

Kazimierz Noworolnik

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

**KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO
BROWARNEGO POPRZEZ ZABIEGI AGROTECHNICZNE***

Wstęp

W ostatnim okresie w Polsce wystąpił duży wzrost produkcji piwa, z 13 mln hl w 1991 r. do 24 mln hl w 2000 r. i 31 mln hl w 2005 r. Stwierdzono także w tym czasie dwukrotny wzrost spożycia piwa na 1 mieszkańca w naszym kraju. Przewiduje się dalszy wzrost produkcji piwa do 36-38 mln hl w 2010 r., przy spożyciu ponad 90 l tego napoju na mieszkańca (21, 24). Wielkość produkcji piwa w Polsce będzie jednak w przyszłości zależała od jego importu z Europy Zachodniej bądź możliwości eksportu naszego piwa, w szczególności na rynki wschodnie. Powinno zwiększyć się więc zainteresowanie naszych rolników produkcją ziarna jęczmienia browarnego o dobrej jakości, gdyż wymagania browarów pod tym względem wzrosły. Słodownie kontraktują i skupują obecnie tylko wybrane przez siebie odmiany, najlepsze pod względem jakości browarnej (4, 24). Im wyższa ocena wartości browarnej odmiany, tym większa szansa uzyskania wymaganych przez słodownie parametrów ziarna, a ziarno browarne jest droższe od pastewnego.

Technologia produkcji jęczmienia jarego na cele browarne różni się od produkcji na cele pastewne. Pożądaną cechą ziarna pastewnego jest wysoka zawartość białka, odwrotnie jak w przypadku ziarna browarnego, które powinno charakteryzować się wysoką celnością i wyrównaniem (nieistotną cechą dla jakości pastewnej). Obie wymienione technologie produkcji jęczmienia różnią się doбором odmiany i zalecanym poziomem nawożenia azotem. Uprawa jęczmienia browarnego wymaga ponadto większej konsekwencji przy stosowaniu optymalnej gęstości siewu, pełnej ochrony roślin, odpowiedniego zbioru i przechowywania ziarna (21, 22). Ponieważ efektywność ekonomiczna produkcji jęczmienia browarnego zależy od wielkości plonu ziarna, który jest ujemnie skorelowany z wieloma parametrami jakości (32), to przy omawianiu wpływu czynników na jakość browarną ziarna należy uwzględniać także ich wpływ na wielkość plonu. Celem właściwej agrotechniki jest uzyskanie dobrej jakości browarnej ziarna przy zadowalającej wielkości plonu.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Cechy wartości browarnej

Wyróżnia się 5 podstawowych parametrów jakości słodu, składających się na indeks jakości browarnej (11, 12):

1. Ekstraktywność – jest najważniejszym wskaźnikiem jakości słodu oznaczającym wielkość uzysku ekstraktu, który obejmuje wszystkie składniki słodu przenikające do wody podczas ekstrahowania. Jest to ilość substancji rozpuszczalnych przechodzących ze słodu do brzezki. Jakość ekstraktu zależy od składu chemicznego ziarna i aktywności enzymów hydrolizujących związki zawarte w ziarnie. Ekstraktywność jest cechą odmianową, choć w mniejszym stopniu zależną także od czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Im wyższa jest ekstraktywność, tym lepsza wydajność wazrzelni i lepszy uzysk piwa, a tym samym większy dochód producenta.

2. Liczba Kolbacha – określa wyrażony w procentach stosunek ilości białka rozpuszczalnego zawartego w brzezce do całkowitej ilości białka zawartego w słodzie. Oznacza ona stopień hydrolizy białka w brzezce, co jest związane ze stopniem rozluźnienia białkowego słodu i dostępnością enzymów proteolitycznych w procesie gotowania brzezki. Wartość tej cechy zależy od zawartości białka ogólnego w ziarnie, na którą wpływa wiele czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Stopień ostatecznego odfermentowania to zdolność brzezki do fermentacji pod wpływem drożdży piwnych, wyrażona w procentach. Zależy głównie od właściwości odmianowych.

3. Lepkość brzezki – główny miernik rozluźnienia skrobiowego wskazującego na zakres procesów enzymatycznych w czasie słodowania. Zależy od właściwości odmianowych.

4. Siła diastatyczna – określa aktywność enzymów amylolitycznych w słodzie biorących udział w procesie scukrzania skrobi podczas gotowania brzezki. Aktywność ta zależy od zawartości białka ogólnego i rozpuszczalnego w słodzie.

Przy ocenie wartości browarnej bierze się pod uwagę także dodatkowe parametry jakościowe słodu i ziarna:

5. Kruchość słodu – jest miarą rozluźnienia cytologicznego w procesie słodowania. Kruchy i dobrze rozluźniony sód sprzyja uzyskiwaniu dużej wydajności ekstraktu w procesie zacierania brzezki. Cecha ta zależy od odmiany.

6. Zawartość beta-glukanów w brzezce – jest wypadkową zawartości tych związków w ziarnie i aktywności enzymu beta-glukanazy. Niewielka ilość beta-glukanów w brzezce gwarantuje uzyskanie właściwej lepkości, stabilności piany i odpowiedniego bukietu smakowo-zapachowego w piwie. Nadmierna ich ilość jest niepożądana, gdyż może spowodować zmętnienie brzezki i powstanie osadu w piwie.

7. Zawartość białka w ziarnie – powinna mieścić się w przedziale od 9,5 do 11,5% s.m. Wpływa na niektóre z podstawowych parametrów jakości browarnej. Zależy od wielu czynników: właściwości odmian, warunków glebowych i klimatycznych, nawożenia azotem i terminu siewu.

8. Energia kiełkowania – określa stan fizjologiczny ziarna i jest miarą jego żywotności. Pożądana jest wysoka jej wartość, co najmniej 85%. Sprzyja temu dobre wy-

równanie ziarna, przy jak największym udziale ziarna celnego, które nie przesiewa się przez sito o średnicy oczek 2,5 mm. Ziarno to powinno być zdrowe i nieuszkodzone. Na energię kiełkowania ziarna wpływają przede wszystkim warunki klimatyczne, następnie czynniki agrotechniczne i w mniejszym stopniu właściwości odmianowe.

Tylko całkowicie dojrzałe ziarno określonej odmiany, pochodzące z podobnych warunków uprawy, o jednakowym zabarwieniu i podobnej masie ziarniaka daje wysokiej klasy sód. Jednorodne i wyrównane jakościowo ziarno równomiernie pochłania wodę przy zamoczeniu, równo kiełkuje i jednakowo przechodzi proces kiełkowania (1, 14, 18, 28). Wyrównanie ziarna pod względem masy, wielkości i kształtu świadczy, że warunki wegetacyjne były sprzyjające, a uprawa jęczmienia zgodna z wymaganiami agrotechnicznymi. W takich warunkach możliwe jest uzyskanie celności ziarna w granicach 85-93%. Przy łączeniu mniejszych partii ziarna w jedną dużą partię należy stosować możliwie jednorodny surowiec wyjściowy. Obecność ziaren uszkodzonych przy omłocie lub przez szkodniki znacznie obniża jakość takiej partii. Wzrasta wtedy ryzyko zakażenia ziarna przez mikroflorę. Uszkodzone ziarna szybciej chłoną wodę i kiełkują, przyczyniając się do wytworzenia niejednorodnego sόδu. Wysoka masa 1000 ziaren jęczmienia browarnego nie jest pożądana; lepsza jest średnia jej wartość. Dodatnio na jakość browarną wpływa niska zawartość łuski w ziarnie (4, 6, 28).

W badaniach IHAR (3, 32, 33) stwierdzono istotny wpływ genotypu i środowiska na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. Odziedziczalność cech była wysoka dla masy 1000 ziaren, siły diastatycznej, zawartości białka rozpuszczalnego, a także dla kruchości i ekstraktywności sόδu. Wpływ czynników siedliskowych był największy na zawartość białka ogólnego i lepkość brzezki.

Spośród parametrów wartości browarnej ocenianych w trakcie skupu zasadnicze znaczenie ma zawartość białka w ziarnie, która jest silnie skorelowana z większością cech jakości ziarna (2, 3, 8, 13, 18, 25, 27). Występuje ujemna korelacja między zawartością białka ogólnego a masą 1000 ziaren, celnością ziarna, ekstraktywnością sόδu i liczbą Kolbacha, natomiast dodatnią korelację stwierdzono między zawartością białka a lepkością brzezki i siłą diastatyczną. Liczba Kolbacha jest dodatnio skorelowana z ekstraktywnością sόδu, lepkością brzezki i stopniem odfermentowania (25). Zbyt wysoka zawartość białka powoduje zmniejszenie zawartości skrobi, przedłużenie czasu namaczania i nierównomierność kiełkowania ziarna, a w rezultacie zmniejszenie ekstraktywności sόδu i nadmierne zwiększenie liczby Kolbacha, co wywołuje zmętnienie i pogorszenie smaku piwa. Pożądany jest duży udział rozpuszczalnych i biologicznie czynnych frakcji białka: albumin i globulin (13, 25, 27).

Warunki siedliskowe

Jakość ziarna browarnego zależy w dużym stopniu od warunków klimatyczno-glebowych. Do uzyskania dobrego surowca dla browaru bardziej sprzyjający jest klimat morski niż klimat kontynentalny. Ważny jest równomierny rozkład opadów

w okresie wegetacyjnym zapewniający wysoki plon ziarna, przy niskiej zawartości białka w ziarnie. Ujemnie na wartość browarną jęczmienia wpływa długotrwała susza i wysoka temperatura w czasie wegetacji, gdyż obok obniżki plonu ziarna (w wyniku zmniejszonego pobrania składników mineralnych) zwiększa się zawartość białka i łuski w ziarnie, a zmniejsza się celność ziarna i ekstraktywność słodu (2, 5, 16, 30). W takich warunkach występuje ograniczenie konwersji sacharozy do skrobi, prowadzące do zwiększenia zawartości białka wskutek zmniejszenia zawartości węglowodanów, a zmniejszeniu wielkości ziarniaka towarzyszy wzrost zawartości łuski.

Jęczmień jary browarny można uprawiać prawie na całym terytorium Polski, z wyjątkiem obszarów górskich. Jęczmień browarny należy uprawiać na glebach żyznych i zwężłych, należących do kompleksu pszennego bardzo dobrego i kompleksu pszennego dobrego lub na glebach średnich (kompleks żytni bardzo dobry, pszeny wadliwy) pod warunkiem dobrego przedplonu (4, 7, 21, 22, 34). Jest to uwarunkowane słabym systemem korzeniowym i krótkim okresem wegetacji jęczmienia. W dobrych warunkach glebowych uzyskuje się duże plony ziarna przy umiarkowanej zawartości białka w ziarnie i właściwych wartościach głównych parametrów jakości słodu. Ponieważ jęczmień jest wrażliwy na kwaśny odczyn gleby, to jej pH powinno wynosić co najmniej 5,7 na glebach średnich i 6,0 na glebach dobrych. Przy niskim pH gleby uzyskuje się mniejsze plony ziarna i zarazem zbyt dużą zawartość białka w ziarnie (25).

Najlepszymi przedplonami dla jęczmienia jarego browarnego są rośliny okopowe: burak, ziemniak i warzywa nawożone niezbyt dużymi dawkami azotu, ponadto korzystne są oleiste, które w praktyce przeznaczają się przeważnie pod pszenicę. W ostateczności jęczmień można uprawiać po pszenicy wysiewanej w dobrym stanowisku (7, 21, 23, 29). Po takich przedplonach jęczmień daje większe plony ziarna o lepszej jakości browarnej. Nie powinno się uprawiać jęczmienia browarnego po roślinach motylkowatych pozostawiających po sobie zbyt dużo azotu, jak również po zbożach (z wyjątkiem pszenicy).

Po zbiorze przedplonu należy wykonać staranną uprawę roli, gdyż jęczmień jest zbożem o największych wymaganiach co do odpowiednich stosunków wodno-powietrznych i pulchności gleby (21, 29, 34). Nieodzowna jest orka zimowa, a wiosną bronowanie i następnie uprawa roli agregatem uprawowym lub kultywatozem.

Dobór odmian

Wybór właściwej odmiany do uprawy jest jednym z głównych gwarantów uzyskania dobrej jakości browarnej ziarna jęczmienia. Najważniejszym kryterium doboru odmiany jest syntetyczna ocena jej wartości browarnej, na którą składa się 5 podstawowych parametrów jakości ziarna, z największym znaczeniem ekstraktywności. W tabeli 1 uszeregowano aktualnie zrejjonizowane browarne odmiany jęczmienia jarego w kolejności od najlepszej do najgorszej pod względem syntetycznej oceny jakości. Najlepsze jakościowo są odmiany: Mauritia i Żeglarz, a następnie Sebastian, Toucan, Class i Basza.

Drugim ważnym kryterium jest wielkość plonu ziarna. Do najwyższej plonujących zalicza się odmiany: Bolina, Mauritia, Sebastian, a następnie Żeglarz, Philadelphia, Stratus i Annabell. Biorąc pod uwagę repartycję nasienną, największą powierzchnię plantacji nasiennych zajmowały w ostatnich latach odmiany: Jersey, Stratus, Sebastian, Granal i Prestige (tab. 1).

W związku z tym, że w Polsce występuje przewaga gleb o zbyt niskim pH, to w przypadku konieczności uprawy jęczmienia na glebach lekko kwaśnych należy wysiewać odmiany o pewnej tolerancji na obecność w glebie jonów glinu (Brenda, Rasbet i Granal), a unikać odmian najbardziej wrażliwych (Barke, Prosa i Rudzik).

Tabela 1

Wykaz odmian i ich głównych cech (wg COBORU)

Odmiana	Rok wpisania do rejestru	Syntetyczna ocena wartości browarnej (pkt.)	Ekstraktywność (w skali 9°)	Plon ziarna (% wzorca)	Udział w kwalifikacji nasiennej (%)
Mauritia	2006	7,15	7	102	1,6
Żeglarz	2006	7,05	6	101	0,2
Sebastian	2005	6,85	7	102	6,9
Toucan	2006	6,75	6	100	0,1
Class	2005	6,60	6	100	0,8
Basza	2006	6,60	6	98	0,2
Sezam	2000	6,45	6	93	1,5
Hanka	2003	6,20	5	95	0,6
Granal	2001	6,05	5	96	6,6
Prestige	2003	5,90	5	98	6,5
Ryton	2004	5,90	5	96	0,2
Barke	2001	5,90	5	95	3,5
Laila	2004	5,80	4	98	0,8
Blask	2001	5,55	6	100	0,4
Scarlett	1999	5,55	6	97	2,9
Madonna	1999	5,45	5	98	2,6
Jersey	2003	5,35	4	98	10,5
Brenda	1998	5,20	4	94	2,5
Rasbet	1998	5,05	4	98	0,1
Prosa	2000	5,05	4	97	1,1
Nadek	2004	5,00	5	99	1,1
Rudzik	1987	4,90	4	94	0,3
Gwarek	1999	4,85	5	96	0,4
Johan	2002	4,80	3	95	0,8
Tolar	2003	4,80	3	100	0,1
Bolina	2004	4,75	4	103	1,3
Philadelphia	2003	4,75	4	101	1,6
Binal	2002	4,50	3	96	0,9
Stratus	1999	4,15	4	101	8,9
Annabel	2001	3,70	4	101	2,5
Poldek	1999	3,60	3	99	1,6

Źródło: Noworolnik K., 2007 (22).

Z uwagi na ujemną korelację plonu ziarna z zawartością białka, to w warunkach nie-sprzyjających uzyskaniu dużego plonu (słabsza gleba, opóźniony termin siewu) należy wysiewać odmiany o szczególnie niskiej zawartości białka w ziarnie (Mauritia, Sebastian), a w następnej kolejności inne odmiany (Jersey, Barke, Żeglarz, Basza i Toucan). W przypadku uprawy na najżyźniejszych glebach ważna jest duża odporność roślin na wyleganie; taką cechą wykazują odmiany: Sezam, Poldek, Sebastian, Żeglarz, Philadelphia, Nadek, Johan i Binal.

Obecnie uprawiane odmiany browarne jęczmienia cechują się dobrym wyrównaniem ziarna, którego celność (wg COBORU) waha się w granicach 87-92%. Najwyższą celnością ziarna wyróżniają się odmiany: Sezam, Granal, Hanka i Johan. Ważną cechą odmianową jest odporność na choroby. Najlepszą ogólną odporność na choroby wykazują odmiany: Basza, Żeglarz i Philadelphia, a mniejszą – Binal, Class, Lailla i Toucan.

Ze względu na ważniejsze cechy charakterystyczne odmian jęczmienia, zwłaszcza wartość browarną i plon ziarna, za najbardziej przydatne do uprawy na cele browarne można uznać odmiany: Mauritia, Żeglarz i Sebastian, a ponadto Toucan, Class i Basza (22).

Nawożenie mineralne

Na wielkość plonu i jakość ziarna jęczmienia decydujący wpływ ma zróżnicowane nawożenie azotem, fosforem i potasem (4, 21, 23). Azot jest pierwiastkiem silnie wpływającym na wzrost plonu ziarna i słomy (do pewnej granicy) i na wzrost zawartości białka w ziarnie (7, 9, 15, 20, 25). Dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża, jak na cele pastewne i kaszarskie, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka – ujemnie wpływającej na jakość browarną ziarna. Ustalenie optymalnej jego dawki jest trudne, gdyż zależy ona od trafnego określenia zasobności gleby w ten składnik. Większej zasobności można spodziewać się na glebach zwięzłych (kompleks pszeniczny bardzo dobry lub dobry), w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po buraku). W takich warunkach optymalną dawką jest 25-30 kg N · ha⁻¹. W stanowisku po pszenicy można zalecać 35 kg N · ha⁻¹ na glebach kompleksów pszennych i 45 kg N · ha⁻¹ na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego. W przypadku dużych plonów pszenicy (powyżej 6 t · ha⁻¹) dawki te należy zwiększyć o 10-15%. Zbyt duże dawki N powodują zmniejszenie celności ziarna i ekstraktywności słodu (15, 23, 25).

Dobre zaopatrzenie roślin w fosfor przeciwdziała wyleganiu, przyspiesza ich rozwój, wpływając dodatnio na wartość browarną ziarna, a zwłaszcza na ekstraktywność słodu. Natomiast potas ogranicza podatność roślin na choroby i sprzyja lepszemu wypełnieniu ziarna. Zmniejsza się wówczas zawartość białka, a zwiększa ilość węglowodanów w ziarnie jęczmienia, dzięki czemu poprawia się celność ziarna, ekstraktywność słodu i wzrasta liczba Kolbacha (4, 23, 34). Nawozy fosforowe i potasowe należy wysiewać przed orką zimową, a azotowe przed siewem jęczmienia. Zalecane dawki fosforu i potasu zależą od zasobności gleby w te składniki i wielkości spodzie-

wanego plonu (21, 22). Przy bardzo niskiej ich zawartości w glebie zalecane dawki na ha wynoszą: 60-80 kg P_2O_5 i 75-100 kg K_2O ; przy niskiej zawartości składników: 45-65 kg P_2O_5 i 65-80 kg K_2O ; przy średniej ich zawartości: 35-50 kg P_2O_5 i 45-70 K_2O ; a przy wysokiej: 20-35 kg P_2O_5 i 25-35 kg K_2O . Górne granice przedziałów dawek należy uwzględniać przy spodziewaniu się dużych plonów ziarna.

Siew

Jęczmień browarny wymaga wcześniejszego terminu siewu niż pastewny. Powinien to być koniec marca lub pierwsza dekada kwietnia (w przypadku wydłużenia się zimy). Opóźnienie terminu siewu powoduje zmniejszenie plonu ziarna, podwyższenie zawartości białka i łuski w ziarnie oraz pogorszenie jakości browarnej, zwłaszcza ekstraktywności słodu (6, 15, 17, 20). Bardziej tolerancyjne na opóźnienie siewu są odmiany: Mauritia, Sebastian, Granal, Żeglarz i Basza, a bardziej wrażliwe: Johan, Rudzik, Nadek, Binal i Tolar (21, 22). Należy stosować materiał siewny o wysokiej jakości, aby otrzymać pełne i wyrównane wschody, decydujące o prawidłowym wzroście roślin i dobrej architekturze ładu. Ziarno siewne powinno być zdrowe, czyste, o zdolności kiełkowania co najmniej 95%. Zaleca się nabycie nasion wybranej odmiany w stopniu oryginału, które po starannej reprodukcji można wysiewać przez 4 lata.

Wpływ gęstości siewu na plonowanie jęczmienia jest związany z konkurencją roślin o światło, wodę i składniki mineralne. Obsada roślin wpływa na plon ziarna, ale nie oddziałuje wyraźnie na jego jakość browarną. Zbyt duża obsada wzmacnia konkurencję między roślinami, zwiększa ich wzajemne zacienianie oraz osłabia odporność na wyleganie. Mała gęstość siewu skutkuje niedostateczną liczbą kłosów na jednostce powierzchni i sprzyja rozprzestrzenianiu się chwastów. Duży plon ziarna można uzyskać przy optymalnej gęstości siewu, która zależy od jakości gleby, terminu siewu i właściwości odmian. Większą ilość wysiewu ziarna stosujemy w warunkach, w których rośliny słabiej się krzewią (gorsza gleba, opóźniony siew) i przy słabiej krzewiących się odmianach (tab. 2). Jęczmień browarny sieje się trochę gęściej niż pastewny, aby wystąpiło ograniczone rozkrzewienie. Silne rozkrzewienie osłabia wyrównanie ziarna. Kłosa głównego i pierwszego bocznego pędu zawierają dorodniejsze i bardziej wyrównane ziarno niż później wyrosłe niższe pędy; dlatego lepiej jest, gdy w łąnie zdecydowanie przeważają rośliny słabo rozkrzewione.

Gęstość siewu wywiera niewielki wpływ na zawartość białka w ziarnie jęczmienia. W niektórych badaniach nie stwierdzono zmian zawartości białka pod wpływem tego czynnika (10, 20, 23); w innych obserwowano tendencję do zmniejszania tej zawartości w miarę zagęszczania siewu (25, 34) lub tendencję do jej zwiększania się (19, 31). Wzrastająca gęstość siewu powoduje zwiększenie celności ziarna (23) oraz zwiększenie lepkości brzezki i stopnia ostatecznego odfermentowania (25). Zaleca się rozstaw rzędów 12-13 cm i głębokość siewu 3 cm. Ścieżki technologiczne należy zsynchronizować z szerokością roboczą opryskiwacza.

Normy wysiewu ziarna odmian jęczmienia jarego browarnego z uwzględnieniem terminu siewu i jakości gleby podano w tabeli 2.

Tabela 2

Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Basza, Blask, Brenda	27.III.–3.IV.	125–130*	130–136*	140–147*
Lailla, Toucan	4.IV.–10.IV.	128–134	133–139	144–152
Annabell, Barke, Binal, Bolina, Class	27.III.–3.IV.	130–135	136–142	147–154
Johan, Madonna, Mauritia, Nadek, Philadelphia, Poldek, Prosa, Rasbet, Rudzik, Ryton, Xanadu, Żeglarz	4.IV.–10.IV.	134–140	140–146	152–160
Granal, Gwarek, Hanka, Jersey	27.III.–3.IV.	136–142	142–148	154–161
Prestige, Sebastian, Sezam, Stratus, Tolar	4.IV.–10.IV.	141–147	147–154	160–167

* górne granice przedziałów ilości wysiewu nasion stosować w przypadku dużej masy 1000 ziaren (ponad 45 g) i zmniejszonej zdolności kiełkowania

Źródło: Opracowanie własne.

Pielęgnacja ładu

Istotnym elementem technologii produkcji jęczmienia browarnego jest ochrona ładu przed chwastami, chorobami i szkodnikami, które oprócz mechanicznych uszkodzeń roślin powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej (7, 21, 25). W literaturze mało jest informacji o wpływie herbicydów na jakość browarną jęczmienia. Nie stwierdzono ich wpływu na masę 1000 ziaren, celność ziarna i zdolność kiełkowania, ale niektóre z nich (zawierające substancje czynne MCPA lub 2,4 D) mogą w mniej sprzyjających warunkach siedliska powodować zwiększenie zawartości białka w ziarnie i zmniejszenie ekstraktywności słodu (15, 25). Dlatego zwalczanie chwastów powinno się zaczynać od bronowania pielęgnacyjnego w fazie początku krzewienia jęczmienia i powtórzenia go za 6-9 dni. Na mniej zachwaszczonych polach może to być wystarczające. Natomiast na silniej zachwaszczonych polach nieodzowny jest oprysk herbicydem zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin.

Chemiczna ochrona roślin przed chorobami wpływa dodatnio na plon ziarna, ograniczając jego straty w warunkach epifitozy, jak również przeciwdziała szkodliwemu wpływowi chorób na jakość browarną (25, 26). Stwierdzono korzystny wpływ fungicydów (w szczególności Amistar i Charisma) na celność ziarna, masę 1000 ziaren, zawartość białka w ziarnie, siłę diastatyczną i liczbę Kolbacha. Obowiązkowe powinno być zaprawianie nasion przed siewem. Jęczmienia browarnego nie zaleca się traktować retardantami (antywylegaczami), które mogą zmniejszać masę 1000 ziaren i celność ziarna, a podwyższać zawartość białka w ziarnie (4). Ze względu na wymagany niski poziom nawożenia azotem jęczmienia browarnego nie powinno być wylegania roślin.

Zbiór

Jęczmień browarny wymaga starannego omłotu, aby nie dopuścić do mechanicznych uszkodzeń ziarna. Obecnie w praktyce dominuje zbiór kombajnowy, który przeprowadza się w fazie pełnej dojrzałości ziarna. Opóźnianie zbioru prowadzi do strat plonu. Optymalna wilgotność ziarna w czasie zbioru wynosi 15-17%. W przypadku zbioru zbyt suchego ziarna zaleca się zmniejszenie obrotów bębna młocarni. Lepszą jakość ziarna można uzyskać zbierając jęczmień sposobem tradycyjnym – snopowiązałką w fazie pełni dojrzałości woskowej ziarna i suszenie w snopach, a następnie zwózka i młocka w stodole po wypoceniu się ziarna. Ziarno zebrane kombajnem należy po oczyszczeniu stopniowo dosuszyć (wietrzenie poprzez systematyczne szufłowanie lub wymuszony obieg powietrza w pryzmach) podczas magazynowania. W czasie omłotu nie można dopuszczać do uszkodzeń ziarna, co ma miejsce przy wilgotności ziarna poniżej 13%. Wysoka i zmienna temperatura w czasie suszenia ziarna może być powodem mikrouszkodzeń zarodka i endospermu, co znacznie obniża zdolność kiełkowania przy słodowaniu.

Podsumowanie

Wielkość plonu i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego zależy w dużym stopniu zarówno od czynników siedliskowych, jak również od czynników agrotechnicznych i biologicznych. Warunki sprzyjające uzyskiwaniu dużego plonu są na ogół korzystne dla otrzymania dobrej wartości browarnej ziarna, ze względu na ujemną korelację między plonem a zawartością białka w ziarnie. Zbyt duża zawartość białka wywołuje pogorszenie cech jakości słoju. Ujemnie na plon i jakość ziarna wpływają gorsze warunki glebowe, zwłaszcza w przypadku wystąpienia suszy. Zabiegi agrotechniczne mają za zadanie łagodzenie niekorzystnego wpływu czynników siedliskowych.

Ważne jest optymalne nawożenie jęczmienia fosforem i potasem, a nawożenie azotem powinno być niższe w porównaniu ze stosowanym w uprawie jęczmienia pastewnego, w celu niedopuszczenia do zbyt dużej zawartości białka w ziarnie i pogorszenia parametrów słoju. Opóźnienie terminu siewu ujemnie wpływa zarówno na plon ziarna, jak i jakość browarną (zwiększa się zawartość białka i łuski w ziarnie). Gęstość siewu nie wywiera znaczącego wpływu na parametry jakości ziarna. Powinna być ona większa niż w przypadku jęczmienia pastewnego, aby ograniczyć rozkrzewienie produkcyjne roślin, w celu uzyskania lepszego wyrównania ziarna. Zwalczanie chwastów jest bardziej racjonalne za pomocą bronowania pielęgnacyjnego. Ważne jest zwalczanie chorób poprzez zaprawienie nasion, a w czasie wegetacji stosowanie oprysku fungicydem.

Literatura

1. Bathgate G. N.: Quality requirements for malting. *Aspects Appl. Biol.*, 1987, **15**: 18-32.
2. Bertholdsson N. O.: Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. *Eur. J. Agron.*, 1999, **10**: 1-8.
3. Bichon'ski A.: Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR*, 2003, **228**: 105-110.
4. Budzyński W.: Jęczmień browarny. W: *Rynki i technologie produkcji roślin*. Praca zbiorowa pod red. J. Chotkowskiego. *Wiś Jutra Warszawa*, 2005, 171-181.
5. Coles G., Jamieson P., Haslemore R.: Effects of moisture stress on malting quality in Triumph barley. *J. Cereal Sci.*, 1991, **14**: 161-177.
6. Conry M. J.: Comparison of early, normal and late sowing at three rates of nitrogen on the yield, grain nitrogen and screenings content of Blenheim spring malting barley in Ireland. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 1995, **125**: 183-188.
7. Dudas F.: Effect of cultivation on the quality of malting barley and malt. *Acta Univ. Agric. Facul. Agron.*, 1994, **42(1-2)**: 137-147.
8. Eagles H., Bedgood A., Martin P.: Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Aust. J. Agric. Res.*, 1995, **46**: 831-844.
9. Garstang J. R., Giltrap N. J.: The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. Appl. Biol.*, 1990, **25**: 315-327.
10. Jedel P. E., Helm J. H.: Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 1995, **75(2)**: 315-320.
11. Klockiewicz-Kamińska E.: Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 93-103.
12. Klockiewicz-Kamińska E.: Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. *Wiad. Odmianozn.*, 2005, **80**: ss. 17.
13. Kordalik-Bogacka E.: Białka decydujące o stabilności piany w piwie. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 2006, **3**: 18-21.
14. Kozirok W., Fornal Ł.: Jakość słodownicza odmiany a zmiany barwy przekroju podłużnego jęczmienia browarnego w czasie moczenia. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 101-111.
15. Kukuła S., Pecio A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1998, **113**: 53-60.
16. Kukuła S., Pecio A., Górski T.: Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 1999, **4**: 81-89.
17. Lauer J. G., Partridge J. R.: Planting date and nitrogen effect on spring malting barley. *Agron. J.*, 1990, **82(6)**: 1083-1088.
18. Lewis M. J., Young T. W.: *Piwowarstwo*. PWN Warszawa, 2001.
19. Noworolnik K.: Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia w zależności od gęstości siewu. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(98)**: 281-290.
20. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk.*, 2003, **8**: ss. 66.
21. Noworolnik K., Hołubowicz-Kliza G.: Uprawa jęczmienia jarego na cele browarne. *IUNG-PIB Puławy*, 2007, *Instr. upow.*, **133**, ss. 46.
22. Noworolnik K., Leszczyńska D., Najewski A.: Charakterystyka i technologia uprawy odmian jęczmienia jarego na cele pastewne i browarne. *IHAR Radzików*, 2007, ss. 46.
23. Noworolnik K., Ruszkowska B.: Wpływ różnych dawek azotu i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian jęczmienia jarego uprawianego po różnych przedplonach. *IUNG Puławy*, 1985, **R(197)**: 51-68.
24. Pecio A.: Produkcja oraz rynek jęczmienia w Polsce i krajach Unii Europejskiej. *Pam. Puł.*, 2003, **132**: 339-346.
25. Pecio A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 2002, **4(76)**: 4-112.

26. P e c i o A., B i c h o ń s k i A., P t a s z y ń s k a Z.: Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 2000, **3(67)**: 42-52.
27. P i a s e c k a - K w i a t k o w s k a D., J o a c h i m i a k A., C z a r n e c k i Z.: Porównanie słołów browarnych w oparciu o charakterystykę układu białkowego. *Pam. Puł.*, 2004, **135**: 221-228.
28. Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego. *Jęczmień – chemia i technologia*. PWRiL Warszawa, 1997, ss. 282.
29. P r o c h a z k a F., H u d c o v a M.: Effect of some tillage practices on the yield and quality of spring barley grain. *Rost. Vyroba*, 1989, **35(8)**: 795-806.
30. S a v i n R. S., N i c o l a s M. E.: Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.*, 1996, **23**: 201-210.
31. S z m i g i e l A., O l e k s y A.: Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 1998, **112**: 253-259.
32. W ę g r z y n S., B i c h o ń s k i A.: Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR*, 2001, **220**: 153-160.
33. W i n i a r s k i J.: Odziedziczalność wybranych cech wartości browarnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR*, 1998, **207**: 25-34.
34. Z h a o D. C., T a n g Z. K., Z h u F. T., S h i C.: Effect of multiple cultural factors on the yield and grain quality of malting barley. *Scienta Agric. Sinica*, 1988, **21(6)**: 67-73.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG - PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886 34 21 w. 208
e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl

