

**Kazimierz Noworolnik**

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH\*

**Słowa kluczowe:** jęczmień jary, plon ziarna, jakość browarna, czynniki agrotechniczne

### Wstęp

W związku ze znacznym zwiększeniem w ostatnich latach spożycia piwa w Polsce, wzrasta znaczenie uprawy jęczmienia na cele browarne. Surowcem dla słodowni jest głównie jęczmień jary, który przewyższa jakością browarną jęczmień ozimy. Konkurencja między słodowniami generuje duże wymagania jakościowe wobec ziarna przeznaczonego na cele piwowskie.

Uprawa jęczmienia browarnego wymaga większej konsekwencji przy stosowaniu optimum w zakresie różnych czynników agrotechnicznych niż w przypadku jęczmienia pastewnego (20, 21). Ponieważ efektywność ekonomiczna produkcji jęczmienia browarnego zależy zarówno od wartości browarnej, jak i plonu ziarna, to należy uwzględnić wpływ danego czynnika agrotechnicznego na obie wymienione cechy. Celem właściwej agrotechniki jest uzyskanie dobrej wartości browarnej, przy zadawalającej wielkości plonu ziarna jęczmienia. Niektóre czynniki agrotechniczne (jak zbyt wysokie nawożenie azotem, czy też niektóre herbicydy), wpływając dodatnio na plon, mogą ujemnie oddziaływać na jakość ziarna (15, 16). Inne czynniki (jak wczesny termin i właściwa gęstość siewu oraz fungicydy) wpływają na ogół dodatnio na plon i jakość ziarna. Znaczny postęp w hodowli odmian jęczmienia browarnego i wprowadzenie do doboru dużej liczby nowych odmian wymaga przeprowadzenia doświadczeń dla określenia wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna tych odmian (skład chemiczny ziarna, cechy słoju i brzezki).

W licznych wcześniejszych pracach naukowych określono wpływ poszczególnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna jęczmienia

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

jarego browarnego (7, 9, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 25, 27, 29). Celem niniejszego opracowania przeglądowego jest przedstawienie stwierdzeń zawartych w tych pracach, koncentrując się w szczególności na wynikach najnowszych badań IUNG-PIB uwzględniających niedawno wprowadzone do praktyki odmiany jęczmienia jarego browarnego i niebadane dotychczas środki ochrony roślin.

### Wymagania jakościowe

Wyróżnia się 5 podstawowych parametrów jakościowych słodu składających się na indeks jakości browarnej (1, 6, 10, 13, 16, 28):

1. Ekstraktywność (%) – jest najważniejszym wskaźnikiem jakości słodu oznaczającym wielkość uzysku ekstraktu. Jest to ilość substancji rozpuszczalnych przechodzących ze słodu do brzezki. Poziom ekstraktu zależy od składu chemicznego ziarna i aktywności enzymów hydrolizujących związki zawarte w słodzie. Ekstraktywność jest cechą odmianową, choć w mniejszym stopniu zależną także od czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Im wyższa jest ekstraktywność, tym lepsza wydajność warzelnia 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. Wartość tej cechy zależy od zawartości białka ogólnego w ziarnie, na którą wpływa wiele czynników siedliskowych i agrotechnicznych.
3. Stopień ostatecznego odfermentowania (%) – zdolność brzezki do fermentacji pod wpływem drożdży piwnych. Zależy ona głównie od właściwości odmianowych.
4. Lepkość brzezki (mPa.s) – główny miernik rozluźnienia skrobiowego wskaźującego na zakres procesów enzymatycznych w czasie słodowania. Zależy od właściwości odmianowych.
5. Siła diastatyczna (WK) – 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, tj.:

6. Zawartość białka w ziarnie (%) – powinna mieścić się w przedziale od 9,5 do 11,5% s.m. Wpływa ona na niektóre z podstawowych parametrów jakości browarnej. Zależy od wielu czynników: właściwości odmian, warunków glebowych i klimatycznych, nawożenia azotem i terminu siewu.
7. Energia kiełkowania (%) – określa stan fizjologiczny ziarna i jest miarą jego żywotności. Pożądana jest wysoka jej wartość, co najmniej 85%. Sprzyja temu dobre wyrównanie 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.

8. Kruchłość słodu (%) – jest miarą rozluźnienia cytologicznego w procesie słodowania. Kruchy i dobrze rozluźniony sód sprzyja uzyskaniu dużej wydajności ekstraktu w procesie zacierania słodu. Cecha ta zależy od odmiany.
9. 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. 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 namaczaniu, równo kiełkuje i jednakowo przechodzi proces kiełkowania (10, 28). Obecność ziaren uszkodzonych przy omłocie lub przez szkodniki znacznie obniża jakość takiej partii. Wzrasta wtedy ryzyko zakażenia ziarna przez szkodliwą mikroflorę. Uszkodzone ziarna szybciej chłoną wodę i kiełkują, przyczyniając się do wytworzenia niejednorodnego słodu. Wysoka masa 1000 ziaren jęczmienia browarnego nie jest pożądana; lepsza jest średnia jej wartość. Na jakość browarną dodatnio wpływa niska zawartość łuski w ziarnie.

### Warunki siedliskowe i uprawowe

Jakość ziarna browarnego zależy w dużym stopniu od warunków klimatyczno-glebowych. 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 niżki 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, 16, 25). 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 browarny należy uprawiać na glebach żyznych i związłych, należących do kompleksu pszenno-bardzo dobrego i kompleksu pszenno-dobrego lub na glebach średnich (kompleks żytni bardzo dobry, pszenno-wadliwy) pod warunkiem dobrego przedplonu. Jest to uwarunkowane słabym systemem korzeniowym i krótkim okresem wegetacyjnym jęczmienia. W dobrych warunkach glebowych uzyskuje się wysokie plony ziarna przy umiarkowanej zawartości białka w ziarnie i właściwych wartościach głównych parametrów jakości słodu (2, 16). 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 zbyt wysoką zawartość białka w ziarnie.

Najlepszymi przedplonami pod jęczmień jary browarny są rośliny okopowe: buraki, ziemniaki i warzywa nawożone niezbyt dużymi dawkami azotu, ponadto oleiste, które w praktyce przeznaczają się przeważnie pod pszenicę. W ostateczności jęczmień można uprawiać po pszenicy wysiewanej w dobrym stanowisku. Po takich przedplonach daje on wyższe plony ziarna, o lepszej jakości browarnej (2, 12, 23). 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 (4, 8, 23). Nieodzowna jest orka zimowa, natomiast wiosną bronowanie, a następnie agregat uprawowy lub kultywator.

### **Dobór odmian**

Bardzo ważny jest wybór właściwej odmiany browarnej do uprawy w danym rejonie. Najważniejszym kryterium doboru odmiany jest syntetyczna ocena jej wartości browarnej, następnie wielkość plonu ziarna oraz odporność na choroby i wyleganie. Cechy te określono przez COBORU (3). Bardzo dobrą jakością browarną charakteryzują się odmiany: Despina, Bordo, Żeglarz, KWS Aliciana, Signora, Sebastian, KWS Orphelia, Henrike, Marthe i Conchita. Wysokim plonem wyróżniają się odmiany: KWS Orphelia, Nokia, Olympic, Afrodite, KWS Aliciana, Conchita, Victoriana, Signora, Sebastian, Goodluck i Kormoran. Lepszą odporność na choroby wykazują odmiany: Żeglarz, Marthe, Conchita, Afrodite, Kormoran, Goodluck, Olympic i Despina. Przy uprawie na żyzniejszych glebach ważna jest duża odporność roślin na wyleganie, jaką wykazują odmiany: Victoriana, Olympic, Żeglarz, Nokia, Bordo, Sebastian, Signora, Conchita i Poldek. Lepszym wyrównaniem ziarna odznaczają się odmiany: KWS Aliciana, Goodluck, Conchita, Signora, Despina, Victoriana, Bordo i Olympic.

Biorąc pod uwagę powyższe cechy charakterystyczne odmian jęczmienia, zwłaszcza wartość browarną i plon ziarna, za najbardziej przydatne do uprawy na cele browarne można uznać następujące odmiany: KWS Orphelia, KWS Aliciana, Żeglarz, Conchita, Despina, Bordo, Signora, Olympic, Nokia i Sebastian.

### **Nawożenie mineralne**

Dobrą jakość browarną ziarna można uzyskać przy odpowiednim zaopatrzeniu roślin w składniki pokarmowe. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w fosfor przeciwdziała ich wyleganiu i dodatnio wpływa na jakość browarną ziarna, zwłaszcza na ekstraktywność słodu. Potas natomiast dobrze wpływa na celność ziarna, licz-

bę Kolbacha i ekstraktywność słoðu (2, 4, 25). Wielkość dawek fosforu, potasu i magnezu zależy od zawartości przyswajalnych form tych pierwiastków w glebie oraz przewidywanego poziomu plonu jęczmienia i związanego z tym ich pobrania z gleby (tab. 1). Na przewidywany poziom plonu wskazują warunki glebowo-agrotechniczne danego pola i wielkość plonów roślin wcześniej uprawianych (16, 23). W przypadku niskiej zasobności w magnez zaleca się nawożenie w ilości 20–45 kg MgO·ha<sup>-1</sup>. Górne granice przedziałów należy uwzględnić przy niskiej zawartości tych pierwiastków w glebie i przy oczekiwanym wysokim plonie jęczmienia, a dolne – przy wysokiej zasobności gleby. Zaleca się jesienne stosowanie tego nawożenia, przed orką zimową. Na glebach lżejszych, co najmniej średnio zasobnych w PKMg, można nawozić wiosną, przed kultywatorowaniem.

Tabela 1

Składnik	Zawartość fosforu i potasu w glebie			
	b. niska	niska	średnia	wysoka
Fosfor	60–80	45–59	30–44	20–29
Potas	75–90	55–74	40–54	25–39

Zalecane dawki P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O (kg·ha<sup>-1</sup>)

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

Jednym z głównych czynników agrotechnicznych determinujących poziom plonu ziarna i zawartości białka w ziarnie jęczmienia jest nawożenie azotem. Stwierdzono istotny dodatni wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego (8, 9, 15, 20, 25). Wzrost plonu ziarna był efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni w miarę podwyższania dawki N. Obserwowano tendencję do niższej liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren badanych odmian pod wpływem dużej dawki N. Zbadano także wpływ dawki N na główne cechy ziarna decydujące o parametrach jakości słoðu. W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem (od 1 do 3 g na wazon) uzyskano duży wzrost zawartości białka i beta-glukanów w ziarnie badanych odmian browarnych (tab. 2). Mniejszy wzrost zawartości białka w ziarnie wykazały odmiany: Conchita i Mauritia, a słabszymi zmianami zawartości beta-glukanów charakteryzowała się odmiana Sebastian. Celność ziarna oraz masa 1000 ziaren badanych odmian zmniejszyły się przy dużej dawce azotu. To świadczy o ujemnym wpływie zwiększania dawki N na cechy jakości słoðu. Potwierdzono to w innych badaniach (9, 11, 13, 22, 25).

Na podstawie badań (2, 4, 9, 22, 23, 25) ustalono, że dawka azotu pod jęczmień browarny nie może być tak duża jak na cele pastewne, aby nie dopuścić do zbyt wysokiej zawartości białka i beta-glukanów, ujemnie wpływających na jakość browarną. Większej zasobności w azot można spodziewać się na glebach związłych (kompleks pszeny bardzo dobry lub dobry), w stanowisku po okopowych (zwłaszcza po

burakach). W takich warunkach optymalną dawką jest 25–30 kg N·ha<sup>-1</sup>. W stanowisku po pszenicy można zalecać 35 kg N·ha<sup>-1</sup> na kompleksach pszennych i 45 kg N·ha<sup>-1</sup> na kompleksie żytnim bardzo dobrym. W przypadku wysokiego plonowania pszenicy (powyżej 6 t·ha<sup>-1</sup>) dawki te należy zwiększyć o 10–15% (22, 23).

Tabela 2

Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy jakościowe odmian jęczmienia jarego (2009–2010)

Odmiana	Dawka N na wazon (g)	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna >2,5 mm (%)	Masa 1000 ziaren (g)
Sebastian	1	10,7	3,70	90	47,8
	2	12,4	3,87	89	46,7
	3	13,5	3,86	85	45,1
	średnio	12,2	3,81	88	46,5
Mauritia	1	9,8	3,73	89	50,3
	2	11,3	3,90	86	48,2
	3	12,4	4,25	83	45,0
	średnio	11,2	3,96	86	47,8
Conchita	1	11,5	3,48	88	48,1
	2	12,1	3,93	84	46,7
	3	13,8	4,23	83	44,2
	średnio	12,5	3,71	85	46,3
Kormoran	1	10,6	3,72	89	53,1
	2	11,8	4,30	84	50,5
	3	12,7	4,49	82	48,2
	średnio	11,7	4,17	85	50,6
Średnio	1	10,7	3,70	89	49,8
	2	11,9	4,40	85	48,0
	3	13,0	4,52	83	45,6
NIR <sub>0,05</sub> dla dawek N		0,69	0,32	5,7	2,9
NIR <sub>0,05</sub> dla odmian		0,73	0,31	r.n.	3,4
NIR <sub>0,05</sub> dla interakcji		r.n.	r.n.	r.n.	3,8

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

### Termin i gęstość siewu jęczmienia jarego

**Termin siewu** jest jednym z głównych czynników agrotechnicznych. Uzyskanie wysokiego plonu i dobrej jakości browarnej ziarna jęczmienia jarego jest możliwe

przy wysiewie w optymalnym terminie (9, 11, 15, 20). Brakuje informacji o różnej reakcji najnowszych odmian jęczmienia jarego na opóźnienie terminu siewu wyrażonej cechami morfologicznymi roślin, plonem ziarna i cechami jakości ziarna. Częste przedłużanie się okresu trwania warunków zimowych wymusza stosowanie opóźnionych terminów siewu zbóż jarych. Należy porównać zbiórki plonów nowych odmian jęczmienia przy opóźnieniu terminu siewu w powiązaniu z cechami morfologicznymi roślin silnie wpływającymi na plon ziarna.

W najnowszych (niepublikowanych) doświadczeniach mikroplotkowych stwierdzono, że jęczmień jary plonował znacznie wyżej w warunkach wczesnego terminu siewu w porównaniu z późnym terminem siewu (tab. 3). Było to efektem lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin wysianych wcześniej i tym samym większej liczby kłosów na jednostce powierzchni, pomimo tendencji do większej liczby ziaren w kłosie w przypadku późnego terminu siewu. Nie stwierdzono wpływu opóźnionego terminu siewu na masę 1000 ziaren. Wypadanie roślin jęczmienia jarego w okresie wegetacji przy wczesnym terminie siewu wynosiło 5–6%, a przy późnym terminie siewu 8–11%. Poszczególne odmiany reagowały niejednakową zniżką plonu ziarna na opóźnienie terminu siewu. Znaczny spadek plonu ziarna wykazały odmiany Conchita i Mauritia. Słabszą ujemną reakcją pod względem plonu ziarna na opóźnienie terminu siewu stwierdzono u odmian Xanadu i Kormoran. Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego roślin zmniejszał się w warunkach opóźnienia terminu siewu, w największym stopniu u odmiany Conchita.

Tabela 3

Wpływ terminu siewu na cechy struktury plonu odmian jęczmienia jarego  
(badanych w latach 2010–2011)

Odmiany	Termin siewu	Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego	Liczba ziaren w kłosie (szt.)	Masa 1000 ziaren (g)	Plon ziarna z 1 m <sup>2</sup> (g)
Conchita	7–12 IV	3,46	17,9 a*	47,9 a	914 a
	17–22 IV	2,98	18,2 a	48,2 a	706 b
Kormoran	7–12 IV	3,71	18,1 a	48,3 a	866 a
	17–22 IV	3,50	17,0 a	49,4 a	798 b
Xanadu	7–12 IV	3,82	18,4 a	44,5 a	887 a
	17–22 IV	3,53	17,9 a	46,4 a	825 b
Mauritia	7–12 IV	3,67	17,2 a	45,4 a	848 a
	17–22 IV	3,28	17,6 a	47,1 a	759 b

\* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne

Niejednakowa reakcja badanych odmian na termin siewu wyrażona plonem ziarna wiąże się ze zróżnicowaniem głównych cech, decydujących o wielkości plonu ziarna, pomiędzy odmianami (15, 21, 23). Wyżej plonujące odmiany przeważnie wytwarzały

większą od innych odmian liczbę kłosów na jednostce powierzchni i wykazywały większą tolerancyjność na opóźnienie terminu siewu. Spośród cech struktury plonu ziarna najśliszej dodatnio skorelowana z plonem jest bowiem liczba kłosów na jednostce powierzchni.

Zawartość białka i celność ziarna zmieniały się pod wpływem terminu siewu w (tab. 4). Stwierdzono zwiększenie zawartości białka w ziarnie badanych odmian przy opóźnieniu siewu. Celność ziarna badanych odmian wzrastała przy opóźnieniu siewu. Większą zwyczaję celności ziarna przy opóźnieniu siewu stwierdzono u odmiany Kormoran.

Tabela 4

Wpływ terminu siewu na cechy jakości ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Termin siewu	Zawartość białka (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)
Conchita	7–12 IV	9,9 b*	78 a
	17–22 IV	10,4 a	81 a
Kormoran	7–12 IV	10,0 b	80 b
	17–22 IV	10,5 a	85 a
Xanadu	7–12 IV	11,2 a	78 b
	17–22 IV	11,3 a	82 a
Mauritia	7–12 IV	11,0 b	81 a
	17–22 IV	11,8 a	84 a

\* a, b – grupy jednorodnie na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne

Optymalny termin siewu jęczmienia jarego zależy głównie od długości trwania zimy i waha się w granicach od 20 marca do 10 kwietnia. W przypadku opóźnienia terminu siewu skraca się okres wegetacyjny jęczmienia; oddziaływanie na rośliny wydłużonego dnia i wyższej temperatury przyspiesza rozwój i dojrzewanie roślin, co przyczynia się do niżki plonu ziarna, głównie z powodu zmniejszenia rozkrzewienia produkcyjnego i liczby kłosów w łanie. Wielkość tej niżki plonu zależy od wielu czynników siedliskowo-agrotechnicznych wpływających na stopień rozkrzewienia roślin decydujący o różnej tolerancji na opóźnienie siewu w zależności od warunków ich uprawy. Im większa niżka plonu, tym większy wzrost zawartości białka w ziarnie, co obniża jakość słodowniczą ziarna. Dlatego jęczmień browarny powinien być wysiewany jak najwcześniej, przed innymi gatunkami zbóż uprawianymi na cele pastewne i konsumpcyjne, dla których wzrost zawartości białka w ziarnie nie jest niekorzystny.

Zróżnicowanie cech pokrojowych odmian (w szczególności dotyczy to niejednorodnej zdolności do krzewienia się roślin) powoduje różną ich tolerancję na opóźnienie siewu. Niektóre odmiany – Xanadu, Kormoran, Sebastian, Granal, Żeglarz i Basza,



charakteryzują się mniejszymi zniżkami plonu przy wysiewie w terminie opóźnionym i można zalecać ich uprawę w sezonach z często występującym przedłużeniem zimy. Jest to spowodowane zachowaniem lepszej zdolności do rozkrzewienia produkcyjnego roślin w warunkach skróconego okresu ich krzewienia.

Ujemny wpływ opóźnienia siewu na plonowanie jęczmienia, spowodowany słabszym krzewieniem się roślin pod wpływem opóźnienia siewu i gorszym zwarciem łanu, można łagodzić zwiększeniem ilości wysiewu.

Przy wczesnym terminie siewu zboża jare spotykają się z silniejszą konkurencją chwastów, niż ze stwierdzoną przy późnym wysiewie. Spowodowane jest to niższą temperaturą występującą na przełomie marca i kwietnia, która nie sprzyja szybkim wschodom zbóż, zwłaszcza ciepłolubnego jęczmienia. W takich warunkach chwasty mogą wschodzić szybciej od jęczmienia, co wymusza stosowanie pielęgnacji mechanicznej (brona lekka) tuż przed jego wschodami, a następnie na początku krzewienia i w dalszej kolejności – stosowanie oprysku herbicydem.

Stwierdzono, że spośród czynników agrotechnicznych gęstość siewu najsilniej współdziała z innymi czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi w aspekcie wpływu na plony jęczmienia (15, 22). Wiąże się to z zależnością optymalnej liczby kłosów w łanie od różnych czynników siedliskowo-agrotechnicznych. Liczba kłosów jest bowiem tym elementem struktury plonu ziarna, który jest najsilniej dodatnio powiązany z wielkością plonu. Jednak przy nadmiernym zagęszczeniu pędów produkcyjnych zbóż występują zjawiska ujemne, jak wyleganie roślin, porażenie ich przez choroby, zmniejszenie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Możemy na to wpływać poprzez zastosowanie właściwej ilości wysiewu ziaren, przy uwzględnieniu zdolności odmian jęczmienia do rozkrzewienia produkcyjnego (5, 15, 17, 21, 27).

W badaniach własnych stwierdzono istotny wpływ gęstości siewu na plon ziarna i główne elementy jego struktury kilku odmian jęczmienia jarego (tab. 5). Wzrost plonu ziarna przy dużej gęstości siewu był efektem zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni wszystkich odmian (w największym stopniu u odmiany *Mauritia*). Masa ziarna z kłosa (średnio dla odmian) była istotnie wyższa przy małej gęstości siewu.

Stwierdzono niejednakowe zmiany zawartości białka w ziarnie poszczególnych odmian pod wpływem gęstości siewu (tab. 6). Nieistotne zróżnicowanie zawartości białka wystąpiło w ziarnie odmian *Toucan* i *Mauritia*, natomiast wzrost wartości tej cechy przy dużej gęstości siewu uzyskano u odmian *Conchita* i *Kormoran*. Dodatni wpływ dużej gęstości siewu na celność ziarna stwierdzono u odmian *Toucan* i *Mauritia* oraz średnio z odmian. Ujemny wpływ dużej gęstości siewu na masę 1000 ziaren stwierdzono u odmian *Conchita* i *Kormoran*.

Tabela 5

Wpływ gęstości siewu na plonowanie i elementy struktury plonu odmian jęczmienia jarego (2009–2011)

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren·m <sup>-2</sup> )	Plon ziarna z 1 m <sup>2</sup> (g)	Liczba kłosów z 1 m <sup>2</sup>	Masa ziarna z kłosa (g)	Liczba ziaren w kłosie (szt.)
Toucan	250	622	792	0,79	19,8
	350	710	975	0,73	18,7
	450	771	1107	0,70	18,1
	średnio	701	958	0,74	18,9
Mauritia	250	632	698	0,90	19,3
	350	770	963	0,80	17,4
	450	863	1125	0,76	17,6
	średnio	755	929	0,82	18,1
Conchita	250	695	820	0,85	19,0
	350	880	1042	0,84	20,5
	450	972	1170	0,83	20,8
	średnio	850	1011	0,84	20,1
Kormoran	250	683	687	0,99	22,0
	350	847	939	0,94	21,6
	450	970	1004	0,96	23,1
	średnio	833	876	0,96	22,2
Średnio	250	657	749	0,88	20,1
	350	798	980	0,83	19,6
	450	898	1102	0,81	19,9
NIR <sub>0,05</sub> dla gęstości siewu		62	76	0,05	r.n.
NIR <sub>0,05</sub> dla odmian		58	72	0,07	1,4
NIR <sub>0,05</sub> dla interakcji		71	r.n.	0,08	1,7

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6

Wpływ gęstości siewu na cechy jakościowe ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren·m <sup>2</sup> )	Zawartość białka (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)	MTZ (g)
Toucan	250	10,8	4,02	77	39,7
	350	11,0	4,07	84	39,0
	450	11,0	4,06	87	38,4
	średnio	10,9	4,04	83	39,0
Mauritia	250	10,8	3,84	81	46,7
	350	10,7	3,73	85	46,2
	450	11,1	3,93	90	43,5
	średnio	10,9	3,88	85	45,5

cd. tab. 6

Odmiana	Gęstość siewu (liczba ziaren · m <sup>2</sup> )	Zawartość białka (% s.m.)	Zawartość beta-glukanów w ziarnie (% s.m.)	Celność ziarna → 2,5mm (%)	MTZ (g)
Conchita	250	11,5	4,03	80	44,6
	350	12,2	3,95	83	41,2
	450	12,6	3,97	86	39,8
	średnio	12,1	3,98	83	41,9
Kormoran	250	11,0	3,85	78	45,1
	350	11,3	3,77	81	43,5
	450	11,8	3,80	82	41,7
	średnio	11,4	3,81	80	43,4
Średnio	250	11,0	3,93	79	44,0
	350	11,3	3,88	83	42,4
	450	11,6	3,94	86	40,8

Źródło: opracowanie własne

Na glebach żyznych występuje silniejsze krzewienie roślin i bujniejszy ich wzrost niż w słabszych warunkach glebowych. W efekcie dobrego zaopatrzenia w składniki pokarmowe i wodę wzrasta możliwość wylegania (szczególnie wrażliwego na to zjawisko jęczmienia) w przypadku zbyt dużej obsady roślin. Nadmierne zagęszczenie ładu i słabe jego przewietrzenie sprzyjają nasileniu się porażenia zbóż przez choroby, które wraz z wyleganiem przyczyniają się do znacznych strat plonu ziarna. Uzasadnia to potrzebę rzadszego siewu jęczmienia na lepszych glebach (15, 16).

Odmiany różnią się wymaganiami co do normy wysiewu, z powodu niejednakowej tolerancji na wzajemne zacienianie się roślin, zdolności do krzewienia się i różnej odporności na wyleganie roślin. Gęściej należy wysiewać odmiany słabiej krzewiące się, o mniejszych wymaganiach świetlnych i odporniejsze na wyleganie i choroby (tab. 7) (15, 16, 17, 21).

Jęczmień jary powinien być wysiewany na głębokość około 3 cm, w rozstawie rzędów 10–15 cm.

Tabela 7

Normy wysiewu ziarna jęczmienia jarego browarnego (kg · ha<sup>-1</sup>)

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Afrodite, Aliciana, Basza, Blask, Binal, Kormoran, Nuevo Ser, KWS Orphelia, Serwal, Toucan, Żeglarz	27 III–3 IV	125–130*	130–136*	140–147*
	4 IV–10 IV	128–134	133–139	144–152

cd. tab. 7

Odmiana	Termin siewu	Kompleks glebowo-rolniczy		
		pszenny bardzo dobry	pszenny dobry	żytni bardzo dobry
Class, Conchita, Despina, Goodluck, Henrike, Mauritia, Nadek, Poldek, Ryton, Sebastian, Victoriana, Xanadu	27 III–3 IV	130–135	136–142	147–154
	4 IV–10 IV	134–140	140–146	152–160
Beatrix, Bordo, Granal, Gwarek, Jersey, Marthe, Olympic, Prestige, Signora, Stratus	27 III–3 IV	136–142	142–148	154–161
	4 IV–10 IV	141–147	147–154	160–167

Normy wysiewu obliczono przy uwzględnieniu masy 1000 ziaren – 45 g; w przypadku nasion o wyższej masie 1000 ziaren należy zwiększyć normę wysiewu o tyle, o ile jest wyższa MTZ

\* górne granice przedziałów ilości wysiewu stosować w przypadku zmniejszonej zdolności kiełkowania ziaren i w warunkach gorszej kultury gleby. Dolne granice przedziałów stosować w warunkach dobrej kultury gleby i starannej uprawy roli.

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

Tabela 8

Zakres zwiększania (+ %) lub zmniejszania (– %) normy wysiewu jęczmienia jarego w zależności od różnych warunków siedliskowych i czynników agrotechnicznych

Warunki siedliskowe i agrotechniczne	Mniejsze ujemne oddziaływanie czynnika	Większe ujemne oddziaływanie czynnika
Kwaśny odczyn gleby	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Opóźniony termin siewu	+ (2–4%)	+ (5–8%)
Mało staranna uprawa roli	+ (3–5%)	+ (6–7%)
Duże zachwaszczenie pola	+ (2–3%)	+ (4–5%)
Duże nasilenie chorób w rejonie	– (2–3%)	– (4–6%)
Rejon o klimacie sprzyjającym wyleganiu roślin	– (1–3%)	– (4–6%)

Źródło: Noworolnik, 2010 (23)

### Wpływ wybranych herbicydów na plonowanie i jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego

Jęczmień jary jest gatunkiem o małej konkurencyjności wobec chwastów, ze względu na krótkie pędy. Ważnym czynnikiem agrotechnicznym jest więc chemiczna ochrona roślin. Ograniczenie zachwaszczenia ładu jęczmienia wskutek stosowania herbicydów wpływa dodatnio na jego plon, dzięki zmniejszeniu konkurencji o wodę i składniki pokarmowe. Różne herbicydy mogą niejednakowo wpływać na wartość browarną ziarna i słodu (23, 25, 29). Niektóre herbicydy (Logran Extra 62WG, Segal 65WG) w doświadczeniach polowych (29) wpływały ujemnie na niektóre cechy słodu, ale większość z nich oddziaływało neutralnie.

Celem nowych badań (2008–2009) było określenie wpływu herbicydów: Aminopielik D 450 SL (2,4-D, dikamba), Chwastox Turbo 340 SL (MCPA, dikamba) i Granstar 75 WG (tribenuron metylowy) + Trend 90 EC (adiuwant) na zachwaszczenie, plonowanie, cechy struktury plonu i jakości ziarna trzech browarnych odmian jęczmienia jarego (19). Stwierdzono dodatni wpływ stosowanych herbicydów na plon ziarna wszystkich badanych odmian jęczmienia jarego wskutek ograniczenia zachwaszczenia (tab. 9), a także dodatni wpływ herbicydów na liczbę kłosów jęczmienia na jednostce powierzchni, w związku ze zmniejszeniem wypadania roślin w okresie wegetacji i zwiększeniem stopnia ich rozkrzewienia produkcyjnego. Herbicydy wpłynęły także dodatnio na liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren badanych odmian jęczmienia jarego. Zawartość białka ogólnego w ziarnie była mało zróżnicowana, a jedynie w przypadku herbicydu Granstar 75 WG i odmiany Basza była istotnie wyższa w stosunku do obiektu kontrolnego. Wzrost celności ziarna odmian jęczmienia jarego pod wpływem stosowanych herbicydów miał charakter tendencji. Zwiększenie zawartości białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego z reguły pogarsza jego wartość browarną, natomiast wzrost celności ziarna wpływa dodatnio na cechy słodu (25, 29).

Tabela 9

Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Herbicyd	Plon ziarna (t·ha <sup>-1</sup> )	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> (szt.)	Zawartość białka (% s.m.)	Celność ziarna (%)
Basza	Aminopielik D 450	7,24	778	12,0	87
	Chwastox Turbo 340	7,25	767	11,9	88
	Granstar 75 WG	7,18	772	12,2	86
	Obiekt kontrolny	6,78	741	11,5	84
Blask	Aminopielik D 450	7,15	776	12,6	85
	Chwastox Turbo 340	7,30	773	12,3	84
	Granstar 75 WG	7,09	769	12,6	85
	Obiekt kontrolny	6,65	735	12,1	82
Granal	Aminopielik D 450	6,70	750	13,0	91
	Chwastox Turbo 340	6,68	742	13,2	90
	Granstar 75 WG	6,64	746	13,3	88
	Obiekt kontrolny	5,97	715	12,9	86
NIR (0,05)		0,36	28	0,47	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Noworolnik, 2010 (19)

Stwierdzono istotną zmienność ekstraktywności słodu (najważniejszego parametru jakości browarnej ziarna) pod wpływem herbicydów. Obserwowano wyższą wartość tej cechy w przypadku niestosowania herbicydów. Spośród odmian wyższą ekstraktywnością charakteryzowały się Basza i Blask (tab. 10). Badane herbicydy wpływały istotnie na liczbę Kolbacha uwzględnionych odmian, z wyjątkiem odmiany Granal.

Zwiększenie wartości tej cechy stwierdzono na obiekcie kontrolnym u odmiany Basza. Siła diastatyczna wszystkich odmian była istotnie wyższa na obiektach herbicydowych u odmiany Basza. Nie stwierdzono istotnego wpływu herbicydów na wskaźnik Q, a ponadto na lepkość brzezki, stopień ostatecznego odfermentowania brzezki i energię kiełkowania po 72 h. Retardanty mogą ujemnie wpływać na niektóre cechy jakości słodu (2, 11), więc nie zaleca się ich stosowania w uprawie jęczmienia browarnego, zwłaszcza że sprzyjają temu niskie dawki azotu praktykowane w jego uprawie.

Tabela 10

Wpływ herbicydów na podstawowe cechy jakości słodu odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Herbicyd	Ekstraktywność słodu (%)	Liczba Kolbacha (%)	Siła diastatyczna (j.W-K)	Wskaźnik Q
Basza	Aminopielik D 450	83,8 ab*	46,1 ab	343 b	6,25 a
	Chwastox Turbo 340	84,0 ab	46,5 ab	340 b	6,15 a
	Granstar 75 WG	83,4 a	45,4 a	348 b	6,16 a
	Kontrola	84,9 b	47,6 b	302 a	6,27 a
Blask	Aminopielik D 450	83,0 a	42,5 a	277 a	6,15 a
	Chwastox Turbo 340	83,3 ab	43,0 ab	301 b	6,08 a
	Granstar 75 WG	83,1 a	43,7 ab	287 ab	6,06 a
	Kontrola	84,2 b	44,5 b	302 b	6,13 a
Granal	Aminopielik D 450	80,7 a	42,0 a	353 a	6,20 a
	Chwastox Turbo 340	81,0 a	42,7 a	342 a	6,12 a
	Granstar 75 WG	81,3 ab	42,3 a	343 a	6,15 a
	Kontrola	82,5 b	43,2 a	357 a	6,20 a

\* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne (19)

### Wpływ fungicydów na plonowanie i jakość browarną ziarna jęczmienia jarego

Jęczmień jary jest gatunkiem często porażanym przez różne patogeny, które stwarzają zagrożenie dla jego plonowania (7, 14, 24). Różne fungicydy mogą niejednokrotnie wpływać na niektóre cechy struktury plonu i jakości ziarna browarnych odmian jęczmienia. Celem najnowszych badań w tym zakresie było określenie wpływu wybranych fungicydów: Amistar 250 SC i Prosaro 250 EC (w latach 2008–2009) oraz Alert 375 SC, Artea 330 EC i Capalo 337 SE (w latach 2010–2011) na plonowanie, cechy struktury plonu i cechy jakości ziarna kilku browarnych odmian jęczmienia jarego (18, 24).

Stwierdzono dodatni wpływ fungicydów na ograniczenie chorób w łanie i plonowanie jęczmienia (26, 27). W nowszych badaniach (24) fungicydy (zwłaszcza Prosaro 250 EC) wpłynęły dodatkowo na liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren i plon badanych odmian jęczmienia. Niższą liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren jęczmienia jarego na obiekcie kontrolnym można tłumaczyć zmniejszeniem powierzchni asymilacyjnej

roślin wskutek większego nasilenia chorób. Zawartość białka ogólnego w ziarnie była mało zróżnicowana. Badane fungicydy wpływały na niektóre cechy jakości browarnej ziarna jęczmienia. Większe zróżnicowanie wyników w obrębie fungicydów i odmian dotyczyło 4 parametrów jakości browarnej ziarna: ekstraktywności słołu, Liczby Kolbacha, siły diastatycznej i zawartości białka rozpuszczalnego w brzezce (tab. 11, dane niepublikowane). Zróżnicowanie pozostałych cech było niewielkie. Nie stwierdzono istotnej zmienności ekstraktywności słołu (najważniejszego parametru jakości browarnej ziarna) pod wpływem fungicydów. Obserwowano jedynie tendencję do wyższej wartości tej cechy w przypadku stosowania fungicydu Amistar 250 SC u odmiany Blask. Zwiększenie liczby Kolbacha pod wpływem fungicydu Amistar 250 SC stwierdzono u odmian Blask i Granal, a pod wpływem fungicydu Prosaro 250 EC u odmiany Basza. Siła diastatyczna wszystkich odmian była istotnie wyższa na obiekcie z Prosaro 250 EC w porównaniu z obiektem kontrolnym. Istotnie niższą zawartość białka rozpuszczalnego w brzezce stwierdzono na obiekcie kontrolnym, a jedynie w przypadku odmiany Blask zróżnicowanie to było niewielkie. Reasumując, stosowane fungicydy Amistar 250 SC i Prosaro 250 EC nie wpłynęły negatywnie na ogólną jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego (Basza, Blask, Granal i Nadek).

Tabela 11

Wpływ fungicydów na podstawowe cechy jakości słołu 4 odmian jęczmienia jarego

Odmiana	Fungicyd	Ekstraktywność słołu (%)	Liczba Kolbacha (%)	Siła diastatyczna (j. W-K)	Zawartość białka rozpuszczalnego (% s.m.)
Basza	Amistar 250 SC	84,0 a*	47,9 ab	342 ab	5,42 a
	Prosaro 250 EC	84,1 a	48,5 a	354 a	5,38 a
	Kontrola	83,2 a	45,8 b	326 b	5,06 b
Blask	Amistar 250 SC	83,4 a	48,1 a	240 ab	5,13 a
	Prosaro 250 EC	82,5 a	45,9 ab	264 a	5,15 a
	Kontrola	82,3 a	45,2 b	231 b	4,92 a
Granal	Amistar 250 SC	81,2 a	47,8 a	328 ab	5,44 a
	Prosaro 250 EC	81,5 a	47,2 ab	350 a	5,52 a
	Kontrola	80,7 a	45,9 b	316 b	5,14 b
Nadek	Amistar 250 SC	80,8 a	44,6 a	231 b	5,08 a
	Prosaro 250 EC	80,3 a	44,1 a	260 a	4,95 ab
	Kontrola	80,0 a	43,9 a	225 b	4,76 b

\* a, b – grupy jednorodne na podstawie testu Duncana

Źródło: opracowanie własne

Badane fungicydy w drugim doświadczeniu (2010–2011) wpłynęły dodatnio na plon ziarna, liczbę ziaren w kłosie, a zwłaszcza na masę 1000 ziaren wszystkich odmian jęczmienia jarego (18). Podobne wyniki uzyskano w doświadczeniach P e c i o

(25), w których wyższa plonu jęczmienia jarego pod wpływem stosowania fungicydów była efektem zwiększenia liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren, dzięki znacznemu ograniczeniu porażenia chorobami. Wyższą zawartością białka ogólnego w ziarnie cechowała się odmiana Conchita (tab. 12). Istotny wzrost zawartości białka przy stosowaniu fungicydów Alert 375 SC i Artea 330 EC w porównaniu z obiektem kontrolnym stwierdzono w ziarnie odmiany Sebastian, a tendencję do takiego wzrostu obserwowano u odmiany Conchita. Wzrost zawartości białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego pod wpływem fungicydów stwierdzili K r a s k a i P a ł y s (8).

Celność ziarna zależała od fungicydów, jak również od odmian (tab. 13). Większą wartością tej cechy charakteryzowała się odmiana Conchita w porównaniu z odmianą Sebastian. Istotny wzrost celności ziarna pod wpływem fungicydów Alert 375 SC i Capalo 337,5 SE uzyskano u odmiany Sebastian. Odmiana Mauritia wykazała wyższą celność ziarna na obiekcie z fungicydem Capalo 337,5 SE w porównaniu z obiektem kontrolnym. Nieistotny wpływ fungicydów na zawartość białka w ziarnie i celność ziarna jęczmienia jarego stwierdzono w badaniach N a r k i e w i c z - J o d k o i i n. (14).

Tabela 12

Wpływ fungicydów na zawartość białka w ziarnie (% s.m.) czterech odmian jęczmienia jarego

Fungicyd	Conchita	Mauritia	Sebastian	Średnio
Alert 375 SC	11,4	10,7	11,1	11,1
Artea 330 EC	11,5	10,4	11,1	11,0
Capalo 337,5 SE	11,3	10,3	10,6	10,7
kontrola	11,0	10,6	10,4	11,1
Średnio	11,3	10,5	10,8	-
NIR (0,05) dla: fungicydów – r.n., odmian – 0,5; interakcji – 0,6				

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne (18)

Tabela 13

Wpływ fungicydów na celność ziarna (%) czterech odmian jęczmienia jarego

Fungicyd	Conchita	Mauritia	Sebastian	Średnio
Alert 375 SC	91	89	86	89
Artea 330 EC	91	88	85	88
Capalo 337,5 SE	93	91	87	90
kontrola	89	83	78	83
Średnio	91	88	84	-
NIR (0,05) dla: fungicydów – 5,4, odmian – 5,8; interakcji – 7,0				

Źródło: opracowanie własne (18)



## Podsumowanie

Poszczególne czynniki agrotechniczne i warunki siedliskowe wpływają różnorodnie na plonowanie i jakość browarną ziarna jęczmienia jarego. Warunki sprzyjające uzyskaniu wysokiego plonu ziarna są na ogół korzystne dla wartości browarnej, ze względu na ujemną korelację plonu z zawartością białka w ziarnie. Wiele czynników agrotechnicznych wpływa dodatnio zarówno na plon ziarna, jak i na jakość browarną ziarna jęczmienia jarego. Wśród nich należy wymienić: właściwy przedplon, nawożenie fosforem i potasem, wczesny termin siewu, uprawę roli i pielęgnację mechaniczną. Stosowanie optimum w zakresie wymienionych czynników sprzyja uzyskaniu wysokiego plonu ziarna przy stosunkowo niskiej zawartości białka w ziarnie. Inne czynniki – fungicydy, optymalne gęstości siewu, dodatnio wpływają na plon ziarna, ale nie modyfikują znacząco jego wartości browarnej. Natomiast podwyższanie dawki azotu, stosowanie niektórych herbicydów, generując wzrost plonu, mogą pogarszać niektóre cechy browarne ziarna i słodu. Na zmniejszenie zarówno plonu ziarna, jak i jego jakości browarnej wpływa zachwaszczenie ładu i nasilenie chorób.

## Literatura

1. B i c h o Ń s k i A.: Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego. Biul. IHAR, 2003, **228**: 105-110.
2. B u d z y Ń s k i W.: Jęczmień browarny. Rynki i technologie produkcji roślin. Wieś Jutra, 2005, Warszawa, 171-181.
3. COBORU.: Lista opisowa odmian. Rośliny zbożowe, 2013, ss. 174.
4. D u d a s F.: Effect of cultivation on the quality of malting barley and malt. Acta Univ. Agric. Fakul. Agron., 1994, **42(1-2)**: 137-147.
5. J e d e l P.E., H e l m J.H.: Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars. Can. J. Plant Sci., 1995, **75(2)**: 315-320.
6. K l o c k i e w i c z - K a m i Ń s k a E.: Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. Wiad. Odmianoznawcze, 2005, **80**: 1-17.
7. K o r b a s M., H o r o s z k i e w i c z - J a n k a J.: Wpływ ochrony roślin na jakość plonu zbóż. Wieś Jutra, 2007, **4(105)**: 29-32.
8. K r a s k a P., P a ł y s E.: Wpływ poziomów nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej oraz systemów uprawy roli na zawartość i plon białka ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego i żyta ozimego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2005, **45(2)**: 810-812.
9. K u k u ł a S., P e c i o A.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego. Pam. Puł., 1998, **113**: 53-60.
10. K u n z e W. 1999. Technologia piwa i słodu. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa.
11. L a u e r J.G., P a r t r i d g e J.R.: Planting date and nitrogen effect of spring malting barley. Agron. J., 1990, **82(6)**: 1083-1088.
12. L i s z e w s k i M.: Wpływ przedplonu na plonowanie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1998, **347**: 235-242.
13. L i s z e w s k i M.: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 2001, **407**: 91-100.

14. Narkiewicz-Jodko M., Mularczyk A., Urban M.: Wpływ fungicydów na jakość i zdrowotność ziarna jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2008, **48(1)**: 237-245.
15. Noworolnik K.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG*, 2003, **8**: 1-66.
16. Noworolnik K.: Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2007, **9**: 65-75.
17. Noworolnik K.: Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. *Fragm. Agron.*, 2008, **98**: 53-60.
18. Noworolnik K.: Wpływ wybranych fungicydów na jakość browarną ziarna odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2011, **51(1)**: 515-518.
19. Noworolnik K.: Wpływ wybranych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2010, **50(1)**: 313-316.
20. Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 2010, **152**: 191-198.
21. Noworolnik K.: Effect of sowing rate on yielding and grain quality of new cultivars of spring barley. *Polish J. Agron.*, 2010, **3**: 20-23.
22. Noworolnik K.: Podstawy technologii produkcji jęczmienia browarnego. *Więś Jutra*, 2010, **4(141)**: 23-24.
23. Noworolnik K.: Uprawa jęczmienia jarego na cele piwowarskie. Instrukcja upowszechnieniowa IUNG-PIB, 2010, **169**: 1-38.
24. Noworolnik K., Leszczyńska D.: Wpływ wybranych fungicydów na plonowanie kilku odmian jęczmienia jarego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 2011, **51(2)**.
25. Pecio A.: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 2002, **76**: 4-112.
26. Pecio A., Bichowski A.: Plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego w zależności od sposobu ochrony roślin przed chorobami. *Biul. IHAR*, 2003, **230**: 317-326.
27. Pecio A., Bichowski A., Ptaszyńska Z.: Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 2000, **67**: 42-52.
28. Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego. *Jęczmień – chemia i technologia*. PWRiL Warszawa, 1997, ss. 282.
29. Urban M.: Ocena wpływu herbicydów na plon, jakość ziarna i słołów odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Rozprawy Naukowe IOR*, 2007, **16**: 1-58.

---

Adres do korespondencji:

*prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik*  
*Zakład Uprawy Roślin Zbożowych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel.: (81) 886 34 21 w. 208*  
*e-mail: knoworolnik@iung.pulawy.pl*