

ELŻBIETA PŁASKOWSKA, KRZYSZTOF MATKOWSKI,
EWA MOSZCZYŃSKA, MAREK LISZEWSKI, JÓZEF BŁAŻEWICZ

WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA SKŁAD ZBIOROWISK GRZYBÓW WYSTĘPUJĄCYCH NA ZIARNIE JĘCZMIENIA BROWARNEGO

Streszczenie

Skład gatunkowy grzybów występujących na ziarnie jęczmienia browarnego, odmiany Rudzik i Brenda był podobny, natomiast ich liczebność była różna i zależała od zastosowanej dawki nawożenia azotem. Wzrostowi nawożenia azotem towarzyszył wzrost liczebności grzybów z rodzaju *Fusarium* na powierzchni ziaren. Grzyby te, stanowiące około 25% ogólnej liczby izolatów nie spowodowały pogorszenia jakości ziarna, słoðu i uzyskanych z nich brzecek kongresowych.

Wstęp

Warunkiem uzyskania wysokich plonów jęczmienia jest odpowiedni dobór odmian, poprawnie przeprowadzona agrotechnika, a zwłaszcza chemiczna ochrona roślin oraz właściwe nawożenie azotem [15, 16]. Zbyt wysokie dawki azotu przyczyniają się do wzrostu zawartości białka ale równocześnie do podatności na choroby [14, 16].

Jakość ziarna jęczmienia browarnego zależy w znacznym stopniu od opanowania przez różne gatunki grzybów, ponieważ mogą one powodować, między innymi zmniejszenie energii kiełkowania ziarna oraz wpływać na obniżenie ekstraktywności słoðu i zmianę lepkości brzecek.

Ziarno zbóż może być porośnięte przez grzyby, zarówno na polu, jak i w przechowalni. Do grzybów zakażających, głównie w warunkach polowych należą: *Alternaria* spp., *Epicoccum* spp., *Botrytis* spp., *Cladosporium* spp., *Drechslera* spp. oraz

Fusarium spp., a do grzybów rozwijających się na magazynowanym ziarnie *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* spp. i *Rhizopus* spp. [20, 22].

Mikroorganizmy występujące na ziarnie mogą mieć bardzo niekorzystny wpływ na jakość piwa, objawiający się wypienianiem (gushing), wzrostem zawartości amin biogennych oraz pojawieniem się mikotoksyn szkodliwych dla ludzi [2]. Mikotoksyny mogą być obecne w piwie, nawet wtedy, gdy obróbka cieplna zniszczyła wytwarzające je grzyby [5]. Z tego powodu należy zwrócić uwagę na występowanie na ziarnie jęczmienia grzybów toksynotwórczych i szukać metod, które pozwalają na ograniczenie ich rozwoju i aktywności [8].

Celem pracy było poznanie wpływu nawożenia jęczmienia browarnego różnymi dawkami azotu na skład zbiorowisk grzybów na ziarnie oraz na wybrane cechy ziarna jęczmienia jarego i jego wartość browarną.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań było ziarno jęczmienia browarnego pochodzące z doświadczenia polowego przeprowadzonego w 1999 roku, w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin AR w RZD Pawłowice k. Wrocławia.

Ścisłe doświadczenie polowe z dwoma czynnikami zmiennymi założono w układzie losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były odmiany: Rudzik i Brenda. Jako czynnik II rzędu zastosowano zróżnicowane dawki nawożenia azotem w kg/ha: 0, 40, 60, 60 (40+20), 80, 80 (60+20). Nawożenie azotem zostało wykonane przedsięwzięcie, natomiast w przypadku dawek dzielonych drugą ich część zastosowano w końcu krzewienia się jęczmienia. Azot podany został w postaci 34% saletry amonowej.

Doświadczenie założono na glinie lekkiej, położonej na glinie średniej typu brunatnego klasy III b, kompleksu pszennego dobrego. Odczyn gleby był lekko kwaśny. Zasobność gleby w fosfor i potas określono jako wysoką. Przedplonem jęczmienia była pszenica jara. Uprawa roli pod jęczmień jary była prowadzona według zalecanej agrotechniki.

Siew jęczmienia jarego został wykonany 7.04.1999 r., a więc w terminie optymalnym na Dolnym Śląsku. W okresie krzewienia jęczmienia, chwasty zwalczano preparatem Chwastox Turbo 340 SL w ilości 2 l/ha, natomiast w fazie pierwszego kolanka, w celu ograniczenia mączniaka prawdziwego zbóż i traw zastosowano fungicyd Tilt 250 EC w dawce 0,5 l/ha.

Zbiory wykonano w fazie dojrzałości pełnej, 4.08.1999 r. Istotność zróżnicowania plonów ziarna została określona statystycznie za pomocą analizy wariancji, przy współczynniku ufności 0,05.

Ziarno po zbiorze przechowywano w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 65%. Po uzyskaniu dojrzałości

poźniwej ziarno zostało wykorzystane do badania jakości słoðu oraz do analizy mikologicznej.

Parametry jakościowe ziarna określano poprzez oznaczenie: celności ziarna przy użyciu sit Vogla, energii kiełkowania metodą Schönfelda oraz zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla [1].

Słodowanie ziarna przeprowadzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania AR we Wrocławiu, stosując warunki moczenia, rośnienia i suszenia słoðów, jak przy otrzymywaniu 7-dniowych słoðów typu pilżeńskiego [1, 3]. W słoðach określano siłę diastatyczną, ekstraktywność i liczbę Kolbacha [1]. W brzeczkaç kongresowych oznaczano: lepkość przy użyciu wiskozymetru Höpplera oraz zawartość azotu metodą Kjeldahla [1].

Ocenę wartości browarnej odmian jęczmienia przeprowadzono na podstawie punktowej klasyfikacji jakościowej ziarna według metody Molina-Cano [19].

Analizę mikologiczną ziarna przeprowadzono w Zakładzie Fitopatologii AR we Wrocławiu, zgodnie z metodą de Tempe [26]. Z każdego obiektu analizowano po 200 ziaren pobranych losowo, z których 100 wykładano bezpośrednio na szalki Petriego z 2% pożywką maltozową. Pozostałe 100 ziaren, przed wyłożeniem na tę samą pożywkę, odkażano przez 10 min 1% roztworem podchlorynu sodu (NaOCl), związkim standardowo używanym do odkażania ziarna w analizach mikologicznych. Zabieg ten miał na celu wyeliminowanie grzybów występujących na powierzchni ziarna. Szalki umieszczano w termostacie, w temp. 22°C, na okres 2 tygodni. Wyrastające z ziarna kolonie grzybów odszczepiano na skosy ze standardową pożywką glukozowoziemniaczną (PDA) firmy Difco. Wszystkie wyosobnione z ziarna grzyby identyfikowano pod względem gatunku.

Wyniki i dyskusja

Jednym z elementów oceny wartości browarnej ziarna jęczmienia powinna być ocena mikologiczna pozwalająca na eliminowanie surowca stanowiącego potencjalne źródło mikotoksyn [1, 10, 22].

Badany materiał opanowany był głównie przez grzyby rozwijające się na ziarnie w sezonie wegetacyjnym jęczmienia. Z ziarna wyosobniono 21 gatunków grzybów. Skład gatunkowy grzybów występujących na ziarnie odmian Rudzik i Brenda był bardzo zbliżony, natomiast ich liczebność była różna (tab. 1). Liczni autorzy twierdzą [7, 9, 17, 20, 21], że niezależnie od gatunku i pochodzenia ziarna zbóż, skład gatunkowy grzybów jest bardzo podobny, natomiast nasilenie ich występowania jest różne, często związane z warunkami pogody w czasie wegetacji roślin oraz z zabiegami agrotechnicznymi.

Niezależnie od odmiany i poziomu nawożenia azotem, grzyby liczniej wyosobniano z powierzchni ziaren niż z ich wnętrza. Obecność grzybów w głębszych tkan-

kach ziarna zbóż potwierdzają również prace innych autorów [17, 20, 21, 25]. Zarówno z nasion nie odkażonych, jak i odkażonych izolowano głównie gatunek *Alternaria alternata*. Stawicki [25] podał, że obecność tego gatunku jest biologicznym wskaźnikiem jakości ziarna i mówi o prawidłowych warunkach przechowywania. Liczba izolatów *A. alternata* nie powinna jednak przekraczać 46%. W prezentowanych badaniach liczebność tego grzyba mieściła się w przedziale od 29 do 46%.

Grzyby patogeniczne jęczmienia reprezentowane były przez *Bipolaris sorokiniana* oraz gatunki z rodzaju *Fusarium*, takie jak: *F. culmorum*, *F. graminearum* oraz *F. avenaceum*. Kiecana [12] i Rintelen [24] podali, że grzyby te mają duży wpływ na jakość ziarna i są najczęściej wyosobniane z ziarna zbóż, co potwierdzają również wyniki niniejszej pracy, gdzie rzadziej izolowane były: *F. poae*, *F. equiseti* i *F. sporotrichioides*.

W ostatnich latach, na skutek zmian atmosferycznych, obserwuje się wzrost zagrożenia roślin przez fuzariozę kłosów. Mimo liczego (ok. 25% ogólnej liczby izolatów) występowania *Fusarium* spp. na powierzchni ziaren obu odmian jęczmienia, szczególnie przy wyższych dawkach nawożenia azotem, grzyby te nie spowodowały pogorszenia jakości ziarna, słoðu i uzyskanych z niego brzeczek kongresowych (tab. 2).

Ponieważ badane ziarno charakteryzowało się wysoką energią kiełkowania można przypuszczać, że wystąpiła tu tzw. „fuzarioza ukryta”. W takim przypadku grzyby opanowały najprawdopodobniej okrywą owocowo-nasienną w fazie dojrzałości woskowej lub pełnej. Nie doprowadziło to do obniżenia jakości ziarna. Najgroźniejsze jest porażenie roślin przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w fazie kwitnienia i na początku mleczonej dojrzałości ziarna. Porażone ziarniaki mają wówczas niską energię kiełkowania, a zatem stanowią gorszy materiał siewny, a w przypadku jęczmienia browarnego zły surowiec. Jest to tzw. „fuzarioza jawna” [22].

Wyosobnione z badanego materiału grzyby: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides* oraz *F. avenaceum* nie spowodowały pogorszenia jakości ziarna użytego do produkcji słoðu i brzeczek kongresowych. Ocena jakości browarnej jęczmienia nie wykazała wpływu grzybów na syntetyczny wskaźnik Q (tab. 2). Wydaje się jednak, że metoda Molina-Cano [19] wymaga uzupełnienia o ocenę mikologiczną, gdyż z pozornie dobrego jakościowego surowca można otrzymać piwo o nadmiernej zawartości szkodliwych mikotoksyn, takich jak: zearalenon, trichotecyna, womitoksyna (deoksyniwalenol), nivalenol, fuzarenon i fumonizyna [6, 18]. Substancje te mają duży wpływ na właściwości słoðu, na aktywność i poziom namnożenia się drożdży uczestniczących w procesie fermentacji i w konsekwencji na jakość piwa [8].

Grzyby z rodzaju *Fusarium* wytwarzają również związki odpowiedzialne za nadmierne wypienianie piwa [23]. Wypienianie może być spowodowane wieloma czynnikami [11], jednak uważa się, że zjawisko to jest głównie związane z obecnością

Tabela 1

Wpływ nawożenia azotowego na wybrane cechy ziarna jęczmienia jarego i jego wartość browarną.
The influence of nitrogen fertilization on grain of spring barley and his malting quality.

Oceniane elementy Estimated features	Odmiana / Cultivar Brenda					Odmiana / Cultivar Rudzik						
	nawożenie azotem / nitrogen fertilization (kg/ha)					nawożenie azotem / nitrogen fertilization (kg/ha)						
	0	40	60	60(40+20)	80	80(60+20)	0	40	60	60(40+20)	80	80(60+20)
<i>Fusarium</i> spp. - ziarno nie odkażone (%)	22,0	23,5	27,7	30,5	25,6	25,8	18,5	15,4	21,5	23,7	26,4	26,4
<i>Fusarium</i> spp. - indisinfected grain (%)	3,9	12,9	9,8	6,9	13,4	6,6	4,8	5,0	9,9	15,2	8,7	12,6
<i>Fusarium</i> spp. - ziarno odkażone (%)												
<i>Fusarium</i> spp. - disinfected grain (%)												
Plon - Grain yield (t/ha)	2,19	2,91	3,37	3,38	3,59	3,75	1,60	2,76	3,02	3,05	3,37	3,60
Celność ziarna - Grain filling (%)	93,2	92,2	92,1	90,2	90,7	91,2	86,6	87,2	90,6	89,1	90,6	89,1
Energia kiełkowania po 120 godz.	98,9	98,9	98,8	99,5	99,1	99,1	98,4	98,5	98,9	98,9	98,7	99,1
Germination energy after 120 hours (%)												
Białko (% s.s) - Total protein (% dry mass)	11,9	12,3	12,4	12,5	12,9	13,0	11,7	12,0	12,2	12,7	12,6	12,8
Wskaźnik Q - Quality index Q	5,15	6,05	8,75	5,60	7,85	5,15	6,75	7,40	6,30	5,89	6,95	4,70

Celność ziarna – procentowy udział w masie zbożowej ziaren o grubości ponad 2,5 mm, nie powinna być mniejsza od 85% (ziarno średniej jakości), a najlepiej większa od 95% (ziarno doskonałej jakości) [14].

Grain filling – the percentage of grains of thickness over 2,5 mm in the cereal mass shall not be smaller than 85 % (the grain of the medium quality), and the best – not bigger than 95% (the grain of the perfect quality) [14].

Energia kiełkowania ziarna – procent ziaren, które wykiełkują w określonym czasie w normalnych warunkach stodowania, powinna wynosić dla ziarna średniej jakości nie mniej niż 95% a dla ziarna dobrej jakości nie mniej niż 98% [14].

Germination energy – the percentage of grains, which will germinate in a definite time under the normal malting conditions, shall be not lower than 95% for grains of the medium quality and not lower than 98% for grains of good quality [14].

Wskaźnik Q – określa grupy jakościowe ziarna: E – bardzo dobra jakość ziarna (min. 8 pkt. wskaźnika Q), A – dobra (min. 6 pkt. wskaźnika Q), B – średnia (min. 5 pkt wskaźnika Q) oraz C – niebrowarna (poniżej 5 pkt. wskaźnika Q) [13].

Quality index Q – determines the quality groups of grain: E – very good quality of grain (min. 8 pts of quality index), A – good (min. 6 pts of quality index), B – medium (min. 5 pts of quality index) and C – not for brewing (less than 5 pts of quality index) [13].

Tabela 2

Grzyby wyizolowane z ziarna jęczmienia jarego nie odkazonego i odkazonego, przy różnych poziomach nawożenia azotem (kg N/ha).
Fungi isolated from indisinfected and disinfected grain of spring barley, by different level of nitrogen fertilization (kg N/ha).

Gatunek grzyba Species of fungi	Ziarno nie odkazone / Indisinfected grain						Ziarno odkazone / Disinfected grain					
	odmiana / cultivar Brenda			odmiana / cultivar Rudzik			odmiana / cultivar Brenda			odmiana / cultivar Rudzik		
	0	40	60	40+	80	60+	0	40	60	40+	80	60+
<i>Acremonia atra</i> Corda (Sacc.)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	36	49	43	45	54	48	39	40	40	42	51	48
<i>Apiospora montagnei</i> Sacc. (st. konid. <i>Arthr-inium</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	8	1	2	-	2	5	7	15	1	1	1	1
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.ex Fr.	12	12	20	12	10	9	7	14	16	9	13	13
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrb.:Schlecht.	11	6	1	8	2	6	17	14	7	8	6	7
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda: Fr.) Sacc.	16	18	28	25	26	21	8	11	16	9	26	16
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.	6	2	5	2	1	4	-	-	1	4	2	4

0, 40, 60, 80 (40+20), 80, 80 (60+20) – dawki nawożenia azotem / doses of nitrogen fertilization (kg/ha)

<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe	4	4	3	8	4	5	5	6	3	11	4	5	2	3	3	1	4	3	-	1	-	3	2	5
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wollenw.	1	2	-	3	1	3	9	-	2	3	-	1	-	4	-	1	4	1	-	-	1	2	4	3
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	-	1	-	1	-	-	-	3	4	-	2	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nigrospora oryzae</i> (Berk. et Br.) Petch.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Penicillium notatum</i> Westling	1	-	1	2	3	-	1	3	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium velutinum</i> v. Beyma	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus arrhizus</i> Fisher	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kolomie niezarod.-Non sporulating colonies	28	22	25	24	28	23	29	23	30	26	22	29	39	26	27	36	27	32	37	41	37	35	31	31
Razem - Total fungi	123	119	130	131	133	128	124	130	121	114	129	126	103	101	102	101	106	104	101	101	111	105	103	111

grzybów z rodzaju *Fusarium*, chociaż mogą powodować to także grzyby występujące na przechowywanym ziarnie, z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium* i *Rhizopus* [23]. W przeprowadzonym doświadczeniu liczebność *Fusarium* spp. nie przekroczyła 50% ogólnej liczby izolatów. Z badań przeprowadzonych przez Haikarę [9] wynika, że gdy mniej niż 20% ziaren jest porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, to nie obserwuje się wypieniania. Natomiast, gdy ponad 50% ziaren jest porażonych, wtedy duża partia piwa wyprodukowanego przy użyciu tego słodu uległa wypienieniu.

Analiza mikologiczna ziarna powinna polegać nie tylko na określeniu rodzaju, ale również na oznaczeniu składu gatunkowego, szczególnie gdy chodzi o grzyby z rodzaju *Fusarium*. Gatunki, które najczęściej powodują wypienianie (*F. culmorum* i *F. graminearum*), dość licznie izolowane w przeprowadzonym doświadczeniu, w największym stopniu obniżają również energię kiełkowania jęczmienia. Powodują one także zmiany w ekstraktywności słodów, aktywności amylaz oraz zawartości wolnego azotu aminowego [6, 10]. Określenie procentowego udziału tych gatunków w ogólnej liczbie izolatów *Fusarium* spp. może stanowić dodatkowe kryterium oceny przydatności słodowniczej ziarna. W latach sprzyjających rozwojowi grzybów z rodzaju *Fusarium*, skład gatunkowy może informować o możliwości wystąpienia zjawiska niekontrolowanego wypieniania piwa [5].

Dużym zagrożeniem są również grzyby zakażające ziarno w magazynach zbożowych u producentów, w punktach skupu i dużych elewatorach zbożowych. Z grzybów występujących powszechnie w czasie przechowywania, wyizolowano potencjalnie toksynotwórcze grzyby z rodzaju *Penicillium* (tab. 1). Mogą one obniżać zdolność kiełkowania nasion, uszkadzać zarodek, zmieniać barwę i zapach oraz powodować samozagrzewanie się ziarna [7]. Ziarno jęczmienia odmian Brenda i Rudzik, będące przedmiotem badań, charakteryzowało się jednak niskim stopniem porażenia przez te grzyby. Świadczy to o właściwych warunkach przechowywania badanych prób ziarna.

Wyniki dotyczące plonowania i wartości browarnej ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda przedstawiono w publikacjach złożonych do druku w Zeszytach Naukowych AR we Wrocławiu [4, 16]. W pracach tych zawarto informacje, że w fazie kłoszenia i młeczej dojrzałości panowały warunki sprzyjające uzyskaniu ziarna wysokiej jakości. Zwiększenie dawek azotu spowodowało wzrost plonowania, szczególnie gdy nawozy wysiewano w całości przedsięwzięcie.

Prezentowane w niniejszej pracy wyniki badań dotyczą jednego sezonu wegetacyjnego, wskazują więc na pewne tendencje, które wymagają potwierdzenia w kolejnych latach badań.

Wnioski

1. Niepożądane są wyższe dawki nawożenia azotem, gdyż sprzyjają rozwojowi grzybów z rodzaju *Fusarium* zarówno na powierzchni, jak i wewnątrz ziarna jęczmienia browarnego.
2. Występowanie grzybów z rodzaju *Fusarium* na poziomie ok. 25% ogólnej liczby izolatów nie powoduje pogorszenia jakości sładów i uzyskanych z nich brzeczek kongresowych.

LITERATURA

- [1] Analytica – EBC: Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg 1998.
- [2] Babuchowski A., Kuchciak T.: Zakażenia mikrobiologiczne słodu a jakość piwa. Mat. III Szkoły Technologii Fermentacji pt. „Surowce w technologii piwowarskiej”, Kraków-Zakopane 1998, 177.
- [3] Błażewicz J., Bryłka H., Kiersnowski J.: Wpływ zróżnicowanej zawartości białka ogólnego w ziarnie pszenżyta ozimego odmiany Grado na cechy 6-dniowych sładów i uzyskanych z nich brzeczek. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technologia Żywności, **6**, (215), 1991, 187.
- [4] Błażewicz J., Liszewski M.: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. cz. 2. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technologia Żywności, 2001 (w druku).
- [5] Campbell I.: Zakażenia grzybami w słodownictwie i piwowarstwie. Mat. III Szkoły Technologii Fermentacji pt. „Surowce w technologii piwowarskiej”, Kraków-Zakopane 1998, 43.
- [6] Chełkowski J.: Mikotoksyny, wytwarzające je grzyby i mikotoksykozy. Wyd. SGGW, Warszawa 1985.
- [7] Christensen C.M.: Mycoflora and seed deterioration. In: Viability of Seeds. Roberts H.L., Chapman and Hall, London 1972, 59.
- [8] Dziuba E.: Biologiczna ochrona słodu przed aktywnością mikroflory epifitycznej. V Sem. „Post. w technologii i analityce piwa”, Kazimierz Dolny 1999.
- [9] Haikara A.: European Brewery Convention. Symposium on relationship between malt and beer, Helsinki, Monograph VI, 1980, 251.
- [10] Haikara A.: Proceedings of the 19th Congress of the European Brewery Convention, London 1983, 401.
- [11] Hough J.S., Briggs D.E., Stevens R., Young T.W.: Malting and Brewing Science. 2, Chapman and Hall, London 1994.
- [12] Kiecana J.: Fusarioza kłosów pszenżyta. Roczn. Nauk. Rol., Ser. E, **16**, 2, 1986, 59.
- [13] Klockiewicz-Kamińska E.: Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. Pam. Puł. – Mat. Seminarium, **112**, 1998, 93.
- [14] Kunze W.: Technologia piwa i słodu, Piwochmiel Spółka z o.o. Przekład: A. Budzyński, 1999.
- [15] Liszewski M.: Agrotechnika jęczmienia na cele browarne w warunkach Śląska. Wyd. AR Wrocław 1999, 1.
- [16] Liszewski M., Błażewicz J.: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. cz.1. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technologia Żywności, 2001 (w druku).
- [17] Łacicowa B.: Badania mikoflory materiału siewnego jęczmienia jarego, uprawianego na obszarze województwa lubelskiego. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sectio E, **22**, 1967, 207.

- [18] Miller J.D.: Fungi and mycotoxins in grain: Implications for stored product research. *J. of stored Prod. Res.*, **31**, **1**, 1995, 1.
- [19] Molina-Cano J.L.: The EBC Barley and Malt Committee Index for the evaluation of malting quality in barley and use in breeding. *Plant Breeding*, **98**, 1987, 249.
- [20] Moszczyńska E., Płaskowska E., Matkowski K., Kita W.: Estimation of grain health of spring wheat. *Phytopathologia Polonica*, 2001 (w druku).
- [21] Narkiewicz-Jodko M.: Wartość siewna przechowywanego ziarna trzech zbóż w aspekcie fitopatologicznym. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozpr.*, **55**, 1986, 1.
- [22] Narkiewicz-Jodko M.: Zdrowotność ziarna zbóż jako wskaźnik jego jakości. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technologia Żywności*, **328**, 1998, 85.
- [23] Prentice N., Sloey W.: *Proceedings of American Society of Brewing Chemists*, 1960, 28.
- [24] Rintelen J.: Zum Infektionsseitpunkt von Fusarien an Weizenkörnern. *Gesunde Pflanzen*, **47**, **8**, 1995, 315.
- [25] Stawicki S.: Powierzchniowe i wgłębne zakażenie ziarna pszenicy jako mikrobiologiczny wskaźnik jego jakości i trwałości. *Rocz. WSR Poznań*, **13**, 1967, 1.
- [26] Tempe J., de: Routine methods for determining the health condition of seeds in the seed testing station. *Proc. Int. Seed. Test. Ass.*, **35**, **1**, 1970.

THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION ON COMMUNITIES OF FUNGI ASSOCIATED WITH SEED OF BREWING BARLEY

S u m m a r y

The species composition of fungi associated with seed of brewing barley of Rudzik and Brenda cultivars was similar. However their number was different and depended on the nitrogen level applied in the fertilization. Together with the increasing of nitrogen fertilization the number of fungi *Fusarium* spp. increased on the surface of seed. These fungi, making about 25% of total number of isolates didn't effect the quality of seed, malt and obtained congress worts. ☒