prognozowaną wydajnością warzelni.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2014–2016 założono ściśle doświadczenie polowe metodą losowanych bloków. Czynnikiem był rodzaj nawozu mikroelementowego: Cu (ADOB 2.0 Cu IDHA), Mn (ADOB Mn 2.0), Fe (ADOB 2.0 Fe IDHA), kontrola (bez nawożenia dolistnego). Badano odmianę jęczmienia jarego Quench. Nawozy typu ADOB 2.0 to grupa produktów dolistnych, przeznaczonych do uzupełnienia niedoborów makro- i mikroskładników pokarmowych w uprawach rolniczych. Formuła płynnych nawozów tego typu została dodatkowo wzbogacona o biodegradowalne tensydy. Zawartość miedzi w nawozie wynosi 4,4% wagowych, manganu – 10,1%, a żelaza 9,0%. Doświadczenie zostało przeprowadzone na polach doświadczalnych należących do Instytutu Agroekologii i Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do pszennego dobrego kompleksu przydatności rolniczej, klasy bonitacyjnej IIIb. Eksperyment obejmował każdego roku 16 poletek doświadczalnych (4×4 powtórzenia). Powierzchnia poletka do zbioru wyniosła 16,5 m². Przedplonem był rzepak ozimy. Uprawa gleby była zgodna z zasadami prawidłowej agrotechniki (Liszewski, Błażewicz, 2015). Wiosną stosowano nawożenie fosforem i potasem w dawkach 40 P₂O₅ i 70 K₂O kg·ha⁻¹. Fosfor i potas dostarczono do gleby w formie 40% superfosfatu granulowanego wzbogaconego oraz w postaci 60% soli potasowej. Nawożenie azotem stosowano w ilości 40 kg N·ha⁻¹ (przedsiewnie) w postaci 34% saletry amonowej. Pozostałe zabiegi agrotechniczne wykonano według intensywnej technologii uprawy jęczmienia jarego, uwzględniając pełną ochronę roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami. Ziarno zaprawiono przed siewem preparatem Lamardor 400 FS w ilości 20 ml/100 kg. W ochronie plantacji wykorzystano: herbicyd Sekator 125 OD w dawce 150 ml·ha⁻¹; w fazie strzelania w źdźbło (BBCH31-32) fungicydy: Aviator Xpro 225EC (0,8 l·ha⁻¹) oraz Fandang 250 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. kolanika (BBCH 33) zastosowano retardant Cerone 480 SL (0,75 l·ha⁻¹). Dawki i terminy stosowania nawozów mikroelementowych podano w tabeli 1.

Ocenę plonowania jęczmienia browarnego przeprowadzono w oparciu o: plon ziarna w t·ha⁻¹, liczbę kłosów produktywnych na 1 m²; liczbę ziarniaków w kłosie i masę ziarna z kłosa. W celu określenia liczby kłosów

Tabela 1. Dawki i terminy stosowania nawozów mikroelementowych
Table 1. Doses and stages of application of microelement fertilizers.

Termin stosowania Application stage	ADOB 2.0 Cu IDHA	ADOB Mn 2.0	ADOB 2.0 Fe IDHA
	dawka; dose [l·ha ⁻¹]		
BBCH 23 krzewienie tillering	1	3	1,5
BBCH 33 strzelanie w źdźbło shooting	0,2	3	1,5

produktywnych oraz masy i liczby ziarniaków w kłosie z każdego poletka pobrano próbki roślin z powierzchni 0,25 m². Po zbiorze określono plon ziarna z poletka, a następnie przeliczono go na 1 hektar. W opisie wpływu warunków atmosferycznych na rozwój roślin jęczmienia posłużono się współczynnikiem Sielianinowa, obliczonym wg wzoru: $K = P/(0,1 \cdot T)$, gdzie: K – współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa, P – suma opadów w miesiącach IV-VIII, T – suma średnich temperatur dziennych w poszczególnych miesiącach (Radomski, 1987).

Ocenę przydatności technologicznej słołu i brzezki piwowarskiej przeprowadzono w mikrosłodowni Katedry Technologii Fermentacji i Zbóż Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Produkcja słołu typu pilzneńskiego przebiegała w szafie klimatyzacyjnej w temperaturze 15–16°C. Próby ziarna o masie 200 g poddano moczeniu 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 przez 35 godzin. Kolejny etap stanowiło kiełkowanie ziarna w temperaturze 15–16°C przez 5 dób. Po zakończonym etapie kiełkowania mokre słoły suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem, stosując okresy suszenia i temperatury analogiczne jak przy pozyskiwaniu słołów typu pilzneńskiego: 15 h – 40°C, 3 h – 50°C, 3 h – 65°C, 2 h – 82°C. Następnie słoły odkiełkowano ręcznie na sitach.

Zacieranie kongresowe wykonano w warunkach laboratoryjnych zgodnie z analityką EBC (Analytica – EBC, 1998). Próbki słołu zmielono przy użyciu młynka DLFU. Proces zacierania prowadzono w 12-kubkowej zaciernicy laboratoryjnej Elektronik LB 12, według procedury zacierania kongresowego. Otrzymany zacier przelano na sączek Whatman 597 ½ ref. No.10 311 853 i po przefiltrowaniu otrzymano brzezki laboratoryjne.

W zacierze z 5-dniowych słołów typu pilzneńskiego określono objętość końcową brzezki po 120 minutach filtracji oraz zawartość ekstraktu brzezki pozwalającego na obliczenie uproszczonej wydajności warzelni (Szwed

i in., 2014). W pracy dokonano oceny słołów i brzeczek kongresowych. Ocena technologiczna uwzględniała: zawartość białka ogółem i liczbę Kolbacha słołów (Kunze, 1999), ekstraktywność słołu (Błażewicz, Liszewski, 2004; Błażewicz i in., 2007), objętość i zawartość ekstraktu w brzeczce kongresowej (Analityka – EBC 1998) oraz uproszczoną wydajność warzelną (Szwed i in., 2014).

Wyniki badań z części agrotechnicznej poddano analizie wariancji (AWA), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Istotność różnic pomiędzy średnimi oceniano z wykorzystaniem testu HSD Tukeya. W grupie wyróżników dotyczących części technologicznej w tabelach przedstawiono

charakterystyczne, dobrze opisane w literaturze przedmiotu wyróżniki jakości słołu i brzeczki, a wnioskowanie przeprowadzono na podstawie uproszczonej wydajności warzelną.

Warunki glebowe i pogodowe

W latach 2014 i 2015 doświadczenie prowadzono na glebie o wysokiej lub średniej zasobności w przyswajalny fosfor, potas i magnez i lekko kwaśnym odczynie. W roku 2016 gleba charakteryzowała się niską zasobnością w dostępny fosfor i potas i obojętnym odczynem. Za-

Tabela 2. Zawartości makropierwiastków oraz pH gleby
Table 2. Macroelement content and pH of the soil.

Sezon wegetacyjny Growing season	P ₂ O ₅	K ₂ O [mg/100 g]	Mg	pH	N min (0–60 cm) [kg/ha]
2014	18,0 wysoka high	16,0 średnia average	7,90 wysoka high	5,7 lekko kwaśny mildly acidic	101,1
2015	17,3 wysoka high	18,5 średnia average	12,3 b. wysoka very high	5,6 lekko kwaśny mildly acidic	104,4
2016	6,0 niska low	9,8 niska low	13,0 b. wysoka very high	7,0 obojętny neutral	54,2

Tabela 3. Zawartość mikroelementów w glebie [mg·kg⁻¹]
Table 3. Microelement content in the soil [mg kg⁻¹]

Sezon wegetacyjny Growing season	Cu	Mn	Fe
2014	3,0 średnia; average	80,3 średnia; average	1062 średnia; average
2015	4,5 średnia; average	105,4 średnia; average	1312 średnia; average
2016	5,0 średnia; average	88,4 średnia; average	889 średnia; average

Tabela 4. Temperatura powietrza, suma opadu atmosferycznego oraz współczynnik Sielianinowa w latach 2014-2016 według stacji meteorologicznej Wrocław-Pawłowice

Table 4. Air temperature, rainfall and Sielianinow coefficient between 2014 and 2016 according to Wrocław-Pawłowice weather station.

Miesiąc roku Month	Temperatura w latach Temperature in the years [°C]				Opady w latach Rainfall in the years [mm]				Współczynnik Sielianinowa w latach Sielianinow coefficient in the years		
	2014	2015	2016	1981–2015	2014	2015	2016	1981–2015	2014	2015	2016
IV	10,6	8,9	8,7	8,9	55,2	15,8	46,4	33,6	1,73	0,59	1,79
V	13,3	13,5	15,3	14,4	101,4	21,0	5,3	54,1	2,46	0,50	0,11
VI	16,5	16,6	18,6	17,3	40,2	73,3	44,6	67,4	0,81	1,46	0,80
VII	21,2	20,3	19,5	19,6	52,9	55,6	114,3	78,0	0,80	0,89	1,89
VIII	17,3	22,7	17,9	18,6	75,0	5,6	27,1	65,3	1,40	0,08	0,49

wartość N_{min} w warstwie 0–60 cm wahała się od 54,2 do 104,4 kg na ha (tab. 2). Zawartość Cu, Mn i Fe w glebie była średnia (tab. 3).

Średnie wartości temperatur oraz miesięczne sumy opadów atmosferycznych i współczynniki Sielianiowa wykazywały dużą zmienność zarówno w sezonach wege-

Tabela 5. Elementy plonu jęczmienia jarego odmiany Quench w latach 2014–2016 zależnie od nawożenia mikroelementami Cu, Mn i Fe.

Table 5. The features of crop of spring barley of Quench cultivar in the years 2014–2016 depending on the microelement fertilization with Cu, Mn and Fe.

Wyszczególnienie Parameter		Plon ziarna Grain yield [t·ha ⁻¹]	Wysokość roślin Plant height [cm]	Liczba kłosów na 1 m ² Number of ears per m ²	Liczba ziarniaków w kłosie Number of kernels per ear	Masa ziarna z kłosa Grain weight per ear [g]
Nawóz Fertilizer	kontrola control	7,11	62,6	726	21,5	1,16
	Cu	7,33	61,2	710	22,5	1,17
	Mn	7,48	62,9	730	22,7	1,20
	Fe	7,41	63,0	743	22,0	1,19
NIR; HSD		0,26	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Sezon wegetacyjny Growing season	2014	8,75	61,2	966	17,9	0,92
	2015	8,55	59,7	720	24,9	1,30
	2016	4,69	66,4	495	23,7	1,32
NIR; HSD		0,23	2,28	50,4	1,0	0,06

kontrola – obiekty kontrolne bez nawożenia mikroelementami; control treatments without added microelements

Cu – nawóz ADOB 2.0 Cu IDHA; fertilizator: ADOB 2.0 Cu IDHA

Mn – nawóz ADOB Mn 2.0; fertilizator ADOB Mn 2.0

Fe – nawóz ADOB 2.0 Fe IDHA; fertilizator ADOB 2.0 Fe IDHA

r.n. – różnica nieistotna ($\alpha = 0,05$); not significant ($\alpha = 0,05$)

Tabela 6. Cechy technologiczne słołu typu pilzneńskiego wyprodukowanego z ziarna jęczmienia odmiany Quench oraz wybrane cechy brzeczki kongresowych zależnie od nawożenia mikroelementami Cu, Mn i Fe

Table 6. Technological features of pilsner type malts obtained from Quench barley grain and selected features of congress worts depending on the microelement fertilization with Cu, Mn and Fe.

Sezon wegetacyjny Growing season	Obiekty uprawowe Cultivation treatments	Białko ogółem w słodzie [% s.s.] Protein content in malt [% d.m.]	Liczba Kolbacha Kolbach index [%]	Ekstraktywność słołu [% s.s.] Malt extractivity [% d.m.]	Objętość brzeczki Wort volume [ml]	Ekstrakt brzeczki [% wag.] Wort extract [% wt.]	Uproszczona wydajność warzelni Simplified mashing efficiency [%]
2014	kontrola control	11,0	39,9	81,2	211	9,2	48,5
	Cu	11,2	40,6	81,1	216	9,2	49,7
	Mn	11,1	39,3	81,3	210	9,2	48,3
	Fe	10,9	40,6	80,7	224	9,1	51,0
2015	kontrola control	9,9	45,1	76,0	284	8,4	59,4
	Cu	10,1	45,1	80,2	286	8,8	62,9
	Mn	9,9	44,9	80,4	278	8,8	60,8
	Fe	9,9	45,9	81,6	283	8,9	63,1
2016	kontrola control	9,9	38,3	81,7	304	9,7	73,7
	Cu	10,6	38,1	82,4	298	9,9	73,7
	Mn	10,2	40,5	82,0	293	9,0	65,8
	Fe	9,4	37,4	82,1	306	10,2	78,1

kontrola, control, Cu, Mn, Fe – patrz tab. 5; see Table 5

tacyjnych, jak i w poszczególnych miesiącach wegetacji roślin jęczmienia browarnego (tab. 4). Niedostatek wody w glebie, o którym świadczą niskie wartości współczynników Sielianinowa, powodował zaburzenia w pobieraniu mikroskładników przez rośliny jęczmienia. Nawożenie dolistne było w tych warunkach prawdopodobnie jedynym efektywnym źródłem tych składników dla roślin.

WYNIKI BADAŃ

Zastosowane w trakcie uprawy jęczmienia browarnego nawożenie dolistne mikroelementami Fe lub Mn powodowało istotne statystycznie przyrosty plonu ziarna odpowiednio o 0,30 t·ha⁻¹ oraz 0,37 t·ha⁻¹. Wielkości te mogą się wydawać mało znaczące w stosunku do oddziaływania makropierwiastków, a także wpływu warunków atmosferycznych na plonowanie jęczmienia. Jest to szczególnie zauważalne na przykładzie sezonu wegetacyjnego 2016 r., w którym mała zasobność gleby w składniki odżywcze (tab. 2) zbiegła się z majową suszą glebową (tab. 4), co przyczyniło się do zasadniczego pogorszenia plonowania jęczmienia (tab. 5). Jakość ziaren, słołów i brzezczek wyrażona wskaźnikiem bardzo obiektywnym – uproszczoną wydajnością warzelną (tab. 6) była w tym roku najwyższa.

Niezależnie od sezonu wegetacyjnego w trzech kolejnych latach stwierdzano poprawę przydatności słodowniczej ziarna poprzez zwiększanie wydajności warzelną w zakresie od 1,2 do 4,4 p.p. w wyniku nawożenia miedzią i żelazem.

DYSKUSJA

W praktyce rolniczej skutecznym sposobem doraźnego uzupełnienia deficytowych mikroskładników jest nawożenie dolistne. Zaletą nawożenia dolistnego jest szybkość działania i duży stopień wykorzystania wnoszonych składników (Michałojć, Szewczuk, 2003). Mikroelementy regulują szereg procesów biochemicznych przebiegających w roślinach. Pierwiastki te są składnikami lub aktywatorami wielu reakcji enzymatycznych (Barczak, Kozera, 2003; Barczak i in., 2005; Michałojć, Szewczuk, 2003). Zwiększają one tym samym efektywność nawożenia roślin makroelementami i wartość biologiczną ziarna (Błażewicz i in., 2018). Niedobór mikroelementów może zasadniczo pogarszać cechy jakościowe ziarna (Czuba, 2000). W warunkach wystarczającej ich zawartości w glebie wpływ nawozów zawierających mikroskładniki na plonowanie roślin jęczmienia jest niewielki lub w ogóle nie jest obserwowany (Kozłowska, Liszewski, 2012).

Błażewicz i in. (2015) wskazują, że zastosowanie intensywnej technologii uprawy jęczmienia jarego z nawożeniem dolistnym miedzią lub manganem pozwala na uzyskanie ziarna o lepszych cechach słodowniczych w stosunku do obiektu kontrolnego. Na podstawie jednorocznego doświadczenia uprawowego stwierdzono, że nawożenie dolistne miedzią lub manganem może po-

wodować wzrost plonu ziarna w zakresie od 0,25 do 0,5 tony na hektar oraz poprawiać ekstraktywność słołów typu pilzneńskiego, liczby Kolbacha i stopnia ostatecznego odfermentowania brzezczeń (Błażewicz i in., 2015). Poprawa jakości słołów w ocenie wg Molina-Cano wynosiła średnio 0,4 w 9-punktowej skali (Błażewicz i in., 2015).

Brakuje opracowań dotyczących wpływu zastosowania mikroelementów na jakość słołów typu pilzneńskiego i otrzymanych z nich brzezczeń. Stwierdzono, że nawet w bardzo korzystnym sezonie wegetacyjnym, sprzyjającym pozyskiwaniu dużych plonów ziarna dolistne nawożenie cynkiem może przyczynić się do niewielkiej zwwyżki plonów, a przede wszystkim do poprawy jakości słołów i brzezczeń piwnych. Stwierdzono także, że zwiększenie dostępności cynku pozwoliło skrócić z 5 do 4 dni czas kiełkowania ziarna jęczmienia. Stanowi to wymierny efekt technologiczny, ważny dla słodowników i piwowarów (Kunze, 1999; Liszewski, Błażewicz, 2015; Błażewicz i in., 2018). Niedobór mikroelementów może zmieniać cechy jakościowe ziarna, a w szczególności wpływać na ilość i jakość białka (Barczak, Kozera, 2003). Autorzy (Barczak, Kozera, 2003; Czuba, 2000; Kucharzewski, Dębowski, 2000; Michałojć, Szewczuk, 2003; Liszewski, Błażewicz, 2015) zajmujący się zagadnieniem nawożenia roślin jęczmienia browarnego zgodnie podkreślają, że dla uzyskania dużego plonu ziarna wskazane jest uzupełnienie nawożenia podstawowego, ograniczonego najczęściej do NPKMg, mikroelementami. W badaniach własnych wykazano korzystny wpływ preparatów mikroelementowych (Cu, Fe), aplikowanych w trakcie uprawy, na plonowanie jęczmienia odmiany Quench oraz wartość przerobową słołu typu pilzneńskiego, wyrażoną uproszczoną wydajnością warzelną.

WNIOSKI

1. Nawożenie dolistne preparatami zawierającymi Fe i Mn w zalecanych dawkach powodowało zwiększenie plonu ziarna jęczmienia browarnego odmiany Quench odpowiednio o 4,2 i 5,2%.

2. Zastosowanie dolistnego nawożenia roślin jęczmienia browarnego preparatami zawierającymi Cu i Fe w zalecanych dawkach powoduje, niezależnie od warunków atmosferycznych podczas wegetacji, poprawę przydatności słodowniczej ziarna, wyrażonej zwiększoną wydajnością warzelną w zakresie od 1,2 do 4,4 p.p. w stosunku do wydajności warzelną przy przerobie słołów typu pilzneńskiego wyprodukowanych z ziarna roślin nie nawożonych dodatkowo mikroelementami.

LITERATURA

- Analytica – EBC, 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg.
- 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 sładów typu pilzneńskiego. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 59(5): 21-22.
- Błażewicz J., Liszewski M., Poreda A., 2018.** Wpływ nawozu mikroelementowego: (ADOB 2.0 Zn IDHA) na jakość ziarna jęczmienia browarnego. ss. 113-137. W: *Postępy w technologii browarniczej i słodowniczej*; red.: Aleksander Poreda i Marek Zdaniewicz: Ogólnopolskie Stowarzyszenie Wspierania Inicjatyw Nauka-Przemysł.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Gula A., 2007.** Usability of Bishop formula in evaluation of malting quality of barley grain. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, vol. 57, 4(A): 37-40.
- Czuba R., 2000.** Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 471: 161-169.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993.** *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa, ss. 96-110.
- Kozłowska K., Liszewski M., 2012.** Wpływ nawożenia dolistnego wybranymi mikroelementami na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo*, 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 sładu*. Piwochmiel Spółka z o.o., Warszawa.
- Liszewski M., Błażewicz J., 2015.** Wpływ nawożenia dolistnego miedzią i manganem na przydatność słodowniczą ziarna jęczmienia (badania wstępne). *Polish Journal of Agronomy*, 23: 18-23.
- Michałojć Z., Szewczuk C., 2003.** Teoretyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85: 9-17.
- Radomski C., 1987.** *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa, ss. 442-448.
- Szewczuk C., Michałojć Z., 2003.** Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophysica*, 85: 19-29.
- 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.

M. Liszewski, J. Błażewicz

THE EFFECT OF SELECTED MICROELEMENT FERTILIZERS MANUFACTURED BY ADOB COMPANY ON YIELD AND MALTING QUALITY OF SPRING BARLEY

Summary

The effect of foliar fertilization of Quench cultivar of spring barley with ADOB company preparations containing Cu, Mn and Fe (ADOB 2.0 Cu IDHA, ADOB Mn 2.0 and ADOB 2.0 Fe IDHA, respectively) on the grain yield, elements of crop components and brewing quality of the studied cultivar were evaluated. The malting usefulness of the grain, 5-day malt and congress worts were assessed according to Analytica EBC. It was stated that the application of foliar fertilization on barley plant with ADOB preparations with Mn and Fe in recommended dosages improved the grain yield of Quench cultivar malting barley by 0,37 t ha⁻¹; and 0.30 t ha⁻¹, respectively. Application of foliar fertilization with ADOB preparations containing Cu and Fe, regardless from the atmospheric conditions and with an average content of studied microelements in the soil, improved malting usefulness of the grain through an increase in brewhouse efficiency in the range of 1.2–4.4 p.p. in comparison to malts obtained from the grain of the plants without additional microelement fertilization.

key words: yield, malting barley, foliar fertilization, copper, manganese, iron, malt, wort

Autor

ORCID

Marek Liszewski

0000-0002-3703-3119

data zarejestrowania pracy w redakcji Polish Journal of Agronomy: 5 listopada 2018 r.

data uzyskania recenzji: 25 lutego 2019 r.

data akceptacji: 6 marca 2019 r.

