

JUSTYNA BELCAR¹, GRZEGORZ WITEK¹, TOMASZ SEKUTOWSKI², JÓZEF GORZELANY¹

¹Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, e-mail: justyna.belcar@op.pl

²Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Herbolgii i Uprawy Roli, ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław, Polska

WPLYW NAWOŻENIA DOLISTNEGO NA JAKOŚĆ BROWARNICZĄ ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY ZWYCZAJNEJ

W pracy dokonano oceny wpływu zastosowanego nawożenia dolistnego na parametry jakościowe wybranych odmian pszenicy przeznaczonych na cele browarnicze. Nawożenie dolistne zastosowane na obiekcie A przyczyniło się do najwyższego wzrostu plonowania spośród badanych obiektów dla pszenicy Elixer i Rockefeller C1 w porównaniu do obiektu kontrolnego (odpowiednio 0,64 i 0,49 t ha⁻¹). Najlepszymi parametrami technologicznymi ziarna cechowała się pszenica Gimantis niezależnie od zastosowanego nawożenia dolistnego (głównie zawartość białka ogółem oraz wyrównanie ziarna), natomiast najniższy plon i jakość ziarna otrzymano dla pszenicy odmiany Rockefeller C1. W badaniach dotyczących nowych technologii uprawy należy dążyć do uzyskania lepszego wyrównania ziarna dla pszenic przeznaczonych na cele browarnicze.

Słowa kluczowe: pszenica, nawożenie dolistne, plonowanie, jakość browarna ziarna

I. WSTĘP

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) jest zbożem najczęściej uprawianym w Polsce [GUS 2019] oraz trzecim, po kukurydzy i ryżu surowcem żywieniowym uprawianym na świecie [FAOSTAT 2018]. Głównym kierunkiem użytkowym pszenicy jest przemysł młynarsko-piekarski ale także jest wykorzystywana jako komponent wielu pasz dla zwierząt.

Przemysł słodowniczo-browarniczy od kilkudziesięciu lat poszukuje nowych odmian zbóż lub pracuje nad modyfikacją obecnie wykorzystywanych, które mogą mieć zastosowanie do produkcji różnych stylów piwnych. Wysoka jakość sładów zależy przede wszystkim od zastosowanego gatunku i odmiany surowca poddane go słodowaniu oraz modyfikacji procesu technologicznego, dzięki któremu uzyskuje się wysokie walory sensoryczne oraz fizyko-chemiczne wyprodukowanego piwa [Szwed i in. 2009].

Wymagania jakościowe dotyczące ziarna pszenicy z przeznaczeniem na cele browarne są bardzo podobne jak w przypadku jęczmienia browarnego. Surowiec powinien charakteryzować się zawartością białka ogółem na poziomie 11,5% s. m. oraz wysokim wyrównaniem ziarna (powyżej 85%). Do produkcji sładów pszenicznych wykorzystuje się

najczęściej ziarno pszenic ozimych, które w stosunku do ziarna pszenic jarych charakteryzują się niższą zawartością białka ogółem, co wpływa korzystnie na ekstraktywność uzyskanego z nich słodu, a tym samym na wydajność warzelną [Belcar i in. 2020, Boros i in. 2014, Faltermaier i in. 2014]. Proces słodowania powoduje modyfikację związków białkowych przez enzymy proteolityczne [Xie i in. 2014]. Do produkcji słódów w pszenicznych powinny być dobierane odmiany, które charakteryzują się niską podatnością na modyfikacje proteolityczne występujące w procesie słodowania oraz cechujące się niską lepkością brzeczek kongresowych [Belcar i in. 2020, Kunze 2010].

Nawożenie azotowe wpływa nie tylko na plon ziarna ale także na jego parametry jakościowe (głównie dotyczące zawartości białka). Stosowanie wysokich dawek azotu wpływa korzystnie na plon z jednostki powierzchni, ale jednocześnie ogranicza możliwość wykorzystania surowca w browarnictwie. Głównym czynnikiem determinującym wydajność pszenicy i określający jej potencjał do produkcji alkoholu jest poziom azotu pobrany w czasie wzrostu roślin [Agu i in. 2006]. Dobór sposobu aplikacji nawozów azotowych wpływa na cechy technologiczne uzyskanego ziarna, co wiąże się z efektywnością ekonomiczną produkcji roślinnej przeznaczonej na sód [Knapowski i in. 2010]. Stosowanie nawożenia dolistnego (makro- i mikroelementów) w odpowiednich terminach i dawkach jest zalecane zarówno przy niedoborach składników pokarmowych w glebie ale także w okresach utrudnionego pobierania (okresy suszy) [Dick i in. 2016, Buczek i in. 2012, Makarewicz i in. 2012]. Ponadto poprawiając przyswajalność azotu przy uprawie pszenicy na cele browarnicze można zmniejszyć ilość stosowanych nawozów mineralnych, co przyczynia się do ochrony środowiska (zapobiega erozji gleb i utracie składników mineralnych), a także wpływa na obniżenie kosztów uprawy pszenicy [Liu i in. 2020].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia dolistnego na plon i jakość browarniczą ziarna wybranych odmian pszenicy zwyczajnej.

II. METODA PRACY

Materiał badawczy stanowiło ziarno trzech odmian pszenicy ozimej paszowe (klasa C): Elixer, Rockefeller C1 i Gimantis pochodzące ze ściślego doświadczenia poletkowego przeprowadzonego w sezonie wegetacyjnym 2019/2020 w Jelczu-Laskowicach (51°21'N; 17°35'W) należącym do Zakładu Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG-PIB. W badaniach uwzględniono wpływ zróżnicowanego nawożenia dolistnego i odmiany na plon oraz jakość browarniczą ziarna pszenicy zwyczajnej.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Wielkość poletek doświadczalnych wynosiła 11 m². Dane edaficzne: gleba płowa, klasa IVa, kompleks żyzni dobry o zawartości próchnicy 1% i pH 5,4. Jesienią pobrano próby w warstwie 0-30 cm gleby w celu oznaczenia zawartości P i K. Zawartość makroskładników w glebie wynosiła odpowiednio: fosfor (P₂O₅) – 22,2 mg/100 g gleby, potas (K₂O) – 23,9 mg/100 g gleby. Na podstawie analiz gleby zastosowano jesienne nawożenie fosforowo – potasowe w postaci nawozu Polifoska 6 w dawce 340 kg ha⁻¹ w ilości odpowiednio: P₂O₅ - 68 kg ha⁻¹ i K₂O – 102 kg ha⁻¹. Przedplonem pod pszenicę ozimą był rzepak ozimy. Pszenicę wysiano w terminie 27.09.2019 r. przy obsadzie roślin 450 szt. (m²)⁻¹ (norma wysiewu dla pszenicy Gimantis – 135 kg ha⁻¹; odmiana Rockefeller C1 – 160 kg ha⁻¹; odmiana Elixer – 155 kg ha⁻¹).

Wiosną pobrano próby na zawartość N_{min} w warstwie gleby 0-60 cm i wyniosła ona 51 kg ha⁻¹. Nawożenie azotowe zastosowano na wszystkich obiektach badawczych (K, A, B i C) w formie azotanowo-amonowej (saletra amonowa 32%) podzielonej na trzy dawki; I dawka – początek wegetacji (BBCH 27) w ilości 125 kg ha⁻¹ (40 kg N ha⁻¹), II dawka - koniec krzewienia (BBCH

30) w ilości 62,5 kg ha⁻¹ (20 kg N ha⁻¹) i III dawka przy widocznym trzecim kolanku (BBCH 33) w ilości 62,5 kg ha⁻¹ (20 kg N ha⁻¹). Jako czynnik różnicujący zastosowano nawożenie dolistne nawozami firmy DrGreen (tab. 1).

Tabela 1 – Table 1

Rodzaj, dawka i termin stosowania nawozów firmy DrGreen / *Type, dose and application date of DrGreen fertilizers*

Obiekt <i>Object</i>	Rodzaj dolistnego nawozu <i>Type of foliar fertilizer</i>	Koniec krzewienia/ <i>End of tillering</i> (BBCH 28-30) Dawka / <i>Dose</i> [kg ha ⁻¹]	Faza 3 kolanka / <i>Phase 3 elbows</i> (BBCH 33) Dawka / <i>Dose</i> [kg ha ⁻¹]
K (Kontrola) <i>Control</i>	-	-	-
A	DrGreen kukurydza / <i>com</i>	2	-
	DrGreen start	1	-
	Siarczan magnezu <i>Magnesium sulfate</i>	2	-
	DrGreen zboża / <i>cereals</i>	-	1
	DrGreen energy	-	2
B	DrGreen zboża / <i>cereals</i>	1	-
	DrGreen start	1	-
	Siarczan magnezu <i>Magnesium sulfate</i>	2	-
	DrGreen zboża / <i>cereals</i>	-	2
C	DrGreen energy	-	1
	DrGreen zboża / <i>cereals</i>	2	-
	DrGreen start	1	-
	Siarczan magnezu <i>Magnesium sulfate</i>	2	-
	DrGreen zboża / <i>cereals</i>	-	2
	DrGreen energy	-	1

Źródło: Opracowanie własne / *Source: Own elaboration*

W doświadczeniu zastosowano środki ochrony roślin, takie jak herbicyd Herold 600 SC (s.c.z. diflufenikan + flufenacet), fungicyd Delaro 325 S.C. (s.c.z. protiokonazol + trifloksystrobina), insektycyd Decis Mega 50 EW (s.c.z. deltametryna).

Ziarno pszenic zebrano 04.08.2020 r. przy pełnej dojrzałości zbiorczej kombajnem poletkowym „Nusermayser Elite Z 035” firmy Wintersteiger. W otrzymanym ziarnie pszenic przeprowadzono ocenę towaroznawczą, która obejmowała: określenie wilgotności ziarna metodą suszarkową w oparciu o PN-EN ISO 712:2012, gęstość ziarna w stanie usypowym (PN-EN ISO 7971-3:2019-03), masę 1000 ziaren, zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla, zawartość mokrego glutenu na podstawie PN-EN ISO 21415-1:2007. Określenie parametru wyrównania ziarna przeprowadzono przy użyciu sit Staineckera-Vögl, przyjmując za wyrównanie udział procentowy w próbce masy ziaren pozostałych na sitach o wielkości oczek 2,5 i 2,8 mm łącznie.

Pszenica zwyczajna jest wymagającą rośliną pod względem wymagań pogodowych, agrotechnicznych oraz glebowych [Woźniak i Staniszewski, 2007]. Rozkład opadów atmosferycznych w sezonie 2019/2020 wskazuje na zróżnicowanie zarówno dekadowe jak i miesięczne (tab.2). Po wysiewie ziarna pszenic (trzecia dekada września) średnia suma opadów była stosunkowo niska za wyjątkiem trzeciej dekady października (29,1 mm). Również wiosną po rozpoczęciu wegetacji roślin (marzec, kwiecień) średnia suma opadów

w poszczególnych dekadach była niska (poniżej średniej z wielolecia). Nieco wyższą sumę opadów zaobserwowano w miesiącu maju oraz w pierwszej dekadzie czerwca. Faza kłoszenia i zawiązywania ziarniaków jest okresem szczególnie narażonym na niedobory opadów, które powodują obniżenie zarówno plonu jak i jakości uzyskanego ziarna pszenicy [Woźniak i Staniszewski 2007]. Lipiec 2020 roku był miesiącem bardzo suchym, natomiast w czasie zbioru (pierwsza dekada sierpnia) średnia suma opadów kształtowała się na umiarkowanym poziomie.

Rozkład średnich temperatur w poszczególnych miesiącach także był zróżnicowany (tab. 2). Zarówno miesiące jesienne jak i zimowe cechowały się stosunkowo wysoką temperaturą jak na daną porę roku. Kwiecień, maj i pierwsza dekada czerwca charakteryzowały się stosunkowo niską średnią temperaturą co wpłynęło negatywnie na tempo wzrostu roślin. Okres po wykłoszeniu powinien charakteryzować się ciepłą, słoneczną pogodą z umiarkowaną sumą opadów, co pozytywnie wpływa na dorodność ziarna, które ma szczególne znaczenie w przemyśle słodowniczym [Pecio 2002]. Średnia temperatura w miesiącu lipcu i sierpniu kształtowała się na optymalnym poziomie. Wysoka średnia temperatura powietrza wraz z umiarkowaną sumą opadów w tym okresie wpływa na wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie pszenicy co jest zjawiskiem niekorzystnym w uprawie surowca na cele browarnicze.

Tabela 2 – Table 2

Warunki pogodowe panujące w czasie prowadzenia doświadczenia / *Weather conditions during the experiment*

Miesiąc Month Rok / Year	Średnia temperatura z lat 2008-2018 Average temperature from 2008-2018 [°C]	Średnia temperatura [°C] / Average temperature [°C]			Średnia suma opadów [mm] z lat 2008-2018 Average sum of precipitation [mm] in the years 2008-2018	Średnia suma opadów [mm] / Average sum of precipitation [mm]		
		Dekady / Decades				Dekady / Decades		
		I	II	III		I	II	III
09.2019	14,6	16,4	13,5	12,1	51,0	36,3	5,3	0,1
10.2019	9,7	10,3	13,2	8,3	37,4	2,8	0,3	29,1
11.2019	5,5	10,7	7,4	6,3	25,4	7,9	2,1	1,9
12.2019	1,5	2,9	4,0	3,7	22,4	3,1	2,5	7,3
01.2020	-0,4	2,7	2,9	1,6	26,7	9,6	0,6	6,1
02.2020	0,3	4,9	5,5	5,0	18,9	27,4	7,3	31,5
03.2020	4,2	5,6	7,6	2,6	26,4	6,8	7,2	3,7
04.2020	10,2	8,4	8,8	11,9	25,5	0,0	1,9	3,8
05.2020	14,3	11,3	11,6	12,0	46,2	11,3	26,2	6,2
06.2020	17,5	15,2	19,6	18,6	73,1	41,9	0,0	11,2
07.2020	19,8	19,4	17,1	19,2	79,9	0,0	0,0	5,4
08.2020	19,4	19,9	21,1	18,9	48,7	37,3	3,5	20,8

Źródło: Opracowanie własne / *Source: Own elaboration*

III. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W tabelach 3-5 przedstawiono ocenę plonowania oraz wybrane cechy jakościowe ziarna badanych odmian pszenic.

Ziarno trzech odmian pszenicy (Elixer, Rockefeller C1 i Gimantis) charakteryzowało się normatywną zawartością wody, kształtującą się na poziomie 11,0–11,6% (tab. 3-5).

Zbyt niska wilgotność już na etapie zbioru zbóż może spowodować uszkodzenia ziarniaków m.in. wybicie zarodka, co obniża zdolność kiełkowania ziarna przeznaczonego do słodowania [Woźniak 2004]. Ponadto powstające w czasie moczenia naprężenia wewnątrz ziarna, które są dodatkowo wzmacniane w procesie suszenia (szybkie tempo zmiany zawartości wody w ziarnie poddanym działaniu wysokiej temperatury) powodują pęknięcie poprzeczne bielma, co powoduje obniżenie jakości surowca [Belcar i in. 2020, Woźniak i Grundas, 2006].

Ziarno pszenicy Rockefeller C1 pod względem parametru masy 1000 ziaren odbiegało znacząco od pozostałych analizowanych pszenic (średnio 31,1 g). MTZ pszenicy Elixer i Gimantis średnio kształtowało się na poziomie powyżej 40 g. Parametr MTZ jest najczęściej wykorzystywany w nasiennictwie (materiał siewny) ale można go wykorzystać w pośredniej ocenie wielkości ziarna i jego dorodności co związane z równomiernością pochłaniania wody w czasie słodowania czy jej ubytku w procesie suszenia słoðu.

Tabela 3 – Table 3

Ocena plonowania oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej odmiany Elixer / Yield evaluation and selected quality features of winter wheat grain, Elixer variety

Obiekt <i>Object</i>	Plon <i>Yield</i> [t ha ⁻¹]	Wilgotność <i>Moisture</i> [%]	Gęstość ziarna <i>Bulk density</i> [kg hl ⁻¹]	MTZ <i>TGW</i> [g s.m.]	Wyrów- nanie ziarna <i>Grain size uniformity</i> [%]	Zawartość białka og. <i>Total protein content</i> [% s.m.]	Zawartość glutenu mokrego <i>Wet gluten content</i> [%]
K	10,72	11,1±0,3	71,8±0,4	40,3±0,5	74,3±0,2	12,1±0,2	30,5±0,6
A	11,36	11,4±0,2	70,4±0,6	40,8±0,7	75,2±0,1	11,9±0,2	30,0±0,2
B	11,00	11,2±0,4	72,7±0,1	39,2±0,4	74,4±0,6	11,6±0,4	29,5±0,1
C	11,09	11,2±0,2	70,5±0,5	41,2±0,6	70,6±0,6	11,8±0,6	29,8±0,1

Źródło: Opracowanie własne / Source: Own elaboration

Tabela 4 – Table 4

Ocena plonowania oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej odmiany Rockefeller C1
Yield evaluation and selected quality features of winter wheat grain, Rockefeller C1 variety

Obiekt <i>Object</i>	Plon <i>Yield</i> [t ha ⁻¹]	Wilgotność <i>Moisture</i> [%]	Gęstość ziarna <i>Bulk density</i> [kg hl ⁻¹]	MTZ <i>TGW</i> [g s.m.]	Wyrów- nanie ziarna <i>Grain size uniformity</i> [%]	Zawartość białka og. <i>Total protein content</i> [% s.m.]	Zawartość glutenu mokrego <i>Wet gluten content</i> [%]
K	9,91	11,4±0,3	67,0±1,2	33,4±0,6	60,4±0,6	11,9±0,1	28,5±0,5
A	10,40	11,5±0,3	68,8±0,8	28,7±0,6	58,4±0,8	12,1±0,2	28,9±0,1
B	10,27	11,6±0,1	68,5±1,0	30,6±0,1	60,0±0,8	12,0±0,2	28,4±0,2
C	9,94	11,6±0,0	68,4±0,4	31,8±0,3	60,3±0,4	12,1±0,2	28,6±0,2

Źródło: Opracowanie własne / Source: Own elaboration

Tabela 5 – Table 5

Ocena plonowania oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej odmiany Gimantis / Yield evaluation and selected quality features of winter wheat grain, Gimantis variety

Obiekt Object	Plon Yield [t·ha ⁻¹]	Wilgotność Moisture [%]	Gęstość ziarna Bulk density [kg·hl ⁻¹]	MTZ TGW [g s.m.]	Wyrównanie ziarna Grain size uniformity [%]	Zawartość białka og. Total protein content [% s.m.]	Zawartość glutenu mokrego Wet gluten content [%]
K	10,13	11,0±0,1	70,0±0,6	42,9±0,5	78,3±0,1	11,0±0,1	28,6±1,0
A	10,35	11,4±0,1	71,8±0,9	44,2±0,1	79,8±0,8	10,9±0,6	28,0±0,4
B	10,80	11,4±0,0	69,2±0,2	40,2±0,1	76,7±0,8	11,2±0,3	28,7±0,4
C	10,65	11,0±0,5	70,9±0,3	42,6±0,4	78,9±0,4	11,1±0,3	28,8±0,2

Zródło: Opracowanie własne / Source: Own elaboration

Parametr gęstość ziarna w stanie usypowym określa stopień wypełnienia przez masę ziarna określonej objętości, ponadto jest dodatnio skorelowana z zawartością wody w ziarnie (im niższa wilgotność, tym większa gęstość usypowa ziarna). Wysoka gęstość usypowa oraz MTZ ziarna świadczy o dobrym wypełnieniu ziarna substancjami zapasowymi w tym skrobią, której wysoka zawartość jest niezwykle ważna dla przemysłu słodowniczego i browarniczego, ponieważ w czasie słodowania i zacierania enzymy hydrolityczne przekształcają skrobię do cukrów prostych wykorzystywanych następnie w procesie fermentacji przez drożdże do produkcji alkoholu etylowego [Gorzelański i in. 2019; Jin i in. 2011]. Gęstość ziarna analizowanych odmian pszenicy była stosunkowo niska i kształtowała się na podobnym poziomie (średnio od 68,2 kg hl⁻¹ dla ziarna pszenicy Rockefeller C1 do 71,4 kg hl⁻¹ dla ziarna pszenicy Elixer).

Wyrównanie ziarna jest jednym z najważniejszych parametrów jakościowych surowca przeznaczonego do słodowania. Polskie słodownie wymagają aby ziarno pszenicy było celne przynajmniej w 85%. Takie ziarno jest dorodne, dobrze wypełnione substancjami zapasowymi i całą swoją objętością równomiernie pochłania wodę, a przez to równo kiełkuje i oddaje wodę w procesie suszenia, powodując optymalny ubytek masy ziarniaka oraz uzyskanie wysokiej jakości siodu [Belcar i in. 2020]. Ziarno pszenicy Rockefeller C1 charakteryzowało się najniższym wyrównaniem spośród badanych pszenicy i wyniosło średnio 59,8%. Znacząco wyższą celnością cechowało się ziarno pszenicy odmiany Elixer (średnio 73,6%) i pszenicy odmiany Gimantis – 78,4%. Surowiec przed słodowaniem jest doczyszczany, co powoduje zwiększenie wyrównania ziarna poprzez odrzucenie frakcji ziarna niewykształconego (pośląd).

Najważniejszym wyróżnikiem jakościowym surowca przeznaczonego do słodowania jest zawartość białka ogółem, która powinna kształtować się na poziomie 9,5–11,5% s.m. [Liszewski i in. 2011]. Depraetere i in. [2004] uważają, że do produkcji piw pszonicznych powinno wykorzystywać się miękkie pszenice o zawartości białka ogółem nie przekraczającej 11,0% s.m. Obniżenie tej wartości powoduje, że niedostateczna ilość zawartych w ziarnie związków azotowych wykorzystywanych przez drożdże piwne do ich metabolizmu ogranicza ich aktywność, co powoduje zmniejszenie wytwarzania alkoholu etylowego w czasie fermentacji i tym samym pogorszenie jakości, a także wydajności otrzymanego piwa. Podwyższona zawartość białka ogółem z ziarnie pszenicy może spowodować wytrącanie osadów i mętnienie uzyskanego piwa. Ponadto takie ziarno może mieć trudności z optymalnym rozluźnieniem, co powoduje obniżenie ekstraktywności siodu

[Belcar i in. 2010, Cai i in. 2013]. Ziarno pszenicy Gimantis cechowało się średnią zawartością białka ogółem na poziomie 11,1% s.m. Pozostałe analizowane pszenice (Elixer i Rockefeller) charakteryzowały się ponadnormatywną zawartością białka ogółem – odpowiednio 11,9% i 12,0% s.m.

Najwyższym plonem z jednostki powierzchni zarówno na obiekcie kontrolnym jak również na obiektach z zastosowanym zróżnicowanym nawożeniem dolistnym cechowała się pszenica Elixer. Nawożenie dolistne zastosowane na obiekcie A przyczyniło się do najwyższego wzrostu plonowania spośród badanych obiektów dla pszenicy odmian Elixer i Rockefeller C1 w porównaniu do obiektu kontrolnego (odpowiednio 0,64 i 0,49 t ha⁻¹). Natomiast dla pszenicy Gimantis zastosowane nawożenie dolistne na obiekcie B wpłynęło najkorzystniej na plonowanie z jednostki powierzchni (0,67 t ha⁻¹), jednak ziarno z niego uzyskane cechowało się najniższymi, choć stosunkowo dobrymi parametrami jakościowymi.

Spośród badanych odmian pszenic niezależnie od zastosowanego nawożenia dolistnego najlepszą ocenę technologiczną uzyskało ziarno odmiany Gimantis. Ziarno pszenicy Elixer także po zastosowaniu odpowiednich regulacji dotyczących nawożenia azotowego (ponadnormatywna zawartość białka) może być wykorzystany w słodownictwie. Pszenica odmiany Rockefeller uzyskała bardzo niskie parametry jakościowe ziarna (głównie dotyczące zarówno wyrównania ziarna jak i zawartości białka ogółem) niezależnie od zastosowanego nawożenia dolistnego. Uzyskane parametry technologiczne ograniczają jej możliwość wykorzystania w przemyśle browarniczym.

IV. PODSUMOWANIE

Zastosowanie nawożenia dolistnego niezależnie od badanego obiektu wpłynęło pozytywnie na plonowanie ziarna pszenic odmiany Elixer, Rockefeller C1 i Gimantis w stosunku do obiektów kontrolnych. Najlepszymi parametrami technologicznymi ziarna cechowała się pszenica Gimantis niezależnie od zastosowanego nawożenia dolistnego. Zastosowane nawożenie azotowe (80 kg ha⁻¹) nie wpłynęło na podwyższenie zawartości białka ogółem w ziarnie pszenicy Gimantis, natomiast ziarno pszenicy odmiany Elixer i Rockefeller C1 cechowało się ponadnormatywną zawartością badanego parametru. W technologii produkcji pszenic przeznaczonych na cele browarnicze należy szczególnie zwrócić uwagę na nawożenie (termin nawożenia, dawkę oraz rodzaj zastosowanych nawozów) i odpowiedni dobór ich odmian.

BIBLIOGRAFIA

1. Agu R. C., Bringham T. A., Brosnan J. M. 2006. Production of grain whisky and ethanol from wheat, maize and other cereals. *Journal of the Institute of Brewing*. 112. 314-323. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00737.x>
2. Belcar J., Matłok N., Gorzelany J. 2020. Technological assessment of winter cultivar of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.) for pale malt production. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*. 1(24). 89-98. <https://doi.org/10.2478/auaft-2020-0008>
3. Boros D., Gołębiewski D., Mysza K. 2014. Wstępne badania ziarna wybranych rodów hodowlanych pszenicy jako surowca do słodowania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 3(94). 151-164. <http://doi:10.15193/zntj/2014/94/151-164>
4. Buczek J., Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2012. Wpływ nawożenia dolistnego i zmniejszonych dawek herbicydu na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Fragmenta Agronomica*. 29(1). 7-15.

5. Cai S., Yu G., Chen X., Huang Y., Jiang X., Zhang G., Jin X. 2013. Grain protein content variation and its association analysis in barley. *BMC Plant Biology*. 13. 1-11. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-35>
6. Depraetere S., Delvaux F., Coghe S., Delvaux F. R. 2004. Wheat Variety and Barley Malt Properties: Influence on Haze Intensity and Foam Stability of Wheat Beer. *Journal of the Institute of Brewing*. 110(3). 200-206. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2004.tb00203.x>
7. Dick C.D., Thompson N.M., Epplin F.M., Arnall D. B. 2016. Managing Late-Season Foliar Nitrogen Fertilization to Increase Grain Protein for Winter Wheat. *Agronomy Journal*. 108. 2329-2338.
8. Faltermaier A., Water D., Becker T., Arendt E. Gastl M. 2014. Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal – a review. *Journal of the Institute of Brewing*. 120. 1-15. <http://doi.org/10.1002/jib.107>
9. FAOSTAT 2018. Value of Agricultural Production [dok. elektr. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q2>, data dostępu: 26.04.2021].
10. Gorzelany J., Belcar J., Matłok N. 2019. Assessment of the quality of malt obtained from spring malting barley delivered to the SAN Farmer's Cooperative in 2018. *Agricultural Engineering*. 23(3); 51-60.
11. GUS 2019. Rocznik Statystyczny Rolnictwa. Wartość Produkcji Rolniczej. 132. [dok. elektr. <https://stat.gov.pl/obszarytematyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rolnictwa-2019,6,13.html>, data dostępu: 30.01.2021].
12. Jin Y.-H., Du J.-H., Zhang K.-L. Zhang X.-C. 2011. Effect of Wheat Starch Contents on Malt Qualities. *Journal of the Institute of Brewing*. 117(4). 534-540. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00501.x>.
13. Knapowski T., Ralcewicz M., Spychaj-Fabisiak E., Łożek O. 2010. Ocena jakości ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragmenta Agronomica*. 27(1). 73-80.
14. Kunze W. 2010. *Technology Brewing and Malting*. 4th updated edition. VLB Berlin. ISBN 978-3-921690-64-2.
15. Liszewski M., Błażewicz J., Kozłowska K., Zembold-Guła A., Szwed Ł. 2011. Wpływ nawożenia azotem na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Fragmenta Agronomica*. 28(1). 40-49.
16. Liu Z., Sun K., Liu W., Gao T., Li G., Han H., Li Z., Ning T. 2020. Responses of soil carbon, nitrogen and wheat and maize productivity to 10 years of decreased nitrogen fertilizer under contrasting tillage systems. *Soil & Tillage Research*. 196. 10444.
17. Makarewicz A., Gąsiorowska B., Cybulska A. 2012. Wpływ dolistnego nawożenia azotem na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Fragmenta Agronomica*. 29(1). 105-113.
18. Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragmenta Agronomica*. 19(4). 7-97.
19. Szwed Ł., Błażewicz J., Zembold-Guła A., Pelak M., Dawidowicz A. 2009. Wpływ frakcjonowania i czasu słodowania ziarna jęczmienia na liczbę Kolbacha słodów oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzeczkiach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 6(67). 119-128.
20. Woźniak A., Staniszewski M. 2007. Wpływ warunków pogodowych na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej cv. Opatka i pszenicy ozimej cv. Karweta. *Acta Agrophysica*. 9(2). 525-540.

21. Woźniak W., Grundas S. 2006. Porównanie właściwości ziarna pszenicy i jęczmienia przed oraz po nawilżaniu i suszeniu. MOTROL. 8. 261-269.
22. Woźniak W. 2004. Fizyczne skutki zmian wilgotności ziarna jęczmienia. Acta Agrophysica. 4(1). 235-242.
23. Xie L., Jin Y., Du J., Zhang K. 2014. Water – soluble protein molecular weight distribution and effects on wheat Malt quality during malting. Journal of the Institute of Brewing. 120. 399-403. <http://doi.org/10.1002/jib.182>

EFFECT OF LEAF FERTILIZATION ON THE QUALITY OF THE BREWERY GRAIN FROM SELECTED COMMON WHEAT VARIETIES

Summary

The study assesses the effect of the applied foliar fertilization on the quality parameters of selected wheat cultivars intended for brewing purposes. Foliar fertilization applied to object A contributed to the highest yield increase of the tested objects for Elixir and Rockefeller C1 wheat compared to the control object (0.64 and 0.49 t·ha⁻¹, respectively). Gimantis wheat was characterized by the best technological parameters of the grain regardless of the foliar fertilization applied (mainly total protein content and grain uniformity), while the lowest yield and grain quality were obtained for wheat of the Rockefeller C1 variety. Research into new cultivation technologies should aim for a higher grain uniformity parameter for wheat intended for brewing purposes.

Key words: wheat, foliar fertilization, yielding, brewing quality of grain