

**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersytetu  
PRZYRODNICZEGO  
WE WROCLAWIU**

**NR 565**

**ROZPRAWY CCLIV**

**MAREK LISZEWSKI**

**THE RESPONSE OF TWO FORMS  
OF FEED SPRING BARLEY  
TO DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS**

**DEPARTMENT OF CROP PRODUCTION**



**WROCLAW 2008**

**MAREK LISZEWSKI**

**REAKCJA DWÓCH FORM JĘCZMIENIA JAREGO  
PASTEWNEGO NA ZRÓŻNICOWANE  
TECHNOLOGIE UPRAWY**

**KATEDRA SZCZEGÓŁOWEJ UPRAWY ROŚLIN**



**WROCŁAW 2008**

*Opiniodawca*

prof. dr hab. Jerzy Pudelko

*Redaktor merytoryczny*

prof. dr hab. inż. Zofia Spiak

*Opracowanie redakcyjne*

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

*Korekta*

Janina Szydłowska

*Łamanie*

Halina Sebzda

*Projekt okładki*

Grażyna Kwiatkowska

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2008

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

ISSN 1897-208X

ISSN 1897-4732

**WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU**

**Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**

**ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel./fax 071 328-12-77**

**e-mail: [wyd@up.wroc.pl](mailto:wyd@up.wroc.pl)**

---

Nakład 100 + 16 egz. Ark. druk. 6,75

Druk i oprawa: Wydawnictwo Tekst Sp. z o.o.

ul. Kossaka 72, 85-307 Bydgoszcz

# SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP</b> .....	<b>7</b>
<b>2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA</b> .....	<b>9</b>
Wpływ nawożenia azotem na produktywność i jakość plonu ziarna jęczmienia .....	10
Znaczenie ochrony roślin w uprawie jęczmienia jarego .....	14
Wpływ warunków zbioru na jakość ziarna .....	20
Jakość ziarna .....	20
<b>3. CEL BADAŃ</b> .....	<b>28</b>
<b>4. OPIS DOŚWIADCZEŃ</b> .....	<b>29</b>
Doświadczenie A .....	29
Doświadczenie B .....	30
<b>5. METODYKA I ZAKRES BADAŃ</b> .....	<b>31</b>
BADANIA LABORATORYJNE .....	32
<b>6. WYNIKI BADAŃ</b> .....	<b>34</b>
6.1. Wzrost i rozwój jęczmienia na tle przebiegu pogody .....	34
6.2. Zachwaszczenie .....	40
6.3. Zdrowotność roślin .....	43
6.4. Ocena stanu odżywienia roślin miernikiem SPAD 502 .....	45
6.5. Elementy struktury plonu .....	49
6.6. Plon ziarna .....	52
6.7. Skład chemiczny ziarna .....	52
6.8. Plon białka ogółem i wartość energetyczna ziarna .....	58
6.9. Ocena jakościowa ziarna .....	59
6.9.1. Cechy towaroznawcze ziarna .....	59
6.9.2. Zawartość frakcji białka i skład aminokwasowy .....	62
6.9.3. Zawartość frakcji węglowodanów .....	65
6.9.4. Wilgotność ziarna podczas zbioru .....	67
6.9.5. Zdrowotność ziarna po zbiorze .....	68
6.9.6. Wartość użytkowa ziarna siewnego .....	70
6.10. Wpływ warunków przechowywania na cechy jakościowe i zdrowotność ziarna .....	72
6.11. Wartość browarna jęczmienia .....	79
<b>7. DYSKUSJA</b> .....	<b>86</b>
<b>8. WNIOSKI</b> .....	<b>95</b>
<b>9. PIŚMIENNICTWO</b> .....	<b>97</b>



## 1. WSTĘP

Zboża to surowiec strategiczny w gospodarce światowej i krajowej [Jaśkiewicz i Sułek 2004], a ich znaczenie wynika między innymi z wielokierunkowego wykorzystania ziarna. Obok zużycia na cele konsumpcyjne jest ono stosowane na szeroką skalę w żywieniu zwierząt. Stanowi również surowiec do produkcji piwa, spirytusu i skrobi. Kierunki użytkowania wyznaczają wymagania jakościowe oraz decydują o wielkości i strukturze zapotrzebowania na ziarno zbóż. Pomimo spadku pogłowia zwierząt w ostatnich latach w Polsce – w strukturze zagospodarowania ziarna zbóż dominuje wykorzystanie na paszę (71,1% w 2006 r.). W ostatnich latach wprowadzono zbożochłonne technologie produkcji zwierzęcej, ograniczając tucz trzody chlewnej oparty na ziemniakach. Pasze przemysłowe dla drobiu stanowią około 70% ogólnej produkcji pasz, natomiast 70% pasz dla trzody chlewnej wytwarza się systemem gospodarskim, stosując własne zboża uzupełniane koncentratami paszowymi [Jaśkiewicz i Sułek 2004]. Największą dynamiką zmian po transformacji ustrojowej w roku 1989 wyróżnia się przetwórstwo zbóż. Popyt na ziarno przemysłowe wynika z jego wykorzystania do produkcji spirytusu (żyto), słodu (jęczmień) i skrobi (pszenica). Ostatnio zmniejsza się zainteresowanie wysokoprocentowymi wyrobami spirytusowymi, natomiast wzrost konsumpcji piwa powoduje zwiększenie zapotrzebowania na jęczmień do produkcji słodu [Klepacki 2002]. Nowym kierunkiem przemysłowego zagospodarowania zbóż jest przerób na produkty nieżywnościowe, między innymi wypełniacze tworzyw biodegradowalnych [Kozera 2003]. Pojawia się także zainteresowanie wykorzystaniem ziarna zbóż, w tym żyta, do produkcji bioetanolu [Kisiel 1999].

Jęczmień, obok pszenicy, należy do najstarszych zbóż. W ciągu tysiącleci uprawy był wykorzystywany na wiele różnych sposobów: stanowił paszę dla zwierząt, był podstawowym składnikiem pożywienia, stosowano go jako środek leczniczy w chorobach ludzi i zwierząt oraz jako pieniądź w rozlicznych transakcjach [Gąsiorowski 1997]. Jeszcze w XVIII w. w Europie jęczmień stanowił zboże chlebne. Jednak dzisiaj już prawie zapomniano o jęczmieniu jako surowcu do produkcji chleba. W krajach biedniejszych, zwłaszcza w Europie Środkowej i Wschodniej, jest on wykorzystywany jako surowiec do produkcji kaszy [Kawka i Gąsiorowski 1993, Pecio 2002]. Również w Polsce w strukturze spożycia kasz dominują kasze jęczmienne (mazurska, wiejska, perłowa) [Górska-Warsewicz 2002]. Ziarno jęczmienia jest także jednym z podstawowych surowców stosowanych do produkcji żywności typu RTE (Ready To Eat), tzw. gotowe do spożycia produkty zbożowe [Makowska 2002]. Specyficznym kierunkiem wykorzystania ziarna jęczmienia jest produkcja słodu. Słód jest następnie używany w przemyśle fermentacyjnym, cukierniczym, farmaceutycznym i innych. Największą jego ilość wykorzystuje się w przemyśle piwowarskim. Do produkcji słodu na potrzeby browarnictwa najbardziej odpowiedni jest jęczmień jary dwurzędowy. W Polsce w 2005 roku

wyprodukowano 31,6 mln hl piwa, a średnie spożycie tego napoju wyniosło 80,7 l na mieszkańca (GUS 2006). Oprócz przedsiębiorstw produkujących paszę, żywność i słoć wykorzystują jęczmień też branże zajmujące się produkcją skrobi, alkoholu etylowego, glukozy, maltozy i  $\beta$ -amylazy [Gąsiorowski 1997].

Zwiększaniu się populacji ludzkiej towarzyszą zmiany w żywieniu. Rosnący w wielu krajach poziom życia objawia się między innymi zwiększonym popytem na mięso, a więc również na zboża paszowe. W krajach rozwiniętych przeznaczają się na cele paszowe 50–90% jęczmienia [Gąsiorowski 1997, Klepacki 2002]. Jęczmień jest głównym zbożem pastewnym także w naszym kraju, szczególnie cenionym w żywieniu trzody chlewnej i drobiu. Zawiera od 10 do 16% białka, ustępując pod tym względem tylko pszenicy, a wyróżnia się mniejszą zawartością substancji nieżywniowych. Dzięki stosunkowo dużej zawartości kwasu palmitynowego i stearynowego wywiera korzystny wpływ na smakowość, konsystencję oraz trwałość produktów zwierzęcych (mięsa, słoniny, mleka i masła). Zastosowanie ziarna jęczmienia w mieszankach pasz dla drobiu jest jednak ograniczone, gdyż jego większy udział powoduje biegunki i spadek przyrostu tuszek. Odpowiedzialny za to jest  $\beta$ -glukan, składnik włókna jęczmienia, który stanowi główny nieskrobiowy polisacharyd występujący w ścianach komórkowych endospermu.  $\beta$ -glukan nie ulega trawieniu w przewodzie pokarmowym drobiu, a wysoka lepkość treści pokarmowej w jelitach, wywołana jego obecnością, hamuje wchłanianie składników pokarmowych [Boros 1997].

Obecnie jęczmień, obok owsa, zaczyna zyskiwać na znaczeniu jako zboże szeroko stosowane w żywieniu człowieka, nie tylko zdrowego, ale również jako zboże profilaktyczne z uwagi na jego walory fizjologiczno-żywniowe. Jęczmień reguluje bowiem: zaburzenia gospodarki tłuszczowej, zaburzenia gospodarki węglowodanowej (przy cukrzycy), obronę organizmu przed chorobami, zwłaszcza chorobami zakaźnymi. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie jęczmieniem z uwagi na zawartość  $\beta$ -glukanów (węglowodanów nieskrobiowych), którym przypisuje się dobroczynne działanie na organizm ludzki. Przykładem jest hiposterolemia (główny czynnik ryzyka miażdżycy), która może być skutecznie zwalczana przez odpowiednią dietę z udziałem przetworów zbożowych bogatych w  $\beta$ -glukany [Kawka i Gąsiorowski 1993].

W Polsce powierzchnia zasiewów jęczmienia w 2006 r. wyniosła 1220 tys. ha (w tym 1066 tys. ha zajmował jęczmień jary) [GUS 2007]. Zebrano 2 663 tys. t jęczmienia, a średni plon ziarna wyniósł 2,50 t ha<sup>-1</sup>. Obecnie około 71% zbiorów jęczmienia przeznaczają się na paszę, prócz tego jęczmień wykorzystywany jest w przemyśle kaszarskim oraz browarniczym. Polska jest *per saldo* importerem zbóż, w tym jęczmienia. Pod względem wielkości importu zajmuje on drugą pozycję po pszenicy [Klepacki 2002].



## 2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Zasadniczym kryterium wyboru odmiany do uprawy jest przeznaczenie ziarna. Inne są bowiem oczekiwania od odmian przeznaczanych na paszę i różnią się one w odniesieniu do ziarna przeznaczonego dla kaszarni, na cele młynarsko-piekarskie lub browarne [Behnke 1998]. W pierwszym przypadku oczekiwana będzie przede wszystkim wysoka plenność oraz korzystne inne cechy jakościowe (np. zawartość białka i jego skład aminokwasowy), w pozostałych zaś – zasadnicze znaczenie mają odpowiednie właściwości przerobowe i technologiczne ziarna [Klockiewicz-Kamińska 1998, Korol 2000, Kawka 2005].

Aktualnie w rejestrze znajduje się 50 odmian jęczmienia jarego: 29 odmian typu browarnego i 21 typu pastewnego. Ponad połowa obecnie zarejestrowanych odmian jęczmienia jarego została wpisana do rejestru w latach 2000–2005, przy czym były to głównie odmiany browarne. Najnowsze odmiany łączą bardzo dobrą wartość browarną z wysoką plennością. W grupie odmian pastewnych dominują odmiany starsze, zarejestrowane przed rokiem 1999. Większość z nich cechuje się wyraźnie już gorszą wartością gospodarczą. W latach 2002–2004 nie wpisano do krajowego rejestru żadnej odmiany z tej grupy, natomiast w latach 2005–2007 wpisano siedem odmian, dzięki którym osiągnięto istotny postęp hodowlany w zakresie plenności [COBORU 2007].

Na cele paszowe można uprawiać wszystkie odmiany zarówno pastewne, jak i browarne. Dla celów browarnych zastosowanie mają tylko odmiany browarne, przy czym im wyższa jest ich wartość browarna, tym większa szansa uzyskania w danym sezonie wegetacyjnym ziarna o pożądanym cechach technologicznych. Jakość ziarna jęczmienia zależy od wielu czynników agrotechnicznych [Fatyga i in. 1993a, Noworolnik i in. 2002, Noworolnik i Leszczyńska 2004b], warunków zbioru [Konieczna i in. 2002, Sadowska 2006] i przechowywania [Narkiewicz-Jodko 1986, Narkiewicz-Jodko i in. 2004], oraz od jego zdrowotności [Płaskowska i in. 2001]. W piśmiennictwie można znaleźć wiele opracowań dotyczących wpływu różnych czynników agrotechnicznych na elementy struktury plonu zbóż, jak i zajmujących się zależnością plonu od poszczególnych jego komponentów [Fatyga i in. 1995, Liszewski 1998, 1999, 2006, Liszewski i Chrzanowska-Drożdż 1995, 1999, 2001, Noworolnik 2001, Noworolnik i Leszczyńska 2004]. Rzadko jednak prezentowane są w literaturze prace nad wpływem różnych technologii uprawy na te cechy [Harasim i Noworolnik 2000, Koziara i in. 1998, Kozłowska-Ptaszyńska 1998, Liszewski i Szybiga 2002, Noworolnik 1999]. Niewiele jest także prac z zakresu wpływu technologii na jakość ziarna jęczmienia [Harasim i Noworolnik 1998, Narkiewicz-Jodko i in. 2003, Pecio i Kubsik 2005].

Efektywność zarówno nawożenia mineralnego, jak i poszczególnych czynników agrotechnicznych jest uzależniona od warunków siedliskowych, właściwości odmian zbóż oraz kierunku użytkowania [Fatyga i in. 1993b, Szmigiel i Oleksy 1998]. Ponadto

występuje współdziałanie między poszczególnymi czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi. Dlatego optymalne technologie produkcji i dobór odmian, pozwalające uzyskać maksymalny plon o najwyższej jakości, powinny być dostosowane do ściśle określonych warunków siedliskowych [Noworolnik 2001].

W uprawie zbóż podstawowe znaczenie plonotwórcze i plonochronne mają nawozy i pestycydy [Szempliński i Rzepiński 1998]. Pełna skuteczność nawożenia mineralnego ujawnia się tylko wtedy, gdy inne czynniki warunkujące jego działanie zostaną ukształtowane optymalnie (m.in. ochrona roślin).

## **Wpływ nawożenia azotem na produktywność i jakość plonu ziarna jęczmienia**

Azot, ze wszystkich składników pokarmowych, najsilniej wpływa na wzrost i plonowanie roślin. Wielkość jego dawki i sposób aplikacji (podział całkowitej dawki azotu na części) istotnie wpływają także na zawartość i jakość białka w ziarnie. Prawidłowy podział całkowitej dawki azotu pozwala na dostarczenie tego składnika roślinom w zależności od ich potrzeb i korzystnie wpływa na cechy ilościowe i jakościowe plonu.

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie zbóż, w tym jęczmienia jarego był przedmiotem wielu badań [Fatyga i in. 1995, Liszewski i Chrzanowska-Drożdż 1995, Liszewski 1998, Liszewski i Błażewicz 2001, Noworolnik i Leszczyńska 2000]. Większość z nich wykonano z odmianami oplewionymi, a znacznie mniej z odmianami nagoziarnistymi [Szmigiel i Oleksy 2005]. Dodatni wpływ wzrastającego poziomu nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia jest najczęściej efektem zwiększania się liczby kłosów wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin [Leszczyńska i Noworolnik 1998]. Makroelement ten nie tylko dodatnio wpływa na rozkrzewienie produkcyjne roślin, lecz często także na liczbę ziaren w kłosie, co jest dodatkowo ważnym czynnikiem plonotwórczym. Jednak zbyt wysokie dawki nawożenia azotem wpływają na zmniejszenie liczby ziaren w kłosie, ponieważ wzrost krzewienia produkcyjnego powoduje konieczność odżywienia przez roślinę większej ilości ziarniaków. Pogarsza się równocześnie celność ziarna, czyli zmniejszeniu ulega udział frakcji ziaren dorodnych [Błażewicz i Liszewski 2003].

Nawożenie azotem wpływa na wzrost masy ziarna z kłosa, jeśli w okresie wegetacji występują niedobory wody. Gdy opady w tym czasie są obfite i równomiernie rozłożone, uzyskuje się większą liczbę kłosów na 1 m<sup>2</sup>, a jednocześnie mniejszą masę ziarna z kłosa [Fatyga i in. 1995].

Wpływ nawożenia azotem na występowanie chorób zależy w dużej mierze od okresu jego stosowania. Zbyt wysokie nawożenie tym składnikiem pokarmowym we wcześniejszych fazach rozwojowych prowadzi do nadmiernego krzewienia, a w następstwie dochodzi do zagęszczenia ładu, co sprzyja nasileniu występowania chorób na częściach wegetatywnych roślin, a także na ziarnie [Liszewski i in. 2004, Płaskowska i in. 2001]. Duże dawki nawozu azotowego sprzyjają wyleganiu roślin, dlatego w uprawie jęczmienia jarego zaleca się, aby dawki powyżej 50 kg N ha<sup>-1</sup> dzielić w celu zmniejszenia niebezpieczeństwa wylegania roślin [Słaboński 1985]. Stosowanie podwyższonych dawek azotu znacznie zwiększa skłonność do wylegania, zwłaszcza na glebach kompleksów

pszennych. Dla takich gleb dawka krytyczna to  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$  [Szymczyk 1979]. Przy wysokim nawożeniu azotem wskazane jest zastosowanie retardanta.

Efektywność nawożenia azotem zależy od opadów, zasobności gleby w składniki pokarmowe oraz od odmiany. Czynniki te mogą wpłynąć na plon i elementy jego struktury, niezależnie od zastosowanej dawki tego składnika pokarmowego [Słaboński 1985]. W badaniach Liszewskiego i Błażewicza [2001] z dwiema odmianami browarnymi jęczmienia (Rudzik i Brenda) uprawianymi na glebie kompleksu pszenno dobrego istotny przyrost plonu stwierdzono po zastosowaniu  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Dalszy wzrost dawek azotu do 60 oraz  $80 \text{ kg}$  powodował każdorazowo istotny przyrost plonu. O wykorzystaniu azotu decyduje także przebieg pogody (suma opadów). W bardzo suchym sezonie 2000 r. autorzy [Błażewicz i in. 2003], w doświadczeniu z tymi samymi odmianami browarnymi (Rudzik i Brenda), uzyskali istotny przyrost plonu ziarna tylko przy nawożeniu dawką  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$  i wyniósł on zaledwie 9,3% w odniesieniu do obiektu kontrolnego (bez nawożenia azotem).

Spychaj-Fabisiak i in. [2005] uzyskali istotny wzrost plonu ziarna u odmiany Maresi po zastosowaniu dawki  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$  na kompleksie żytnim bardzo dobrym. Na glebie kompleksu żytniego dobrego nawożenie azotem w wysokości  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $60 \text{ kg}$  przedsiemnie +  $30 \text{ kg}$  w fazie strzelania w źdźbło) okazało się optymalne dla uzyskania wysokich plonów jęczmienia [Fatyga i in. 1995].

W wielu dotychczas przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono współdziałanie między odmianami a poziomem nawożenia mineralnego [Noworolnik i Leszczyńska 2002, Noworolnik i in. 2004]. W polskojęzycznej literaturze naukowej niewiele jest prac dotyczących nawożenia pierwszej zarejestrowanej nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego Rastik. Noworolnik i Leszczyńska [2002] w badaniach wazonowych wykazali, że nagoziarnista odmiana Rastik nie różni się wyraźnie reakcją na nawożenie azotem od odmian form oplewionych. Dzieliąc badane odmiany na słabiej i silniej reagujące na azot, odmianę Rastik autorzy zaliczyli do tej pierwszej grupy. Dodatni wpływ stosowania azotu na plon jęczmienia był efektem zwiększania się liczby kłosów wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin. Noworolnik i in. [2004] badali w warunkach polowych wpływ nawożenia azotem (w zakresie dawek: 30, 60, 90) na plonowanie trzech odmian jęczmienia jarego, w tym oplewionych – Rataj i Rodion oraz nagoziarnistej odmiany Rastik. Doświadczenia zostały założone w różnych rejonach kraju na glebach kompleksów: pszenno dobrego, żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego. W hipotezie roboczej zakładano słabszą reakcję na nawożenie N nagoziarnistej odmiany Rastik w stosunku do odmian oplewionych, z uwagi na większą wysokość roślin, mniejszą odporność na wyleganie i choroby. Cechy te bowiem ograniczają efektywność dużych dawek azotu. Odwrotnie może natomiast wpływać na efektywność nawożenia N mniejsza zdolność odmiany Rastik do krzewienia się, stwierdzona w warunkach kontrolowanych [Noworolnik i Leszczyńska 2002]. W badaniach ze starszymi odmianami tego gatunku obserwowano niejednakowy wpływ stosowania azotu na plon ziarna w zależności od takich właściwości odmian, jak: podatność na wyleganie i choroby, zdolności do krzewienia się, jakości gleby i terminu siewu. Większą efektywność dużych dawek N ( $80\text{--}100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) uzyskano u odmian odporniejszych na wyleganie i choroby oraz słabiej krzewiących się, uprawianych w gorszych warunkach glebowych (kompleks żytni dobry) i przy umiarkowanym opóźnieniu terminu siewu. Zgodnie z przypuszcze-

niami autorów nagoziarnista odmiana jęczmienia jarego reagowała na zwiększenie dawek azotu słabszym wzrostem plonu ziarna od odmian oplewionych. Dotyczyło to głównie reakcji na dawkę 60 kg N ha<sup>-1</sup> na glebach kompleksu pszennego dobrego. Odmiana Rastik wyróżniała się natomiast dodatnią reakcją na dawkę 90 kg N ha<sup>-1</sup> w gorszych warunkach glebowych (kompleksy żytnie) [Noworolnik i in. 2004]. W takich warunkach jęczmień oplewiony wykazywał mniejszą przewagę plonu ziarna nad nagoziarnistym w porównaniu z glebami lepszymi. Odmiana Rastik reagowała podobnym jak odmiany oplewione wzrostem plonu ziarna na dawkę 30 kg N ha<sup>-1</sup>, ale słabiej na dawkę 60 kg N ha<sup>-1</sup>, a także 90 kg N ha<sup>-1</sup> w lepszych warunkach glebowych [Noworolnik i in. 2004]. Wobec tego odmianę Rastik można zaliczyć do grupy o mniejszych wymaganiach nawozowych.

Szmigieli i Oleksy [2005] analizując wpływ nawożenia azotem na plonowanie dwóch odmian jęczmienia jarego, w tym nagoziarnistej (Rastik), stwierdzili istotny przyrost plonu ziarna do dawki 100 kg N ha<sup>-1</sup>, stosowanej w dwóch terminach: 60 kg przed siewem i 40 kg w fazie strzelania w źdźbło. Nawożenie azotem wpłynęło na wzrost plonu ziarna jęczmienia oplewionego z 3,78 t ha<sup>-1</sup> w obiekcie kontrolnym (bez nawożenia azotem) do 5,78 t ha<sup>-1</sup> po zastosowaniu dawki 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Plon ziarna formy nagoziarnistej wzrósł odpowiednio z 3,41 t ha<sup>-1</sup> do 4,43 t ha<sup>-1</sup>. Dawki azotu wyższe od 40 kg N ha<sup>-1</sup> wykazywały niską efektywność, zwłaszcza w nawożeniu formy nagoziarnistej. Forma nagoziarnista plonowała najwyżej po zastosowaniu dawki 40 kg N ha<sup>-1</sup> – średnio 4,18 t ha<sup>-1</sup>, dalszy wzrost poziomu nawożenia azotem nie powodował udowodnionego wzrostu plonu ziarna.

Z licznych doświadczeń wynika, że krzywa przedstawiająca zależność plonu ziarna od wysokości dawki N ma u zbóż przebieg paraboliczny z wyraźnie zarysowanym maksimum [Małecka i Bleharczyk 2005].

Istotny postęp w zakresie roślinnych testów azotowych wiąże się z zastosowaniem instrumentalnej metody określenia *in situ* indeksu zieloności liścia. Indeks zieloności liścia ocenia się za pomocą specjalnie skonstruowanego przyrządu optycznego zwanego N-Testerem [Bezdużniak 1997, Fotyma 2000, 2002, Fotyma i Bezdużniak 2000, Machul 2001]. W teście tym wykorzystuje się udowodnione zależności pomiędzy zawartością azotu, indeksem zieloności liści i odczytami SPAD. Test SPAD jest testem roślinnym stosowanym do oceny odżywienia roślin azotem oraz potrzeb uzupełniającego nawożenia tym składnikiem. Wymaga on jednak kalibracji, tzn. wyznaczenia krytycznej wartości SPAD, odpowiadającej optymalnemu stanowi odżywienia roślin azotem. Kalibracji tej można dokonać w odniesieniu do plonu końcowego, należy wówczas dysponować wynikami dużej ilości doświadczeń z sześcioma – ośmioma dawkami azotu [Pecio i Fotyma 2001].

Pecio i Bichoński [2004a,b, 2005] stwierdzili, że rośliny nawożone większymi dawkami azotu charakteryzowały się większą jego zawartością i wyższymi wartościami wskaźników stanu odżywienia azotem NNI i SPAD. W fazie kwitnienia jedynie odmiana Scarlett odznaczała się optymalnym stanem odżywienia azotem przy dawce 60 kg N ha<sup>-1</sup>. Pozostałe odmiany (Brenda, Rudzik, Sezam) taki stan osiągały przy nawożeniu 80 kg N ha<sup>-1</sup> [Pecio i Bichoński 2005]. Oznacza to, że niektóre odmiany aby zaspokoić swoje potrzeby żywieniowe, lepiej wykorzystują azot podczas rozwoju wegetatywnego niż inne.

Intensywne nawożenie azotem, poza silnym wpływem na kształtowanie się plonu ziarna, wyraźnie modyfikuje skład chemiczny, w tym zawartość białka i jakość związków azotowych w ziarnie [Klupczyński 1978]. W wielu pracach [Kruczek 1995, Noworolnik 1992] uwzględniających jakość ziarna jęczmienia stwierdzono wzrost zawartości białka w ziarnie w miarę zwiększania dawki azotu, nawet w przypadku braku wzrostu plonu ziarna przy dawkach przekraczających  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Fatyga i in. [1995] ustalili, że dawka  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  nie podnosiła już istotnie plonu ziarna, ale zwiększała w nim zawartość białka, szczególnie przy dodatkowym nawożeniu w początku kłoszenia. W niektórych latach wykorzystanie azotu przez jęczmień bardziej zależy od zróżnicowanego i niedostatecznego zaopatrzenia roślin w wodę niż od wielkości dawek i sposobu nawożenia tym składnikiem (dzielenie dawek) [Błażewicz i in. 2003].

Wysokie nawożenie jęczmienia azotem może spowodować wzrost zawartości białka w ziarnie do 15% [Klupczyński 1978]. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Spychaj-Fabisiak i in. [2005] z jęczmieniem jarym nawożenie azotem w dawkach 60 i  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  spowodowało istotny wzrost zawartości białka ogólnego, odpowiednio o:  $11 \text{ g kg}^{-1}$  i  $18 \text{ g kg}^{-1}$  w stosunku do zawartości uzyskanej na obiekcie kontrolnym (bez nawożenia azotem).

W badaniach Noworolnika i in. [2004] jęczmień nagoziarnisty wykazywał pod względem zawartości białka ogólnego podobną reakcję jak oplewiony na poziom nawożenia N, jakość gleby i termin siewu. Plon ziarna jęczmienia jarego (średnio dla odmian) wzrastał w miarę zwiększania dawki azotu do  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$ , a zawartość białka w ziarnie i plon białka wzrastały do dawki  $90 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Nagoziarnista odmiana Rastik charakteryzowała się niższym plonem ziarna od odmian oplewionych (Rataj, Rodion), ale wyższą zawartością białka w ziarnie. Plon białka odmiany Rastik był podobny jak odmiany Rodion, a niższy niż odmiany Rataj.

Szmigiel i Oleksy [2005] stwierdzili, że zwiększające się dawki azotu powodowały systematyczny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie od 9,6% do 13,6% w zależności od dawki, formy jęczmienia i przebiegu pogody w poszczególnych latach. U formy oplewionej zawartość białka w ziarnie w obiekcie kontrolnym wynosiła średnio 9,40%, po zastosowaniu najwyższej dawki wzrosła do 11,58%. Natomiast u formy nagoziarnistej uprawianej bez nawożenia azotem (kontrola) zawartość białka w ziarnie wynosiła 10,56% i wzrosła do 12,86% po zastosowaniu dawki  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Duże różnice w zawartości białka w ziarnie wystąpiły w poszczególnych latach. Średnia zawartość białka w ziarnie odmiany oplewionej wahała się od 9,76% do 11,16%, natomiast odmiany nagoziarnistej od 11,00 do 12,22%.

Według Klupczyńskiego [1978] wzrost zawartości białka w ziarnie przy zastosowaniu dawki azotu  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  jest związany ze spadkiem zawartości takich aminokwasów egzogennych, jak: lizyna, metionina, treonina, leucyna, izoleucyna, walina, histydyna, arginina. W badaniach tego autora jedynym aminokwasem egzogennym, którego udział w białku jęczmienia jarego wzrastał pod wpływem zwiększania się nawożenia azotem, była fenyloalanina. Z danych uwzględnionych w piśmiennictwie [Kirkman i in. 1982, Płoszyński 1985, Pomeranz i in. 1973, 1976, Spychaj-Fabisiak i in. 2005] wynika, że nawożenie azotem wpływa na zwiększenie zawartości białka w ziarnie oraz zmniejszenie procentowej zawartości lizyny. Jest to związane ze wzmoczoną syntezą prolamin o szczególnie małej zawartości tego aminokwasu. W białku maleje wówczas ilość

aminokwasów egzogennych, takich jak: lizyna, histydyna, metionina, izoleucyna, tyrozyna, walina, zwiększa się natomiast zawartość kwasu glutaminowego i proliny. W rezultacie następuje obniżenie wartości odżywczej białka. Pomeranz i in. [1973] sugerują, że obniżenie wartości biologicznej następuje, gdy zawartość białka w ziarnie przekracza 15% jego suchej masy. Jednak zawartość aminokwasów egzogennych, w tym również lizyny, tryptofanu i treoniny zmniejsza się tylko w odniesieniu do poziomu białka, natomiast nie zmienia się w porównaniu z jego sumaryczną zawartością w suchej masie ziarna. Spychaj-Fabisiak i in. [2005] ustalili, że udział lizyny w białku ogółem jęczmienia ulegał istotnemu obniżeniu pod wpływem stosowania nawożenia azotowego. Nawożenie azotem w dawce  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  powodowało, w porównaniu do obiektu kontrolnego (bez nawożenia azotem), spadek zawartości lizyny o 9,5%, natomiast dawka  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  determinowała jej obniżenie o kolejne 10,9%. Istotne obniżenie zawartości izoleucyny (o 9,2%) stwierdzono po zastosowaniu nawożenia azotem na poziomie  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ , w porównaniu do obiektu kontrolnego. Po zastosowaniu nawożenia azotem w ilości  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  stwierdzono wyraźny wzrost zawartości fenyloalaniny i kwasu glutaminowego oraz na ogół spadek zawartości pozostałych aminokwasów egzogennych i endogennych. W przypadku fenyloalaniny kolejne dawki azotu powodowały wzrost udziału tego aminokwasu w białku ogółem jęczmienia, przy czym próg statystycznej istotności osiągnięto tylko do dawki  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Natomiast zawartości argininy i treoniny wzrastały jedynie po zastosowaniu pierwszej dawki azotu, co zostało udowodnione statystycznie tylko w przypadku treoniny. Z kolei zastosowanie  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ , w porównaniu do dawki  $60 \text{ kg N ha}^{-1}$ , powodowało podobnie jak dla większości aminokwasów egzogennych obniżenie zawartości argininy i treoniny w białku jęczmienia jarego.

W literaturze brak informacji na temat wpływu technologii uprawy (w tym nawożenia azotem) na skład aminokwasowy polskiej odmiany nagoziarnistej jęczmienia.

## **Znaczenie ochrony roślin w uprawie jęczmienia jarego**

Ochrona roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami jest ważnym elementem technologii uprawy jęczmienia, gdyż czynniki te powodują zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej roślin i w konsekwencji obniżenie plonu ziarna. Stosowanie chemicznej ochrony roślin wpływa na dłuższe utrzymanie zielonej powierzchni liści [Pecio 2002]. Większa powierzchnia asymilacyjna wytworzona w okresie przed kwitnieniem jęczmienia determinuje jej późniejszą wielkość, biorącą udział w fotosyntezie po kwitnieniu [Bertholdsson 1999, Przulj i Momcilovic 2001]. Jest to istotne dla dobrego wykształcenia ziarna i uzyskania pożądanej jakości, zwłaszcza w przypadku uprawy jęczmienia na cele kaszarskie i browarne.

Bez chemicznej ochrony nie jest możliwe uzyskiwanie wysokich plonów zbóż, jednak konieczna jest racjonalizacja stosowania herbicydów, fungicydów i insektycydów nie tylko w celu obniżenia kosztów, ale także ze względu na ochronę środowiska [Borowiecki 2000]. Występowanie agrofagów na jęczmieniu jarym powoduje straty w plonach, sięgające od kilkunastu procent w skali globalnej do rozmiarów niekiedy katastrofalnych w skali lokalnej, przy jednoczesnym pogorszeniu jakości ziarna [Jańczak i in. 1996, Kaniuczak 2001]. Wielkość strat plonu zależy w dużym stopniu od poziomu agrotechniki.

Zastosowanie ekstensywnej technologii produkcji w RZD IUNG, polegającej na ograniczeniu nawożenia do 25% dawek NPK przyjętych w technologii intensywnej (240 kg NPK) oraz rezygnacja ze zwalczania chwastów i chorób (z wyjątkiem zaprawiania ziarna), prowadziło do zasadniczej obniżki plonów ziarna (ok. 0,7 t z ha). W przypadku badań realizowanych w gospodarstwach indywidualnych stopniowa ekstensyfikacja nakładów związanych z nawożeniem i ochroną roślin wpływała każdorazowo na istotne ograniczenie plonowania jęczmienia [Harasim i Noworolnik 2000]. Błażej J. i Błażej J. [2000] także podają, że pogorszenie zdrowotności roślin było skutkiem niższego poziomu agrotechniki. W badaniach Michalskiego [1999] na stan zdrowotności roślin wpływał stopień zagęszczenia ładu, przy czym porażenie roślin chorobami zmniejszało się wraz ze zmniejszającą się gęstością siewu. Gęstość siewu determinuje w decydującym stopniu rozkrzewienie, wysokość i ulistnienie roślin, a tym samym mikroklimat ładu i tempo namnażania oraz rozprzestrzeniania się patogenów, a także wielkość strat plonu [Pecio 1995].

W uprawie zbóż duże znaczenie przypisuje się herbicydom. Stosowanie ich jest szczególnie ważne w plodozmianach z wysokim udziałem zbóż, gdzie dochodzi do kompensacji zachwaszczenia wieloma gatunkami chwastów. Z badań Wróbla i Budzyńskiego [1999] wynika, że obniżka plonu ziarna zbóż spowodowana zachwaszczeniem może dochodzić do 15–20%. Chwasty konkurują z rośliną uprawną o wodę, światło i składniki pokarmowe, stąd też efektywność nawożenia mineralnego w warunkach dużego zachwaszczenia spada. W strategii zwalczania chwastów coraz częściej stosowane są mieszaniny herbicydów, co wiąże się z dążeniem do poszerzenia spektrum zwalczanych chwastów.

Kontrola zachwaszczenia roślin jęczmienia ma istotne znaczenie, gdyż rośliny zachwaszczone wydają mniejszy plon, a wymagają większych nakładów pracy i kosztów. Jęczmień ponadto charakteryzuje się słabą konkurencyjnością w stosunku do chwastów, które są jednym z najważniejszych czynników ograniczających jego plonowanie [Urban 2000]. Uważa się, że w warunkach poprawnej agrotechniki istnieje możliwość zastąpienia pielęgnacji chemicznej zabiegami mechanicznymi. Według Szemplińskiego i Rzepińskiego [1998] mechaniczne zwalczanie chwastów pochłaniało jednak więcej energii niż zastosowanie herbicydów, dlatego ocena sprawności energetycznej i energochłonności jednostkowej produkcji 1 t ziarna była gorsza. Plon jęczmienia jarego odchwaszczanego przez 2-krotne bronowanie był o 8% mniejszy niż w warunkach odchwaszczania chemicznego.

Wyniki badań wykazują, że nowe odmiany jęczmienia różnie reagują na poszczególne herbicydy – od stymulacji po znaczną obniżkę plonu ziarna. Niektóre herbicydy mają działanie fitotoksyczne, ale ich zróżnicowane oddziaływanie na rośliny jęczmienia jarego w większym stopniu zależy od rodzaju substancji biologicznie czynnej niż od odmiany [Adamczewski i in. 1995, Urban 2000, Urban i Adamczewski 1999]. Największe uszkodzenia roślin powodował preparat Logran Extra 62 WG (s.a. triasulfuron+terbutryna). Po jego zastosowaniu obserwowano zahamowanie wzrostu jęczmienia, bielenie liści, a u niektórych odmian (Orlik) zamieranie 5–17% roślin. Niektóre z zastosowanych herbicydów (Chwastox Trio 540 SL oraz Kompal 365 SE) wykazywały ujemny wpływ na plonowanie i strukturę plonu szeregu odmian jęczmienia. Największe plony ziarna uzyskano z obiektów odchwaszczanych ręcznie, a najmniejsze po zastosowaniu preparatu

Logran Extra 62 WG. Sowiński [1974] ocenił wpływ herbicydów na wartość browarną ziarna jęczmienia na tle ich efektywności chwastobójczej. Stosowanie herbicydów zwiększało plon jęczmienia, nie obniżając masy 1000 ziaren, celności oraz zdolności i energii kiełkowania ziarna. Zwiększeniu uległa natomiast zawartość białka w słodzie.

Choroby powodują nie tylko obniżenie plonu, ale także pogorszenie jakości ziarna. Coroczne straty w plonach zbóż spowodowane występowaniem chorób wynosiły ostatnio w Polsce około 15% [Pecio i in. 2000]. Znanych jest kilkanaście różnych chorób jęczmienia. Poważne szkody mogą wyrządzić: głownia pyłaca jęczmienia (*Ustilago hordei*), mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis* D.C. f. sp. *hordei* Marchal), rdza karłowa (*Puccinia simplex*), pasiastosc liści jęczmienia (*Pyrenophora teres* Drechsl.), zgorzel podstawy źdźbła (*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arxet Plivier), łamliwość podstawy źdźbła (*Pseudocercospora herpotrichoides*) oraz rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis* Oudem J.J. Davis) [Liszewski i in. 2004, Błażej J. i Błażej J. 2000].

W warunkach intensywnej uprawy zbóż rośnie znaczenie chorób, wynikające ze wzrostu jednorodności upraw. Duże arealy monokultur odmianowych z identycznymi bądź pokrewnymi typami genetycznej odporności na choroby sprzyjają pojawianiu się, następnie szybkiemu rozprzestrzenianiu się patogenów.

Jęczmień jary jest rośliną bardzo wrażliwą na choroby podstawy źdźbła, czyli choroby podsuszkowe oraz na infekcje przez grzyby powodujące plamistości na zielonych częściach roślin, szczególnie we wczesnych fazach rozwojowych [Głazek 2000]. Obserwowany od kilku lat wzrost znaczenia chorób podsuszkowych jest związany z powiększeniem się arealu uprawy zbóż i coraz częstszą uprawą po sobie odmian podatnych. Do chorób tych należą: fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni zbóż, ostra plamistość oczkowa oraz łamliwość źdźbła zbóż i traw powodowane odpowiednio przez *Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Subram et Jain, *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Olivier, *Rizoctonia cerealis* V.d. Hoeven oraz *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton. Grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. mogą atakować rośliny jęczmienia w różnych fazach rozwojowych. Grzyby te zimują w glebie w postaci form przetrwalnikowych, bytują saprofitycznie w resztkach organicznych, a także zasiedlają korzenie chwastów dwuliściennych. Zarodniki przenoszone są z wiatrem lub kroplami deszczu [Remlein-Starosta 1999].

Mączniak prawdziwy powodowany przez *Blumeria graminis* D.C. f. sp. *hordei* jest jedną z ważniejszych chorób liści jęczmienia w Polsce. W sprzyjających warunkach dla rozwoju tej choroby straty w plonie ziarna mogą sięgać 25%, przeciętnie wynoszą ok. 10% [Czembor J.H. i Czembor H.J. 2001]. Silniejsze porażenie mączniakiem łanu jęczmienia browarnego prowadzi do pogorszenia wartości technologicznej ziarna jako surowca dla przemysłu piwowarskiego, głównie z powodu podwyższenia zawartości białka [Pecio i in. 2000].

W Polsce w ostatnich latach stwierdza się nasilenie występowania plamistości siatkowej jęczmienia powodowanej przez *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs. Do infekcji może dochodzić w szerokim zakresie temperatury i przy wysokiej wilgotności powietrza [Biliński i in. 1997]. W wyniku uszkodzeń liści jęczmienia przez *P. teres* może nastąpić znaczna redukcja plonu i pogorszenie jego jakości [Korbas i Kubiak 1998]. Według



Gacka [1985] podatność roślin na porażenie przez grzyby patogeniczne jest uwarunkowana genetyczną odpornością poszczególnych odmian.

Zaprawianie ziarna siewnego, odpowiednie zabiegi agrotechniczne ewentualnie opryskiwanie zasiewów środkami chemicznymi to najważniejsze sposoby zwalczania chorób. Jednak w ochronie roślin przed patogenami stosuje się niemal wyłącznie metody chemiczne. Zaprawianie ziarna jest najtańszą i podstawową metodą zwalczania chorób grzybowych, przenoszonych przez ziarno, na przykład przed *Fusarium* spp. [Korbas i Kubiak 1998, Łacicowa i Pięta 1990]. Koszty zaprawiania minimalnie obciążają koszty produkcji. Odpowiednia zaprawa powinna być przystosowana do ochrony danego gatunku (w przypadku jęczmienia – o działaniu systemicznym) i nie może szkodzić ani zarodkowi, ani młodej roślinie. Niezbędne jest zaprawianie ziarna przeciw patogenom przenoszonym przez ziarno lub porażającym zboża we wczesnych fazach rozwojowych. Reakcja ziarna na zaprawianie zależy od ich budowy, składu chemicznego, wilgotności, temperatury oraz długości okresu dzielącego zabieg od wysiewu [Pecio 2002].

Porażenie części nadziemnych roślin zmniejsza intensywność fotosyntezy i osłabia źdźbła. Podobnie zwiększone nawożenie azotem najczęściej obniża zdrowotność jęczmienia, wywołuje bowiem istotne zmiany w budowie źdźbła. Uwidacznia się to gorszym wykształceniem tkanek mechanicznych źdźbła, co zwiększa skłonność roślin do wylegania.

W jęczmieniu stosuje się zwykle jeden oprysk przeciwko chorobom. W procesie wytwarzania asymilatów u jęczmienia większą rolę odgrywają liście dolne niż górne, dlatego też powinno się chronić przed chorobami liście niżej położone, wykonując w razie potrzeby opryskiwanie uprawy już w czasie krzewienia lub w początku strzelania w źdźbło. Jeżeli w okresie krzewienia się jęczmienia jarego choroby rozwijają się słabo i wolno, a silniejsze porażenie występuje dopiero na górnych liściach w okresie strzelania w źdźbło, to zaleca się opryskiwanie w tym czasie, ale nie później niż w początku kłoszenia. Zabieg przeprowadzony później jest znacznie mniej efektywny [Pecio i Bichoński 2003]. Gdy jęczmień kłosi się, ma już tzw. starczą odporność i choroby, które pojawiają się później, nie mają istotnego wpływu na plon [Jańczak i Pokacka 1994].

Korzystny wpływ fungicydów na plonowanie jęczmienia jarego stwierdziło wielu autorów [Głazek 2000, Kaniuczak 2001, Szmigiel i Oleksy 1998]. Według Webera [1999] zastosowanie fungicydów może częściowo ograniczyć ujemne skutki nieprzestrzegania zasad prawidłowego zmianowania. W badaniach Kaniuczaka [2001] zastosowane zabiegi ochrony roślin pozwoliły na uzyskanie wzrostu plonów ziarna jęczmienia jarego średnio o  $0,77 \text{ t ha}^{-1}$ . Oprysk fungicydem jest zabiegiem prostym i skutecznym, ale należy go stosować we właściwym czasie, związanym z pojawianiem się pierwszych objawów chorobowych [Korbas i Kubiak 1998, Maumene i Couleaud 1998]. Opóźnione ich stosowanie, wywołane nadzieją uniknięcia oprysku jest ryzykowne, gdyż fungicyd może okazać się nieskuteczny. Porażone przez patogeny rośliny dają wówczas słabiej wykształcone ziarno.

Straty w plonie ziarna powodowane przez patogeny można ograniczyć przez stosowanie w produkcji odpowiednich fungicydów, uprawę odmian odpornych i wykorzystanie naturalnych mechanizmów współzależności roślin między sobą i środowiskiem [Gacek 1985]. Istotne znaczenie dla ograniczenia rozprzestrzeniania się mączniaka prawdziwego ma hodowla odmian odpornych [Czembor 2004]. Odporność uprawianych odmian na patogeny i możliwe ich zróżnicowanie jest jednym z ważniejszych elementów

nowoczesnej proekologicznej produkcji rolniczej. Odporność typu Mlo odgrywa najważniejszą rolę w hodowli nowych odmian jęczmienia jarego w Europie, ponieważ jak dotąd nie stwierdzono w świecie występowania patotypów *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* wirulentnych w stosunku do genu mlo [Czembor J.H. i Czembor H.J. 2001]. Odporność warunkowana genem mlo jest unikalną, monogeniczną i rasowo niespecyficzną odpornością. U pierwszych odmian komercyjnych z genem mlo występował dość duży efekt plejotropowego działania tego genu, objawiający się nekrotyczną plamistością liści. W ostatnich kilku latach w Polsce i w krajach UE w produkcji jest od 20–30% odmian jęczmienia jarego z genem mlo.

Jęczmień atakowany jest przez wiele szkodników, które mogą obniżyć plon nawet o 50% oraz pogarszają jakość ziarna. Do najgroźniejszych szkodników żerujących na jęczmieniu jarym należą: mszyce, skrzypionki, a także miniarki i wciornastki. W warunkach intensywnej uprawy jęczmienia wzrasta ostatnio zagrożenie ze strony owadów żerujących na liściach zbóż, jakimi są chrząszcze i larwy skrzypionek z rodziny stonkowatych. Dominującym gatunkiem jest skrzypionka zbożowa, natomiast mniej licznie występuje skrzypionka błękitka. Żer larw trwa około 3 tygodnie i powoduje uszkodzenie aparatu asymilacyjnego – liści flagowych i podflagowych. Z badań IOR wynika, że larwy obydwu gatunków mogą spowodować obniżkę plonu ziarna od 0,2 do 0,9 t ha<sup>-1</sup> [Mrówczyński i Bubniewicz 1997]. Występowanie mszyc na jęczmieniu może być przyczyną uzyskiwania niższych plonów o gorszej jakości. W badaniach przeprowadzonych przez IOR przy zwalczaniu mszyc uzyskano wyższy plon o 0,4 t ha<sup>-1</sup>. Jednocześnie przeprowadzone analizy jakości ziarna pochodzącego z roślin, na których żerowały mszyce, wykazywały mniejszą zawartość niektórych aminokwasów. Wszystkie szkodniki zwalczą się po stwierdzeniu przekroczenia ekonomicznego progu szkodliwości.

Obecnie coraz większe znaczenie odgrywa zintegrowana ochrona roślin, czyli łączne stosowanie wszystkich dostępnych sposobów i metod zwalczania agrofagów. Jednym z jej elementów jest metoda biologiczna, która polega na zastosowaniu organizmów żywych lub ich metabolitów do czynnego i bezpośredniego zmniejszania lub niszczenia populacji szkodników i patogenów roślin. W Danii prowadzone są badania nad możliwością wykorzystania grzybów antagonistycznych przeciw *Fusarium culmorum* u zbóż [Tylkowska 1996]. Dużą rolę w zwalczaniu chorób lub zapobieganiu im ma także przestrzeganie zasad prawidłowego nawożenia mineralnego. Wynikiem niedoboru potasu jest zwiększona zawartość cukrów prostych oraz niekorzystny stosunek azotu niebiałkowego do białkowego. Podwyższona ilość wolnych aminokwasów zwiększa podatność roślin na choroby grzybowe, np. fuzariozy [Jadczyzyn 2002].

Odmiany rolnicze charakteryzują się zróżnicowaną odpornością na choroby. Spośród zarejestrowanych w Polsce odmiana nagoziarnista Rastik wykazuje dość dużą odporność na plamistość siatkową oraz małą – na mączniaka prawdziwego, natomiast odmiana Rataj odpowiednio: średnią i małą [COBORU 2007]. W badaniach Liszewskiego i in. [2004] ustalono, że odmiana Rastik charakteryzowała się większą podatnością na plamistość siatkową oraz choroby podsuszkowe niż odmiana oplewiona Rataj.

Jednym z wyróżników jakości ziarna jest jego zdrowotność, czyli stan fitosanitarny [Narkiewicz-Jodko 1998]. W praktyce oznaczenie to ogranicza się wyłącznie do określenia ziaren spleśniałych oraz ustalenia właściwej barwy i zapachu ziarna. Obserwowane zmiany cech organoleptycznych ziarna świadczą o niekorzystnych procesach w nim

zachodzących [Gąsiorowski 2000 a, 2000 b]. Zmiany te stwierdza się zarówno bezpośrednio po zbiorze ziarna, jak i w czasie jego przechowywania. 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. [Narkiewicz-Jodko 1998].

Zdrowotność ziarna zależy od wielu czynników, między innymi od cech genetycznych odmian, warunków atmosferycznych panujących w czasie wegetacji roślin, technologii uprawy, zbioru i warunków przechowywania. Należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiedni dobór odmian, poprawną agrotechnikę, a zwłaszcza chemiczną ochronę roślin oraz właściwe nawożenie azotem [Liszewski i Błażewicz 2001]. Niepożądane są wyższe dawki nawożenia azotem, gdyż sprzyjają rozwojowi grzybów z rodzaju *Fusarium* zarówno na powierzchni, jak i wewnątrz ziarna [Płaskowska i in. 2001].

Jakość ziarna jęczmienia browarnego i siewnego zależy w znacznym stopniu od opowania przez różne gatunki grzybów, ponieważ mogą one powodować między innymi zmniejszenie energii kiełkowania ziarna oraz wpływać na obniżenie ekstraktywności sódów i zmianę lepkości brzeczki [Płaskowska i in. 2001].

Produkty przetwórstwa zbóż, podobnie jak ziarno, mogą być zanieczyszczone mikotoksynami. Ryzyko zanieczyszczeń wzrasta w przypadku pośladu, czyli ziarna chudego, niedostatecznie rozwiniętego, z widocznymi oznakami pleśni. W naszych warunkach klimatycznych największe ryzyko pochodzi ze strony grzybów toksynotwórczych „polowych” rodzaju *Fusarium* (wytwarzają mikotoksyny z grupy trichotecen – deoksyniwalenol DON, zwany często womitoksyną, niwalenol NIV, toksyna T-2) i magazynowych („przechowalniczych”) rodzaju *Penicillium* (wytwarzają ochratoksynę A) [Gąsiorowski 2000 a, 2000 b, Płaskowska i in. 2001].

Mikroorganizmy występujące na ziarnie mogą mieć bardzo niekorzystny wpływ na jakość piwa produkowanego ze sódów jęczmiennych, objawiający się wypienieniem (gushing), wzrostem zawartości amin biogennych oraz pojawieniem się mikotoksyn szkodliwych dla ludzi [Chełkowski 1985].

Wprowadzenie dokładnej oceny fitosanitarnej ziarna pozwoliłoby uniknąć wielu strat surowca zbożowego spowodowanych przez grzyby [Narkiewicz-Jodko 1998]. 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 wypienienie (*F. culmorum* i *F. graminearum*), w największym stopniu obniżają energię kiełkowania jęczmienia. Powodują one także zmiany w ekstraktywności sódów, aktywności amylaz oraz zawartości wolnego azotu aminowego [Chełkowski 1985]. Określenie procentowego udziału tych gatunków w ogólnej liczbie izolatów *Fusarium* spp. może stanowić dodatkowe kryterium oceny przydatności słodowniczej ziarna.

W literaturze brak jest informacji na temat składu gatunkowego grzybów patogenicznych zasiedlających ziarno nagie.

## Wpływ warunków zbioru na jakość ziarna

Ważnym elementem technologii uprawy zbóż jest odpowiednio przeprowadzony zbiór. Podczas zbioru, omłotu i czyszczenia ziarna odmiany nagoziarnistej należy starannie dobierać parametry urządzeń niż w przypadku ziarna oplewionego. Ziarno jęczmienia i owsa pozbawione plewki częściej bywa dyskwalifikowane w ocenie laboratoryjnej z powodu niskiej czystości i zdolności kiełkowania w porównaniu z ziarnem odmian oplewionych. Budowa ziarniaka i brak plewki sprawiają, że ziarniaki nagie są bardziej narażone na zgniatanie i ściskanie w czasie zbioru i uszlachetniania niż oplewione. Podczas omłotu, kiedy oddziela się plewka, może nastąpić uszkodzenie lub wybite zarodka. Konieczna i in. [2002] w swoich badaniach potwierdzają mniejszą odporność ziarna jęczmienia nagiego na urazy mechaniczne podczas zbioru. Nie bez znaczenia jest termin zbioru, dobór parametrów kombajnu, czyszczalni i suszarni. Kolasińska i Boros [2004] także ustaliły, że ziarniaki nagie zbierane kombajnowo częściej ulegały uszkodzeniom niż oplewione. Wzrost uszkodzeń stwierdzono również po zastosowaniu kompleksowych zabiegów czyszczenia. Obniżona wartość siewna może być związana z większą podatnością ziaren nagich na choroby, wynikającą z łatwiejszego dostępu patogenów, które wydatnie zmniejszają zdolność kiełkowania, a także pogarszają zdolność przechowalniczą ziarna [Błaszkowski i Piech 2002, Narkiewicz-Jodko i in. 2004]. Zdolność kiełkowania ziaren odmiany oplewionej Rataj zbieranej kombajnem poletkowym i kombajnem polowym „Bizon” wynosiła odpowiednio 90,7 i 81,7%. Jeszcze większe różnice (13%) stwierdzono w przypadku oceny ziarna odmiany Rastik [Konieczna i in. 2002]. Wartość siewna odmiany nagoziarnistej jest potencjalnie wysoka, pod warunkiem stosowania właściwych warunków zbioru i przechowywania.

## Jakość ziarna

Głównymi kryteriami, na podstawie których przeprowadza się kwalifikację jęczmienia na jęczmień paszowy lub konsumpcyjny, są wyrównanie ziarna i udział zanieczyszczeń [Jurga 2002]. Im w masie ziarna jęczmienia występuje mniej zanieczyszczeń oraz im lepsze jest wyrównanie ziarna, tym opłacalność przerobu takiego ziarna wzrasta. Dodatkowo wśród praktyków wyżej ceniony jest jęczmień o cienkiej plewce i wyższej szklistości, a u jęczmienia nagoziarnistego – ziarno o wysokiej zawartości białka.

Obowiązujące obecnie standardy produkcji bezpiecznej żywności zwierzęcego pochodzenia stawiają wysokie wymagania jakościowe dla pasz stosowanych w żywieniu zwierząt, w tym dla produktów przetwórstwa zbóż na cele paszowe, zwłaszcza w zakresie jakości higienicznej (zdrowotnej). Produkty przetwórstwa zbóż będące przedmiotem obrotu rynkowego powinny być określone pod względem wartości pokarmowej, czystości mikrobiologicznej, obecności substancji niepożądanych i szkodliwych. Wartość paszowa produktów przetwórstwa zbóż zależy od zawartości i przyswajalności podstawowych składników pokarmowych, takich jak: białko, włókno, skrobia, tłuszcz i od mikroskładników użytecznych: mikroelementów, witamin. Miarą jakości pokarmowej paszy jest też jej energia metaboliczna [Korol 1999]. O wartości pokarmowej produktów przetwórstwa, obok zawartości podstawowych składników pokarmowych, decyduje

zawartość substancji nieżywniowych, z których do najważniejszych należy włókno. Wartość pokarmowa otrąb zależy od rodzaju zboża (niska wartość otrąb jęczmiennych), grupy odmianowej i warunków vegetacji, a także od technologii przemiału zboża [Korol 2000]. Wymagania jakościowe dla otrąb pszennych, żytnich, jęczmiennych, owsianych, gryczanych i z prosa zawiera Polska Norma PN-75-R-64766 Pasze. Otręby zbożowe. Norma uwzględnia, dla jęczmienia: wilgotność do 14%, zawartość białka – 12%, zawartość włókna do 13%, przesiew przez sito (całkowity przez sito o boku oczka 4 x 4 mm), zanieczyszczenia otrębami innych gatunków zbóż do 5%, zawartości zanieczyszczeń organicznych (słoma, kłosa, plewy do 1%, w tym zawartość materiałów i nasion szkodliwych dla zdrowia zwierząt, takich jak: kąkol, życica, sporysz do 0,1%). Nasiona toksyczne i szkodliwe (przytulia, kąkol, życica) powinny być usuwane na etapie czyszczenia ziarna zbóż. Zawartość zanieczyszczeń mineralnych nierozpuszczalnych w 10% kwasie solnym określono na poziomie najwyższej 0,5%. Za niedopuszczalne uznano zanieczyszczenia materiałami obcymi, szkodliwymi dla zwierząt i obecność szkodników zbożowo-mącznych.

W ostatnich latach wzrasta znaczenie jęczmienia jako zboża konsumpcyjnego. Ziarno tego gatunku wzbudza w świecie coraz większe zainteresowanie technologów żywności i lekarzy dietetyków, którzy wskazują na bardzo korzystne jego właściwości odżywcze [Gąsiorowski 1998]. Fakt powołania w USA Narodowej Rady do spraw promocji jęczmienia jako pożywienia (National Barley Foods Council) potwierdza jego duże walory i ważną rolę w żywieniu człowieka [Kawka 2004, Kawka i Gąsiorowski 2000]. Polska należy do grupy państw najbardziej zagrożonych występowaniem chorób dietozależnych, takich jak: miażdżyca, choroba niedokrwienna, zawał serca, otyłość, nowotwory i osteoporoza. Niedobór błonnika pokarmowego w diecie jest jedną z ważniejszych przyczyn ich powstawania. Ziarno jęczmienia i produkty jęczmienne jako surowiec do produkcji żywności o dużej zawartości błonnika pokarmowego mogą pomóc w ograniczeniu schorzeń dietozależnych u ludzi z zakłóconą gospodarką lipidową i osób z hipercholesterolemią [Gąsiorowski 1998, Kawka 2005, Michniewicz i Gąsiorowski 1994].

Centralne Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowalnictwa Zbóż w Warszawie stawia następujące wymagania dla jęczmienia konsumpcyjnego (do przerobu w młynie i kaszarni): zapach typowy dla zdrowego ziarna, bez zapachu stęchłego i innego obcego, zabarwienie jednolite o naturalnym połysku plewki, niedopuszczalne jest pociemnienie ziarna i jego przebarwienie; pożądane jest bielmo szkliste, zanieczyszczenia najwyżej: nasion chwastów do 1%, ziaren obcych do 3%, bez porostu, wilgotność nie wyższa niż 15%, gęstość w stanie zsypanym minimum 65 kg hl<sup>-1</sup>, wyrównanie ziarna na sitach o otworach 2,2 mm, co najmniej 95% (złot z sita), zawartość β-glukanów nie mniej niż 4%. Ponadto ziarno powinno być zdrowe.

Jęczmień jest podstawowym surowcem wykorzystywanym w piwowarstwie. Przed wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej brzeczkę piwną można było produkować ze słodu jęczmiennego z dodatkiem surowców niesłodowanych, takich jak: ziarno zbóż (jęczmień, pszenica, ryż, kukurydza), cukier, syrop skrobiowy oraz dozwolonych substancji dodatkowych (preparaty enzymatyczne i stabilizujące, karmel spożywczy, ekstrakty i kwasy), w ilości nie przekraczającej 45%. Obecnie nastąpiła jeszcze większa liberalizacja związana z produkcją piwa, gdyż brak jest jakichkolwiek uregulowań

prawnych dotyczących zarówno otrzymywania brzezki, jak i piwa. Czynione są próby wykorzystania ziarna jęczmienia nagiego do produkcji sładów typu pilzneńskiego [Błażewicz i Liszewski 2003, Błażewicz i in. 2007] lub jako surowca niesłodowanego [Zembold i Błażewicz 2006].

Większość parametrów jakościowych ziarna przeznaczonego do produkcji sładów jest uwarunkowana genetycznie i właściwy dobór odmian zwiększa możliwość dostarczenia odpowiedniego surowca do słodowni. Słodownie stawiają rygorystyczne wymagania co do zewnętrznych parametrów ziarna, które musi być jednolite pod względem odmianowym oraz pozbawione zanieczyszczeń i pleśni. Ziarno o wilgotności nie większej niż 15% nie może być porośnięte ani uszkodzone i powinno posiadać jednolitą barwę z lekkim połyskiem, cienką i nie pomarszczoną plewkę oraz wykazywać swoisty zapach magazynowy.

W trakcie oceny przydatności słodowniczej ziarna jęczmienia jednym z podstawowych parametrów opisujących masę zbożową jest celność ziarna (procentowy udział ziarniaków o grubości powyżej 2,5 mm w całkowitej masie ziarna). Celność ziarna w I klasie przydatności browarnej [Polska Norma 1997] musi wynosić przynajmniej 95%, co jest wskaźnikiem dobrego wypełnienia skrobią i łączy się z dużą masą 1000 ziaren (40–45g). Według Kunze'go [1999] celność nie powinna być mniejsza niż 85% dla ziarna średniej jakości, natomiast ziarno jęczmienia bardzo dobrej jakości powinno wykazywać wartości przekraczające 95%. Uwzględniając wymagania słodowników [Kunze 1999], należy całkowity plon ziarna pomniejszyć o masę ziarniaków o grubości poniżej 2,5 mm, traktowaną w słodowni jako poślad nie nadający się do przerobu na sład.

Spśród parametrów wartości browarnej ocenianych w trakcie skupu zasadnicze znaczenie ma zawartość białka [Przulj i Momcilovic 2001], która powinna zawierać się w granicach 10,5–11,5% [Klockiewicz-Kamińska 1998, Polska Norma 1997]. Duża zawartość białka w ziarnie skorelowana jest ujemnie z: masą 1000 ziaren, celnością oraz plonem ziarna, ekstraktywnością sładów, liczbą Kolbacha, lepkością i stopniem ostatecznego odfermentowania brzezki. Z tego powodu w powszechnie stosowanej przy ocenie wartości browarnej ziarna metodzie Molina-Cano jednoznacznie określa się próg zawartości białka [Molina-Cano 1987]. Według Kunze'go [1999] zawartość białka w ziarnie powinna mieścić się w przedziale od 9 do 11,7%, gdyż przekroczenie tych wartości powoduje między innymi pogorszenie czasu splotu i barwy brzezki oraz stabilności koloidalnej piwa. Słodownicy twierdzą ponadto, że im więcej białka w ziarnie jęczmienia, tym uboższy w ekstrakt będzie otrzymany z niego sład [Błażewicz i in. 2007]. Zbyt wysoka zawartość białka w ziarnie związana jest nie tylko ze zmniejszeniem zawartości skrobi, ale może przedłużać czas namaczania i powodować nierównomierne pobieranie wody i kiełkowanie w czasie słodowania [Błażewicz i Liszewski 2001]. Jęczmień o zbyt małej zawartości białka (poniżej 9%) nie nadaje się również do produkcji piwa. Zawartość białka w ziarnie jest skorelowana z zawartością enzymów i ziarno ubogie w białko wykazuje niską siłę enzymatyczną [Edney 1996]. Odpowiednia zawartość enzymów odgrywa szczególnie ważną rolę, jeżeli w technologii produkcji piwa stosowany jest dodatek innego surowca, bogatego w skrobię.

Kolejną istotną cechą ziarna jęczmienia browarnego, oznaczaną w skupie, jest energia kiełkowania, która stanowi parametr określający stan fizjologiczny ziarna i miernik

jego żywotności [Korol 1999]. Ziarno jęczmienia browarnego bardzo dobrej jakości wykazuje zazwyczaj żywotność nie mniejszą niż 98%, a dobrej jakości – co najmniej 95%. Obniżona energia kiełkowania to zasadnicza wada ziarna dyskwalifikująca je jako surowiec do produkcji słodu [Kunze 1999], gdyż następstwem niskiej żywotności ziarna jest najczęściej pogorszenie stopnia rozluźnienia i kruchości słodu, zmniejszenie siły diastatycznej i ekstraktywności, wydłużanie czasu scukrzania słodu oraz pogorszenie stopnia ostatecznego odfermentowania brzezki.

Obecnie dąży się do tego, aby dobry jęczmień browarny posiadał niski poziom  $\beta$ -glukanów, które obok pentozanów i arabinoksylianów stanowią główne nieskrobiowe węglowodany ziarna jęczmienia. Polisacharydy nieskrobiowe, które są rozkładane w czasie słodowania tylko częściowo, zwiększają lepkość brzezki. W większości browarów preparaty zawierające enzymy hydrolityczne, rozkładające te węglowodany, używane są rutynowo jako środki zmniejszające lepkość brzezki, a także zwiększające ekstraktywność zacierów [Zembold i Błażewicz 2006].

W słodzie otrzymanym z ziarna o cechach mieszczących się w dopuszczalnych granicach określa się aktywność enzymów cytolitycznych, proteolitycznych i amylolitycznych, stopień rozluźnienia białkowego i skrobiowego, kruchość słodu, ekstraktywność słodu i parametry fizykochemiczne brzezki [Analytica EBC 1998, Kunze 1999]. Ekstraktywność jest jednym z ważniejszych wyróżników jakościowych słodu [Kunze 1999]. Słaba ekstraktywność słodu oznacza większą jego ilość, która jest potrzebna do wyprodukowania określonej ilości brzezki, co podnosi koszt produkcji piwa. Słód dobrej jakości powinien charakteryzować się ekstraktywnością nie mniejszą niż 81,6% s.m. [Klockiewicz-Kamińska 2007]. Ekstraktywność powinna być jak największa, bowiem od niej zależy ilość ekstraktu w brzezce piwnej. W ocenie wg Molina-Cano, po modyfikacji dokonanej przez COBORU [Klockiewicz-Kamińska 2007], od ekstraktywności zależy 40% wartości browarnej ziarna.

Ziarno jęczmienia jako surowiec niesłodowany, dużo tańszy od ziarna przeznaczonego do produkcji słodu, wymaga jedynie, poza obłuszczeniem i rozdrobnieniem, użycia preparatów enzymatycznych zwiększających ekstrakcję, głównie węglowodanów. Ziarno niesłodowane może być użyte do celów piwowarskich bezpośrednio po zbiorze, bez dojrzewania późniejszego. Obłuszczenie, czyli usunięcie plewki, ma na celu wyeliminowanie z ziarna niepożądanych w technologii produkcji piwa składników pogarszających jego walory smakowe. W procesie otrzymywania słodu piwowarskiego są one usuwane poprzez wyplukiwanie ich z plewki lub poprzez przemiany biochemiczne. Wraz z ziarnem niesłodowanym wprowadza się do brzezki przede wszystkim węglowodany, podlegające fermentacji podczas produkcji piwa. Alternatywą dla wykorzystania nienormalnego ziarna jęczmienia browarnego w piwowarstwie może być użycie ziarna pastewnej nagoziarnistej odmiany Rastik jako surowca niesłodowanego [Zembold i Błażewicz 2006]. Ziarno nagie, pomimo podwyższonej zawartości białka (nawet do 14%) na skutek wysokiego nawożenia azotem, nie straciło na ekstraktywności ani nie pogorszało zasadniczo cech brzezki piwnej [Błażewicz i Liszewski 2003, Błażewicz i in. 2007, Zembold i Błażewicz 2006].

Ważnym wskaźnikiem jakości ziarna zarówno konsumpcyjnego, browarnego, jak i siewnego jest masa 1000 ziaren [Błażewicz i Liszewski 2001, 2003, Narkiewicz-Jodko i in. 1996]. Cecha ta w głównej mierze jest determinowana przez czynnik genetyczny

[Biskupski i in. 1984], poziom nawożenia mineralnego [Liszewski i Błażewicz 2001] oraz warunki pogody panujące w czasie kształtowania ziarna [Błażewicz i in. 2003]. Masa 1000 ziaren jest dodatnio skorelowana z celnością, zawartością skrobi, a także z wydajnością ekstraktu, co ma duże znaczenie w przemyśle piwowarskim [Kunze 1999]. Ujemna zaś korelacja występuje pomiędzy masą 1000 ziaren a zawartością białka nierozpuszczalnego i pentozanów rozpuszczalnych [Marchylo i in. 1984]. Wysokie wyrównanie (celność) jest szczególnie ważne w młynarstwie i browarnictwie. Zdaniem Liszewskiego i Błażewicza [2001] wyrównanie zależy między innymi od cech odmianowych oraz nawożenia azotem. Często zbyt intensywne nawożenie azotem może zwiększać w plonie udział ziaren słabiej wykształconych, nieprzydatnych w słodownictwie czy w przemyśle kaszarskim. Duże dawki azotu sprzyjają krzewieniu się roślin i powodują wzrost plonu, ale ziarna drobnego. W uprawie jęczmienia paszowego jest to natomiast zjawisko korzystne, gdyż pomimo niewielkich rozmiarów ziarniaków zwiększa się ich ilość, a tym samym uzyskuje się większy plon ziarna, często o dużej zawartości białka [Błażewicz i in. 2007].

Szklistość pozorna stanowi także cechę, która zależy przede wszystkim od właściwości odmianowych i związana jest ze strukturą bielma, a w szczególności z ułożeniem ziaren skrobiowych w komórkach bielma [Narkiewicz-Jodko i Gil 1997]. Ważny w tym względzie jest także skład chemiczny ziarniaka (zawartość białka). Zależności te decydują o tym, czy ziarniak zostanie uznany za „szklisty”, czy nie [Gąsiorowski 1997]. Przy ocenie jakości ziarna dużą uwagę zwraca się na jego właściwości enzymatyczne, a zwłaszcza aktywność amylolityczną, określaną liczbą opadania [Narkiewicz-Jodko i in. 1996].

Bardzo istotnym wskaźnikiem jakości ziarna jest jego energia i zdolność kiełkowania, szczególnie istotna dla jęczmienia browarnego oraz ziarna siewnego [Błażewicz i Liszewski 2001, Kunze 1999, Narkiewicz-Jodko i Schneider 1990, Narkiewicz-Jodko i in. 2004]. Wysoka energia kiełkowania ogranicza straty ekstraktu w procesie słodowania oraz pozwala uzyskać wysokiej jakości jednorodny sód. Ziarna nie kiełkujące są nie tylko bezużyteczne, ale nawet szkodliwe ze względu na podatność na porażenie przez drobnoustroje. Duża energia kiełkowania świadczy o tym, że zarodki są zdrowe i proces kiełkowania powinien przebiegać normalnie.

Ziarno jęczmienia istotnie różni się składem chemicznym od innych zbóż. Zawiera ono białko o wysokiej wartości biologicznej, dużo błonnika pokarmowego, w tym tak cennego  $\beta$ -glukanu, oraz wszystkie natywne formy witaminy E. Ta szczególna kombinacja składników odżywczych zawartych w ziarnie jęczmienia decyduje o jego walorach fizjologiczno-żywnościowych [Kawka i in. 1998]. W jęczmieniu, podobnie jak w owsie, występują istotne różnice w składzie chemicznym ziarna oplewionego i nagoziarnistego, wynikające z obecności plewki lub braku plewki kwiatowej. Skład ziarna oplewionego zależy od udziału znajdującej się w nim plewki, której średnia zawartość waha się w ilości 9–12% s.m. Podstawowe składniki plewki to: białko – 7,1%, tłuszcz – 2,1%, skrobia – 8,2%, pentozany – 20%, włókno surowe – 22,6% i popiół – 10%. Im większy jest udział plewki, tym też jest wyższa zawartość pentozanów, włókna surowego i składników mineralnych [Gąsiorowski 1997].

Znacznie bardziej jest zróżnicowany skład chemiczny poszczególnych części anatomicznych ziarna, ponieważ składniki chemiczne są tam rozmieszczone nierównomiernie.



Z tego względu wartość odżywcza przetworów zbożowych zależy nie tylko od rodzaju i składu chemicznego ziarna, ale również od stopnia jego przemiału [Gašiorowski i Kawka 1998]. Peryferyjne warstwy ziarna są najbogatsze w składniki cenne z punktu widzenia żywienia człowieka.

Najważniejszymi składnikami pokarmowymi ziarna zbóż, ze względu na jego wykorzystanie, są białka i węglowodany. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia waha się w granicach 10,5–14,5%, a dla krajowego jęczmienia browarnego średnia wynosi 11,4% ( $N \times 6,25$ ) [Kawka 2004]. Zawartość białka w ziarnie jęczmienia zależy głównie od cech odmianowych, modyfikowanych jednak przez zmienne warunki siedliskowe i zabiegi agrotechniczne, między innymi nawożenie azotem [Błażewicz i in. 2003]. Prawidłowa agrotechnika powinna mieć na celu stworzenie odpowiednich warunków do akumulacji białka i skrobi w ziarnie (Jurek i in. 2001).

Udział poszczególnych frakcji białka wynosi (w % azotu ogólnego): albuminy – 8,5–12,5%, globuliny – 2,3–5,7%, hordeina – 15,6–46,4%, gluteliny – 18,2–47,5% i azot białkowy – 7,5–16,9%. Biorąc pod uwagę wartość odżywczą ziarna zbóż znacznie ma nie tylko zawartość białka, ale również, i to w większym stopniu, jego skład aminokwasowy [Kawka i Gašiorowski 2000, Pomeranz i in. 1973]. Białka zbożowe nie dorównują białkom zwierzęcym pod względem składu aminokwasowego, ze względu na ograniczoną zawartość lizyny, tryptofanu i metioniny. Wartość biologiczna białek jęczmienia jest dosyć wysoka. Białko tego gatunku zawiera więcej lizyny aniżeli pszenicy i kukurydzy, a mniej niż żyta i owsa. Strawność białka warstw zewnętrznych ziarna jest przy tym niższa niż strawność białka bielma. W białkach jęczmienia głównym aminokwasem ograniczającym jest lizyna, następnie treonina, a w białku jęczmienia nagoziarnistego także leucyna. W białku jęczmienia oplewionego i nagoziarnistego średnia ogólna zawartość aminokwasów egzogennych wynosi odpowiednio 31,96 i 30,78 g · 100 g<sup>-1</sup> białka [Bansal i in. 1977, Gašiorowski i Kawka 1997]. W jęczmieniu nagoziarnistym znajduje się nieco więcej kwasu glutaminowego i proliny oraz nieznacznie mniej pozostałych aminokwasów. W miarę wzrostu zawartości białka w odmianie zwiększa się przede wszystkim koncentracja białek zapasowych: hordeiny, gluteliny (bogate w kwas glutaminowy i prolinę), a zmniejsza się koncentracja białek typu albumin i globulin, które są bogate w odżywczy aminokwas lizynę. Pomeranz i in. [1973] stwierdzili, że ziarna o większej zawartości białka zawierały więcej kwasu glutaminowego i proliny oraz mniej pozostałych aminokwasów niż o małej jego zawartości. Według tych autorów istnieje wysoka ujemna korelacja pomiędzy zawartością lizyny a głównymi aminokwasami białek zapasowych w zbożach (kwas glutaminowy, prolina). Ogólnie stwierdza się, iż białka konstytucyjne (albuminy i globuliny) cechują się znacznie wyższą wartością biologiczną niż białka zapasowe (gluteliny i prolaminy). Również wyniki prac hodowlanych zbóż wskazują, iż zmianom składu aminokwasowego białka ogółem towarzyszą modyfikacje zawartości frakcji białkowych [Majcherczak i in. 2003]. Zmiany składu frakcyjnego białka ogółem zbóż, a więc i jego składu aminokwasowego, mogą być konsekwencją zmian w budowie anatomicznej samego ziarniaka. Zmiana proporcji części anatomicznych ziarna, w szczególności zwiększenie masy zarodka lub warstw aleuronowych, może spowodować poprawę jakości białka pod względem aminokwasowym. Białka strukturalne (albuminy i globuliny) znajdują się w przeważającej części w zarodku i w warstwie aleuronowej, a zapasowe (gluteliny i prolaminy) w bielmie –

w postaci ciał białkowych. W wyniku nawożenia azotem wzrasta masa 1000 ziaren, co osiągane jest głównie przez zwiększenie masy bielma w stosunku do pozostałych części ziarniaka, a w okresie wypełniania się ziarna zachodzi na ogół synteza białek zapasowych, z przewagą prolamin [Kirkman i in. 1982].

Mono- i oligosacharydy występują w ziarnie jęczmienia w niewielkich ilościach, natomiast wielocukry typu skrobi, hemiceluloz i celulozy znajdują się w dużych ilościach. Zawartość skrobi mieści się w przedziale od 58 do 64% i jest modyfikowana przez czynniki genetyczne i środowiskowe [Widera 1999]. Znaczenie żywieniowe skrobi wynika ze stosunku amylozy do amylopektyny. Amyloza jest bowiem trudniej trawiona niż amylopektyna. Skrobia jęczmienna może zawierać od 0 do 40% amylozy. Stąd wynika zróżnicowana strawność skrobi jęczmiennej i jest niższa w porównaniu do innych zbóż.

Hemicelulozy występują w ziarnie i słomie, z tym że w ziarnie – głównie w częściach otrębiastych i ścianach komórkowych – jako substancje towarzyszące celulozie i ligninie. W całym nieobłuszczonej ziarnie ich zawartość wynosi ok. 10%. Ziarno jęczmienia oplewionego zawiera ok. 5% celulozy, natomiast w jęczmieniu nagoziarnistym występuje tylko 1/3 tej ilości celulozy. Lignina znajduje się w ziarnie w mniejszych ilościach; całe ziarno zawiera ok. 3,5% ligniny [Gąsiorowski 1997, Kawka 2004].

Ziarno jęczmienia jest ważnym źródłem błonnika pokarmowego (frakcji nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych) [Wołoch i Pisulewski 2003]. Wśród składników wchodzących w skład błonnika pokarmowego, oprócz celuloz i lignin, znajdują się także związki pentozanowe oraz  $\beta$ -glukany [Michniewicz i in. 1998, Spychaj i in. 2002]. Według badań Gąsiorowskiego i Kawki [1998] zawartość błonnika pokarmowego ogółem w jęczmieniu kształtowała się w przedziale 22,6–29,1%. W ziarnie jęczmienia oplewionego błonnik rozpuszczalny stanowił ok. 23% całkowitej zawartości błonnika pokarmowego. Zawartość  $\beta$ -glukanów w jęczmieniu kształtowała się w granicach 4,1–5,1%, pentozanów 5,7–8,0% i włókna surowego 4,1–5,9%.  $\beta$ -glukany należące do grupy polisacharydów nieskrobiowych stanowią istotną część błonnika pokarmowego. Skala zawartości  $\beta$ -glukanów w polskim jęczmieniu mieści się w granicach 3,8 do 5,1%. A więc jęczmień jest dobrym źródłem tych substancji [Gąsiorowski i Kawka 1998]. Obecność  $\beta$ -glukanów stwierdzono zarówno w bielmie, warstwie aleuronowej, jak i w zarodku.  $\beta$ -glukany są rozłożone dość równomierne w całym bielmie [Cierniewska i in. 1998].

Zawartość  $\beta$ -glukanów zależy zarówno od odmiany [Wołoch i Pisulewski 2002], jak i od zabiegów agrotechnicznych, takich jak: gęstość siewu i nawożenie azotem [Bichoński i in. 2003a] oraz chemiczna ochrona roślin [Bichoński i in. 2003b].

Niewiele jest prac dotyczących zawartości  $\beta$ -glukanów w ziarnie polskiej odmiany nieoplewionej Rastik [Spychaj i in. 2002, Wołoch i Pisulewski 2002]. Wołoch i Pisulewski [2002] stwierdzili, że różnice w zawartości  $\beta$ -glukanów pomiędzy ocenianymi formami jęczmienia nagoziarnistego (4,2%) i oplewionego (3,9%) były niewielkie. Natomiast Spychaj i in. [2002] wskazują na większą zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia oplewionego (Rataj) w porównaniu z odmianą nagoziarnistą (Rastik).

Jednym z ważniejszych czynników decydujących o wartości siewnej i technologicznej ziarna są warunki przechowywania. One także decydują o stanie fitosanitarnym ziarna [Narkiewicz-Jodko i in. 2004]. Podczas przechowywania ziarna w magazynach najważniejszym czynnikiem środowiska jest odpowiednia wilgotność powietrza i związana z nią wilgotność równoważna ziarna [Grzesiuk i Kulka 1981].

Zdaniem wielu autorów wilgotność względna powietrza powyżej 75% stanowi środowisko niebezpieczne dla ziarna, w którym istnieje ryzyko nawilżenia ziarna, bowiem powstają wtedy warunki umożliwiające początek kiełkowania zarodników pleśni. Nadmierna wilgotność ziarna wywołuje wiele ujemnych procesów w ziarniakach, a zwłaszcza wzmoczenie aktywności enzymatycznej, szybki wzrost natężenia oddychania i rozwój mikroflory saprofitycznej [Grzesiuk i Kulka 1981]. Straty jakościowe ziarna zbóż, wynikające ze złego stanu magazynów, niewłaściwej konserwacji ziarna oraz obecności grzybów „przechowalniowych” spowodowanej podwyższoną wilgotnością ziarna, mogą dochodzić w Polsce nawet do 60% masy ziarna [Ryniecki i Szamański 1998].

Grzyby zasiedlające ziarno zostały podzielone umownie na dwie ekologiczne grupy: grzyby „polowe” – porażające ziarno w czasie wegetacji roślin, począwszy od fazy kwitnienia do pełnej ich dojrzałości, oraz grzyby „przechowalniowe” – infekujące ziarno od momentu jego zbioru poprzez wszystkie czynności po zbiorze oraz podczas jego przechowywania. Według Wiłkojć i in. [1983] oraz Narkiewicz-Jodko [1986] ziarno zbóż po zbiorze jest wolne od grzybów „przechowalniowych”, z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*, lecz liczba ich gwałtownie wzrasta podczas jego przechowywania. Obecność grzybów z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* w ziarnie bezpośrednio po zbiorze świadczy o jego złym stanie i może stwarzać zagrożenie przy dalszym jego przechowywaniu. Wysoka wilgotność ziarna oraz obecność grzybów „przechowalniowych” jest przyczyną degradacji zdolności kiełkowania. Z badań wielu autorów wynika, że ziarno zbóż (żyto, pszenica, pszenżyto, jęczmień, owies) o wilgotności powyżej 16,0%, porażone głównie przez grzyby „przechowalniowe”, charakteryzowało się gorszą jakością oraz niską zdolnością kiełkowania [Wiłkojć i in. 1983]. Sposób przechowywania ziaren zależy od ich właściwości (wilgotności, składu chemicznego i cech fizycznych) oraz warunków środowiska magazynowego (wilgotności względnej powietrza i temperatury). Ustalenie właściwych warunków przechowywania umożliwia zachowanie dobrych cech jakościowych ziarna oraz pozwala zapobiegać stratom w czasie ich składowania. W literaturze brak informacji na temat wpływu warunków przechowywania na jakość ziarna nagiego i skład gatunkowy grzybów je zasiedlających.

### 3. CEL BADAŃ

W piśmiennictwie krajowym dotyczącym jęczmienia nagoziarnistego istnieje niewiele informacji związanych z jego przydatnością do produkcji pasz i konsumpcji. Od 1999 roku jest zarejestrowana w Polsce, jedyna jak dotąd, odmiana pastewna nagoziarnista jęczmienia jarego – Rastik. O przydatności ziarna dla celów przetwórczych decydują zarówno jego cechy towaroznawcze (masa 1000 ziaren, gęstość w stanie zsypnym, liczba opadania, szklistość pozorna, wyrównanie), jak i skład chemiczny. Zależą one przede wszystkim od budowy ziarniaka. Istotna różnica w składzie chemicznym między jęczmieniem zwyczajnym nagoziarnistym a oplewionym wynika z braku plewki stanowiącej zwykle 9–12% masy ziarna. Cecha ta, jak i o ok. 2,0% większa zawartość białka w porównaniu z odmianami oplewionymi, zwiększają wartość jęczmienia nagoziarnistego w żywieniu trzody chlewnej i drobiu oraz w produkcji kasz i płatków. Mimo zalet formy nagoziarnistej, zwłaszcza w żywieniu zwierząt i przemyśle spożywczym, szersze wprowadzenie do uprawy odmiany Rastik ogranicza między innymi niższy potencjał plonowania, jak również duża podatność na wyleganie.

Uzyskanie wysokiego i dobrego jakościowo plonu ziarna jęczmienia jest możliwe przy zastosowaniu optymalnej technologii uprawy. Najważniejszymi czynnikami mającymi wpływ na plonowanie jęczmienia są: nawożenie mineralne, ochrona roślin oraz odmiana. Do głównych czynników kształtujących cechy jakościowe ziarna zalicza się, oprócz właściwości genetycznych odmiany, dostępność składników pokarmowych, poziom agrotechniki, wpływ pestycydów, fazę dojrzałości roślin podczas zbioru, wilgotność ziarna, warunki przechowywania i inne.

Podsumowując, celem niniejszej pracy było określenie wpływu różnych technologii uprawy na plonowanie oraz jakość paszową i konsumpcyjną (dodatkowo browarną) ziarna nagoziarnistej odmiany Rastik. Określone uwarunkowania genetyczne odmiany nagoziarnistej pozwalają przypuszczać, że ma ona inne wymagania uprawowe w porównaniu z pozostałymi odmianami hodowlanymi jęczmienia jarego. Dlatego reakcja odmiany nagoziarnistej Rastik na różne warianty technologii uprawy została przebadana wraz z popularną i dobrze plonującą na Śląsku odmianą pastewną oplewioną – Rataj.

## 4. OPIS DOŚWIADCZEŃ

### Doświadczenie A

W latach 2000–2002 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe z jęczmieniem jarym w układzie losowanych podbloków w 4 powtórzeniach z trzema czynnikami zmiennymi: technologią uprawy, odmianą i terminem zbioru.

Czynnik 1 – technologia uprawy:

- ekstensywna bez nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin;
- standardowa z nawożeniem przed siewem:  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $50 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  i ochroną roślin z użyciem herbicydu: Aminopielik D 450 SL w dawce  $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz fungicydu: Tilt Plus 400 EC w dawce  $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ;
- intensywna z nawożeniem całkowitym w ilości  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , rozłożonym na dwie dawki: przed siewem  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz w fazie 2. kolanka –  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Przed siewem zastosowano nawożenie fosforem –  $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  i potasem –  $100 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Dla ochrony roślin zastosowano herbicydy Compete 240 EC w dawce  $0,06 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  i Granstar 75 WG w ilości  $8 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ , fungicyd Tilt 400 EC w dawce  $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz retardant Cerone 480 SL w dawce  $0,75 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Czynnik 2 – odmiana:

- Rastik (nagoziarnista),
- Rataj (oplewiona).

Czynnik 3 – termin zbioru:

- wczesny (początek dojrzałości pełnej),
- optymalny (1 tydzień później),
- opóźniony (2 tygodnie później, w odniesieniu do terminu wczesnego).

Doświadczenia zakładano w stanowisku po rzepaku ozimym. Uprawa roli pod jęczmień nie odbiegała od zasad konwencjonalnej agrotechniki. Po zbiorze przedplonu wykonywano każdego roku zespół uprawek późniwnych, w tym podorywkę oraz orkę przedzimową. Wiosną, w ramach uprawek przedsiewnych, zastosowano agregat uprawowy, złożony z wału strunowego i kultywatora. Do siewu użyto materiału siewnego w stopniu K1, zaprawionego preparatem Premis Universal 275 FS. Jęczmień został wysiany siewnikiem poletkowym w ilości 300 ziaren na  $1 \text{ m}^2$  (odmiana Rataj) oraz 400 ziaren na  $1 \text{ m}^2$  (odmiana Rastik). Zastosowano rozstaw rzędów –  $12,5 \text{ cm}$  i głębokość przykrycia ziaren –  $3 \text{ cm}$ . Terminy siewu w latach były następujące: 05.04.2000 r., 04.04.2001 r., 02.04.2002 r. Nawożenie mineralne oraz chemiczne zabiegi ochrony roślin wykonano zgodnie ze schematem doświadczenia. Fosfor i potas zastosowano w formie superfosfatu potrójnego granulowanego oraz w postaci 60% soli potasowej. Azot podany został w postaci 34% saletry amonowej. Drugą dawkę nawożenia azotem zastosowano w fazie

2. kolanka. Opryski herbicydowe wykonano w fazie krzewienia się roślin, a fungicyd zastosowano w fazie strzelania w źdźbło. Nasilenie szkodników w poszczególnych sezonach wegetacyjnych było niewielkie, jedynie w roku 2000 konieczne było zastosowanie w fazie kłoszenia oprysku przeciw mszycom preparatem Fastac 10 EC (150 ml ha<sup>-1</sup>). Zbiór jęczmienia został przeprowadzony kombajnem poletkowym zgodnie z metodyką.

## Doświadczenie B

Doświadczenie miało na celu ocenę stanu odżywienia roślin azotem, pod wpływem wzrastających dawek nawozowych tego składnika, z zastosowaniem testu SPAD. W latach 2001–2002 założono ściśle doświadczenie polowe przeprowadzone w układzie split-block z dwoma czynnikami: nawożenie azotem oraz odmiana.

Czynnik 1 – nawożenie N (kg ha<sup>-1</sup>):

- dawki - 0, 25, 50, 75 (50 + 25), 100 (50 + 50), 100 (75 + 25), 125 (100 + 25).

Czynnik 2 – odmiana

- Rastik (nagoziarnista),
- Rataj (oplewiona).

Azot podany był w postaci 34% saletry amonowej. Pierwszą dawkę azotu podano przedsięwzięciu, a drugą pogłównie w fazie 2. kolanka.

Wszystkie zabiegi agrotechniczne (poza nawożeniem azotem) zostały wykonane według technologii intensywnej zastosowanej w doświadczeniu A. Zbiór wykonano w terminie optymalnym.

Doświadczenia zakładano corocznie w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice koło Wrocławia na glebie średniej typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej. Zaliczono ją do kompleksu pszennego dobrego, klasy IIIb. Zasobność gleby w fosfor określono jako wysoką w roku 2000 (16,6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 100 g gleby) oraz bardzo wysoką w latach 2001 (25,0 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na 100 g gleby) i 2002 (21,8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg na 100 g gleby), natomiast zasobność gleby w potas w pierwszych dwóch latach prowadzenia doświadczenia była średnia ( 18,0 mg oraz 18,6 mg K<sub>2</sub>O na 100 g gleby), a w 2002 roku bardzo wysoka (28,7 mg K<sub>2</sub>O na 100 g gleby). Gleba charakteryzowała się średnią zawartością magnezu w pierwszym roku badań (6,5 mg Mg na 100 g gleby), natomiast bardzo wysoką w pozostałych latach (w 2001 r. – 10,0 mg oraz w 2002 r. – 12,6 mg Mg na 100 g gleby). Odczyn gleby był lekko kwaśny (pH od 6,1 do 6,5).

## 5. METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Podczas wegetacji prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju jęczmienia. Zagęszczenie roślin określono bezpośrednio po wschodach, ustalono dynamikę wzrostu, wykonując pomiary wysokości w odstępach 7-dniowych, począwszy od końca krzewienia się roślin. Oceny zachwaszczenia dokonano w fazie dojrzałości mleczej jęczmienia. W okresie od fazy 1. kolanka do fazy dojrzałości woskowej jęczmienia wykonywano (w latach 2001 i 2002) w odstępach 5–7-dniowych pomiary stanu odżywienia roślin polowym miernikiem SPAD-502 (Minolta Ltd., Japonia) w środkowej części najmłodszego w pełni rozwiniętego liścia. Pomiary wykonywano na każdym poletku, w obu doświadczeniach.

Na każdym poletku określono liczbę źdźbeł i kłosów produktywnych przypadającą na 1 m<sup>2</sup>. Na 10 roślinach z poletka ustalono masę ziarna z kłosa i liczbę ziarniaków w kłosie. Plon ziarna podano przy 15% zawartości wody. Zróżnicowanie wielkości plonów ziarna pod wpływem badanych czynników oceniono na podstawie analizy wariancji, uwzględniając test t-Studenta, przy współczynniku ufności 0,05.

W ramach doświadczenia A dokonano oceny porażenia jęczmienia przez *Pyrenophora teres*. W tym celu przeprowadzono obserwacje na 100 źdźbłach, na poletkach przeznaczonych do zbioru w terminie optymalnym, w fazie kłoszenia jęczmienia w oparciu o skalę 9-stopniową podaną przez Kaczyńskiego i in. [1998], gdzie 1 – oznacza rośliny zdrowe, 9 – silnie porażone. Dla każdego z powtórzeń obliczono stopień porażenia, posługując się wzorem:

$$I_p = \sum (Ax B) / n \quad (5.1)$$

gdzie:

$\sum (Ax B)$  – suma iloczynów roślin porażonych w określonym stopniu  $A$  przez odpowiadającą im wartość porażenia –  $B$ ,  
 $n$  – liczba wszystkich ocenianych roślin.

Wyniki badań dotyczące wpływu czynnika 1. (technologia uprawy) i 2. (odmiana) na zdrowotność roślin opracowano statystycznie przy użyciu analizy wariancji, przy współczynniku ufności 0,05.

Ocenę wylegania przeprowadzono przed zbiorem jęczmienia. Stopień wylegania oceniono szacunkowo w skali 9-stopniowej (9 – brak wylegania).

Osypywanie ziarna przeprowadzono szacunkowo według 9-stopniowej skali, zgodnie z metodyką przyjętą przez COBORU [Kaczyński i in. 1998].

## BADANIA LABORATORYJNE

Badania składu chemicznego przeprowadzono corocznie w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Białko ogółem określono metodą Kjeldahla ( $N \times 6,25$ ), tłuszcz surowy – z wykorzystaniem ekstrakcji bezwodnym eterem etylowym w aparacie Soxhleta, a włókno surowe – metodą Henneberga-Stohmanna. Po mineralizacji w temp.  $600^{\circ}\text{C}$  określono zawartość popiołu surowego. Udział bezazotowych związków wyciągowych obliczono z różnicy całej suchej masy i łącznej zawartości pozostałych składników w niej zawartych. Fosfor oznaczono metodą kolorymetryczną (wanadowo-molibdenową), a zawartości potasu, wapnia, magnezu i sodu określono metodą fotometrii płomieniowej.

W laboratorium Katedry Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż UP we Wrocławiu oznaczono pozostałe wyróżniki wartości żywieniowej i technologicznej ziarna oraz dokonano oceny zdrowotności ziarna po zbiorze oraz po przechowywaniu.

Metodą Singh'a i Sastry'ego [1977] ustalono zawartość czterech grup białek: albumin, globulin, hordeiny oraz glutelin. Wyniki podano jako udział danej frakcji w suchej masie (% s.m.) oraz w białku ogółem (% b.o). Zawartość pentozanów ogółem i rozpuszczalnych oznaczano metodą kolorymetryczną opisaną przez Subdę [1984]. Z różnicy pentozanów ogółem i rozpuszczalnych obliczono zawartość pentozanów nierozpuszczalnych. Zawartość  $\beta$ -glukanów oznaczano metodą McCleary'ego i Codd'a [1991], a skrobię – metodą polarymetryczną Lintnera [Jakubczyk i Haber 1981]. Wszystkie analizy wykonano w dwóch powtórzeniach na próbach obiektowych. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic między średnimi określono za pomocą testu Duncana przy  $P = 0,95$  [Gawęcki i Wagner 1984].

Cechy towaroznawcze ziarna ustalono w oparciu o ogólnie przyjęte normy [Jakubczyk i Haber 1981]. Jako wyrównanie uznano procentowy udział frakcji ziarna o grubości powyżej 2,5 mm w ogólnej masie ziarna.

Ocenę mikologiczną przeprowadzono natomiast według metodyki podanej przez de Tempe [1970], dla badanych czynników w doświadczeniu A. Z każdej badanej próby pobierano 200 ziaren: 100 z nich wykładano bezpośrednio (bez przemywania wodą) na 2% pożywkę maltozową (MA), a pozostałe 100 odkażano 1% roztworem podchlorynu sodu przez 10 min. Zabieg ten miał na celu wyeliminowanie grzybów występujących na powierzchni ziarna. Następnie ziarno wykładano również na pożywkę agarową w szalkach Petriego. Inkubację prowadzono w termostacie w temp.  $22^{\circ}\text{C}$ . Wyrastające kolonie grzybów odszczepiano na skosy agarowe oraz na pożywki standardowe. Wszystkie wyodrębnione z ziarna grzyby zidentyfikowano pod względem gatunku.

Zdrowotność ziarna w zmiennych warunkach przechowywania oceniono na materiale ze zbioru w terminie optymalnym. Kontrolę stanowiło ziarno przed przechowywaniem, o wilgotności (11,2%). Próby ziarna zostały umieszczone w płóciennych woreczkach i przechowywane w higrostatkach z kontrolowaną wilgotnością względną, powietrza na poziomie 40%, 60%, 85% przez okres dwóch miesięcy. W czasie przechowywania wilgotność ziarna ulegała stopniowym zmianom, aż do momentu uzyskania wilgotności równowaznej, która wynosiła, odpowiednio dla warunków: 9,6%, 12% oraz 18,4%. Cechy jakościowe poddano analizie wariancji, przy  $P=0,95$ . Wyniki dotyczące zdrowotności ziarna jęczmienia nie były poddane analizie statystycznej.



Analizy składu aminokwasowego wykonano w laboratorium Katedry Żywnienia Zwierząt i Paszoznawstwa UP we Wrocławiu. Skład aminokwasowy ustalono w ziarnie z optymalnego terminu zbioru w 2002 roku. Zawartość aminokwasów oznaczono metodą postkolumnowej derywatyzacji z zastosowaniem kolumny jonowymiennej. Wykorzystano analizator aminokwasów Microtechna Praha. Tryptofan oznaczono metodą kolorymetryczną.

Wilgotność ziarna podczas zbiorów określono w Instytucie Inżynierii Rolniczej UP we Wrocławiu. W tym celu ziarno poddano suszeniu w suszarkach przez dwie doby, w temperaturze powietrza 105°C.

Do ustalenia wartości energetycznej netto (*nett energy value*) ziarna wykorzystano równoważniki energetyczne fizjologiczne Atwatera, tj. 4 kcal g<sup>-1</sup> (0,017 MJ g<sup>-1</sup>) – dla białek i węglowodanów oraz 9 kcal g<sup>-1</sup> (0,038 MJ g<sup>-1</sup>) – dla tłuszczów [Gertig i Gawęcki 2001].

Parametry jakościowe ziarna dla celów słodowniczych określono poprzez oznaczenie: celności (udział ziarna o grubości >2,5 mm) przy użyciu sit Vogla, energii kiełkowania metodą Schönfelda oraz obliczenie plonu ziarna celnego [Kunze 1999]. Ziarno pochodziło z doświadczenia B. Słodowanie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa UP we Wrocławiu, stosując warunki moczenia, roszczenia i suszenia sładów jak przy otrzymywaniu sładów typu pilzneńskiego [Błażewicz i Liszewski 2003]. W sładach oznaczono siłę diastatyczną metodą Windischa-Kolbacha oraz zawartość białka metodą Kjeldahla, obliczono ekstraktywność i liczbę Kolbacha. W brzeczkach laboratoryjnych oznaczono: lepkość przy użyciu wiskozymetru Höplera, ekstrakt metodą piknometryczną, zawartość azotu metodą Kjeldahla oraz stopień ostatecznego odfermentowania [Analytica EBC, 1998]. Oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Ziarno jęczmienia jarego odmian Rastik i Rataj oceniono pod względem wartości browarnej, według punktowej skali opracowanej przez Molina-Cano [Molina-Cano 1987], z modyfikacją dokonaną przez COBORU [Klockiewicz-Kamińska 2007].

## 6. WYNIKI BADAŃ

### 6.1. Wzrost i rozwój jęczmienia na tle przebiegu pogody

Siewy jęczmienia wykonano w pierwszej dekadzie kwietnia, a zróżnicowanie wschodów w poszczególnych latach wynikało z odmiennych warunków pogodowych (tab. 1). Obsada roślin po wschodach była dla odmiany nagoziarnistej Rastik około 10,6% wyższa w porównaniu z odmianą Rataj (tab. 2). W latach 2000 i 2002 wykazano znaczne skrócenie fazy krzewienia (odpowiednio: do 13 i 11 dni), czego przyczyną były majowe susze, którym towarzyszyły wysokie temperatury powietrza (tab. 3, 4). W sezonie 2000 fazy strzelania w źdźbło i kłoszenia przebiegały w warunkach niskich opadów i stosunkowo wysokich temperatur. Taki układ warunków meteorologicznych ograniczył przyrosty roślin na długość. Średnia dla odmian końcowa wysokość jęczmienia w sezonie 2000 wyniosła zaledwie 56,0 cm. Tylko nieznacznie korzystniejsze warunki dla rozwoju wegetatywnego panowały w sezonie 2002. Podczas strzelania w źdźbło jęczmienia sumy opadów na przełomie maja i czerwca nie zaspokajały potrzeb wodnych roślin, co było nawet przyczyną zahamowania wegetacji. Średnia wysokość jęczmienia w 2002 roku wyniosła 62,5 cm. Warunki pogodowe w latach 2000 i 2002 były także niekorzystne dla rozwoju generatywnego jęczmienia. W 2000 roku mała ilość opadów towarzyszyła podczas wypełniania ziarna. Poprawa warunków wilgotnościowych nastąpiła dopiero w 2. dekadzie lipca, gdy jęczmień był już w dojrzałości woskowej. Wówczas obfitym opadom towarzyszyły niskie, jak na lipiec, temperatury powietrza. Ciepły lipiec i niska suma opadów w 2002 r. spowodowały z kolei przyspieszenie dojrzewania roślin i skrócenie okresu wegetacji do 110–112 dni. Dla porównania długość okresu wegetacji jęczmienia jarego w 2001 r. wyniosła od 114 (Rastik) do 118 dni (Rataj).

Sezon 2001 okazał się najkorzystniejszy zarówno dla rozwoju wegetatywnego, jak i generatywnego jęczmienia. Warunki pogodowe wczesną wiosną sprzyjały wschodom, a umiarkowana ilość opadów w początkowym okresie rozwoju (listnienie) przyczyniła się do wytworzenia silnego i głębokiego systemu korzeniowego. Pozwoliło to roślinom mocno się rozkrzewić i przetrwać suszę w okresie największego zapotrzebowania na wodę, dzięki możliwości jej pobierania z głębszych warstw gleby. W okresie strzelania w źdźbło i kłoszenia (1. połowa czerwca) nastąpiła poprawa uwilgotnienia gleby po obfitych deszczach. Średnia temperatura w czerwcu była jednak niższa od średniej wieloletniej. Jęczmień z sezonu 2001 charakteryzował się najdłuższym źdźbłem (80,1 cm) w porównaniu do pozostałych lat badań, ale równocześnie okazał się bardzo podatny na wyleganie, zwłaszcza odmiana nagoziarnista Rastik (tab. 5, 6).

Najwyższą sumę temperatur ustalono dla sezonu wegetacyjnego 2000 (1866–1956°C), zaś najniższą w 2001 (1562–1639°C). Okres wegetacji jęczmienia przebiegał przy najwyższej sumie opadów w roku 2001 (277–284 mm).

Tabela 1  
Table 1

Warunki pogodowe w okresie wegetacji jęczmienia w latach 2000–2002 według obserwacji stacji meteorologicznej w Pawłowicach koło Wrocławia

Weather conditions in 2000–2002 (for the Agricultural Experimental Station Pawłowice near Wrocław)

Miesiące – Months Dekady – Decades	III			IV			V			VI			VII			VIII			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Temperatura °C – Temperature °C																			
Lata Years	2000	4,7	2,5	3,2	6,4	11,7	17,6	17,9	16,5	15,4	19,2	19,7	17,0	17,5	14,9	18,2	18,8	22,4	17,1
	2001	2,6	6,0	2,9	10,1	4,6	10,9	14,6	14,3	13,1	11,8	15,1	15,8	19,0	18,6	18,7	18,1	20,1	18,7
	2002	5,3	7,2	4,3	4,7	10,3	11,9	18,3	16,5	17,4	16,1	20,4	19,0	20,7	20,7	20,2	21,2	20,4	21,2
Średnia miesięczą Means for months	2000	4,8			11,9			16,6			18,6			16,9			19,4		
	2001	3,8			8,5			14,0			14,2			18,8			18,9		
	2002	5,5			9,0			17,4			18,5			20,5			20,9		
Średnia za lata Means for years 1961–2000		3,4			8,3			13,6			16,8			18,3			17,6		
Opady (mm) – Rainfalls (mm)																			
Lata Years	2000	34,1	33,8	42,4	0,2	7,6	0,0	4,6	24,9	34,7	8,9	6,0	8,6	17,6	66,2	46,6	6,8	3,8	27,3
	2001	9,2	28,9	6,8	16,3	6,9	8,0	3,1	12,8	9,8	35,1	13,8	19,1	33,5	45,4	79,9	47,1	0,0	2,3
	2002	5,3	7,5	2,7	0,0	26,7	6,2	20,3	10,0	9,2	66,7	7,1	8,6	23,2	3,0	0,6	0,1	89,5	13,5
Suma miesięczą Total precipitation	2000	110,3			7,8			64,2			23,5			130,4			37,9		
	2001	44,9			31,2			25,7			68,0			158,8			69,4		
	2002	15,5			32,9			39,5			82,4			26,8			103,1		
Średnia za lata Means for years 1961–2000		32,5			34,8			57,4			65,8			74,8			69,4		

Tabela 2  
Table 2

Liczba roślin po wschodach na 1 m<sup>2</sup> – średnie dla czynników i lat  
The number of plants after sprouting on 1 m<sup>2</sup> – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	288	307	281	292
	Standardowa – Conventional	287	311	315	297
	Intensywna – Intensive	279	294	314	303
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	–	–	–	r.n
Odmiana Cultivars	Rastik*	306	329	302	312
	Rataj**	263	293	291	282
	NIR– LSD ( $\alpha=0,05$ )	–	–	–	r.n.
Lata – Years		284	311	296	297
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		12,1			–

\* wysiew – 400 ziaren m<sup>-2</sup> – sowing rates – 400 grain m<sup>-2</sup>

\*\* wysiew 300 ziaren m<sup>-2</sup> – sowing rates – 300 grain m<sup>-2</sup>

Tabela 3  
Table 3

Okresy rozwojowe odmiany Rastik na tle warunków atmosferycznych  
Phasic development of Rastik cultivars depend on wheather condition

Stan rozwoju roślin Growth stage	Rok Year	Okres Period	Liczba dni Number of days	Temperatura Temperature °C		Opady Rainfall mm	
				suma sum	średnia means	suma sum	liczba dni number of days
1	2	3	4	5	6	7	8
A	2000	5.04–17.04	13	112	8,6	8	3
	2001	4.04–19.04	16	106	6,6	23	8
	2002	2.04–19.05	18	130	7,2	27	7
B	2000	18.04–4.05	17	279	16,4	0	0
	2001	20.04–3.05	14	171	12,2	11	2
	2002	20.04–3.05	14	185	13,2	6	5
C	2000	5.05–17.05	13	239	18,4	5	3
	2001	4.05–20.05	17	235	13,8	13	3
	2002	4.05–14.05	11	198	18,0	30	6
D	2000	18.05–31.05	14	210	15,0	59	9
	2001	21.05–8.06	19	236	12,4	35	8
	2002	15.05–1.06	18	301	16,7	11	8
E	2000	1.06–23.06	23	458	19,9	15	6
	2001	9.06–1.07	23	361	15,7	43	7
	2002	2.06–19.06	18	326	18,1	73	6
F	2000	24.06–13.07	20	322	16,1	38	6
	2001	2.07–9.07	18	154	19,3	32	3
	2002	20.06–6.06	17	332	19,5	30	6

Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
G	2000	14.07–28.07	15	246	16,4	93	8
	2001	10.07–26.07	17	303	17,8	120	11
	2002	7.06–20.07	14	298	21,3	4,1	2
Okres wegetacji Growing season	2000	5.04–28.07	115	1866	16,2	218	36
	2001	4.04–26.07	114	1562	13,7	277	42
	2002	2.04–20.07	110	1770	16,1	181	40

Początek faz rozwojowych:

A: siew – wschody; B: wschody – krzewienie; C: krzewienia – strzelanie w źdźbło; D: strzelanie w źdźbło – kłoszenie; E: kłoszenie – dojrzałość mleczna; F: dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa; G: dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna.

The beginning of growth stage:

A: sowing – sprouting; B: sprouting – tillering; C: tillering – shooting; D: shooting – earing; E: earing – milk stage; F: milk stage – dough stage; G: dough stage – full maturity.

Tabela 4  
Table 4

Okresy rozwojowe odmiany Rataj na tle warunków atmosferycznych  
Phasic development of Rataj cultivars depend on wheather condition

Stan rozwoju roślin Growth stage	Rok Year	Okres Period	Liczba dni Number of days	Temperatura Temperature °C		Opady Rainfalls mm	
				suma sum	średnia means	suma sum	liczba dni number of days
1	2	3	4	5	6	7	8
A	2000	5.04–17.04	13	112	8,6	8	3
	2001	4.04–19.04	16	106	6,6	23	8
	2002	2.04–19.05	18	130	7,2	27	7
B	2000	18.04–4.05	17	279	16,4	0,0	0
	2001	20.04–3.05	14	171	12,2	11	2
	2002	20.04–3.05	14	185	13,2	6	5
C	2000	5.05–17.05	13	239	18,4	5	3
	2001	4.05–20.05	17	235	13,8	13	3
	2002	4.05–14.05	11	198	18,0	30	6
D	2000	18.05–6.06	20	330	16,5	65	11
	2001	21.05–9.06	20	248	12,4	12	9
	2002	15.05–3.06	20	332	16,6	11	8
E	2000	7.06–4.07	28	518	18,5	18	6
	2001	10.06–4.07	25	388	15,5	32	6
	2002	4.06–21.06	18	346	19,2	75	7
F	2000	5.07–24.07	20	312	15,6	101	11
	2001	5.07–13.07	9	178	19,8	34	4
	2002	22.06–8.06	17	323	19,0	30	6
G	2000	25.07–2.08	9	172	19,1	29	4
	2001	14.07–30.07	17	313	18,4	125	11
	2002	9.07–22.07	14	297	21,2	3	2

Tabela 4 cd.  
Table 4 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
Okres wegetacji Growing season	2000	5.04–2.08	120	1956	16,3	226	38
	2001	4.04–30.07	118	1639	13,9	284	43
	2002	2.04–22.07	112	1803	16,1	181	41

Początek faz rozwojowych:

A: siew – wschody; B: wschody – krzewienie; C: krzewienia – strzelanie w źdźbło; D: strzelanie w źdźbło – kłoszenie; E: kłoszenie – dojrzałość mleczna; F: dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa; G: dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna.

The beginning of growth stage:

A: sowing – sprouting; B: sprouting – tillering; C: tillering – shooting; D: shooting – earing; E: earing – milk stage; F: milk stage – dough stage; G: dough stage – full maturity.

Tabela 5  
Table 5

Wysokość roślin w cm przed zbiorem – średnie dla czynników i lat  
Height of plants before harvest (cm) – means for variables and years

Wyszczególnienie – Specification		Średnia – Means
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	66,6
	Standardowa – Conventional	69,0
	Intensywna – Intensive	63,0
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.
Odmiana Culivars	Rastik	68,3
	Rataj	64,1
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.
Lata Years	2000	56,0
	2001	80,1
	2002	62,5
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	1,5

Tabela 6  
Table 6

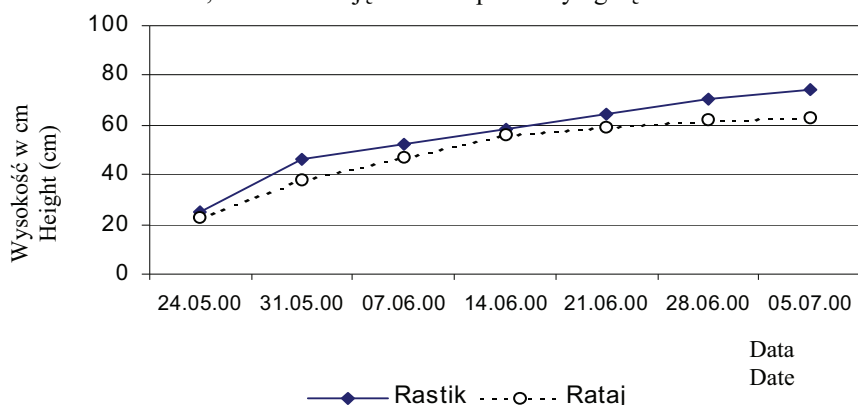
Wyleganie jęczmienia jarego wg skali 9-stopniowej  
Lodging of spring barley (9° scale)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years			Średnia Means	
	2000	2001	2002		
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	9,0	8,8	9,0	8,9
	Standardowa – Conventional	9,0	5,4	9,0	7,8
	Intensywna – Intensive	9,0	4,7	9,0	7,6
Odmiana Culivars	Rastik	9,0	5,3	9,0	7,8
	Rataj	9,0	7,3	9,0	8,4
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	9,0	6,4	9,0	8,1
	Optymalny – Optimum	9,0	6,5	9,0	8,2
	Opóźniony – Late	9,0	6,0	9,0	8,0
Lata – Years		9,0	6,3	9,0	8,1

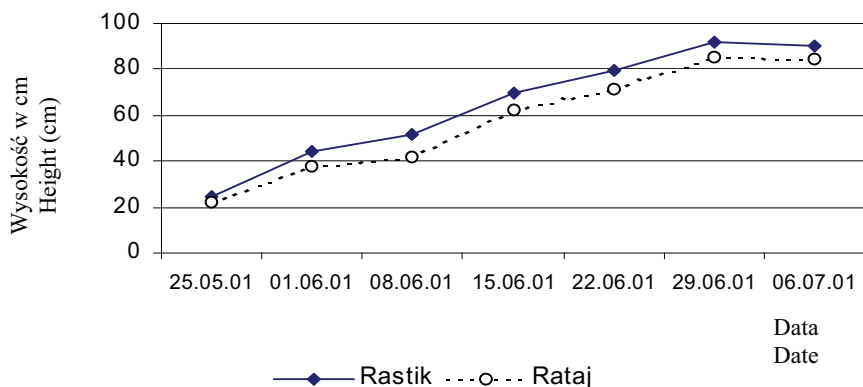
Począwszy od fazy kłoszenia dało się zaobserwować wcześniejsze (od 1 do 6 dni) rozpoczynanie kolejnych faz rozwojowych odmiany nagoziarnistej Rastik w porównaniu do odmiany oplewionej Rataj (tab. 3, 4). Różnice w rozwoju roślin pomiędzy technologiami uprawy były niewielkie.

Wysokość roślin była istotnie zróżnicowana i zależała zarówno od technologii uprawy, jak i odmiany (rys. 1–3, tab. 5). W warunkach uprawy standardowej rośliny obu odmian charakteryzowały się największą wysokością. Zastosowanie regulatora wzrostu w technologii intensywnej spowodowało istotne skrócenie źdźbła. Odmiana Rastik cechowała się większą wysokością niż odmiana Rataj (średnio o 4,2 cm). W 2001, stwierdzono najwyższą średnią wysokość jęczmienia, ze względu na obfite opady w okresie największego zapotrzebowania roślin na wodę. Zdecydowanie niekorzystnie na tę cechę wpłynęły warunki atmosferyczne w 2000 r. (niska suma opadów).

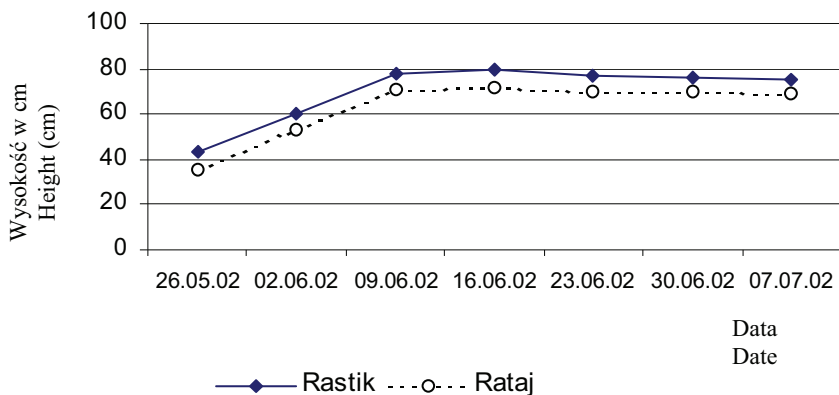
Jedynie w drugim roku badań stwierdzono wyleganie jęczmienia, które było większe u odmiany Rastik ( $5,3^\circ$ ) niż Rataj ( $7,3^\circ$ ). W miarę wzrostu intensywności uprawy wyleganie roślin było większe (tab. 6). Przyczyny wylegania jęczmienia to: jego silne rozkrzewienie się (technologia intensywna), znaczna wysokość oraz obfite opady w lipcu, przekraczające średnią z wielolecia. Zastosowany retardant (technologia intensywna), mimo skrócenia źdźbła, nie uchronił jęczmienia przed wylegnięciem.



Rys. 1. Tempo wzrostu odmian jęczmienia jarego w roku 2000  
Fig. 1. Rate of spring barley cultivars growth in 2000



Rys. 2. Tempo wzrostu odmian jęczmienia jarego w roku 2001  
Fig. 2. Rate of spring barley cultivars growth in 2001



Rys. 3. Tempo wzrostu odmian jęczmienia jarego w roku 2002  
 Fig. 3. Rate of spring barley cultivars growth in 2002

## 6.2. Zachwaszczenie

W każdym z lat badań liczba chwastów w technologii uproszczonej była istotnie wyższa w porównaniu z pozostałymi technologiami, w których stosowano herbicydy (tab. 7–10). Liczba chwastów na 1 m<sup>2</sup> w fazie dojrzałości mleczej jęczmienia wahała się od 21 (2000 r.) do 275 (2001 r.). Zastosowanie preparatu Aminopielik D 450 SL (technologia standardowa) spowodowało istotne ograniczenie liczebności chwastów w odniesieniu do technologii ekstensywnej. Opryski herbicydem były wykonane w fazie krzewienia się jęczmienia. Preparat wykazał się wysoką skutecznością w zwalczaniu większości chwastów, poza jasnotą purpurową (2000 r.) i powojem polnym (2002 r.). Sucha masa chwastów (z 1 m<sup>2</sup>) uległa także istotnemu zmniejszeniu po zastosowaniu herbicydu Aminopielik D 450 SL, w porównaniu z technologią ekstensywną (tab. 11).

W technologii intensywnej użyto mieszaniny herbicydów (Compete 240 EC + Granstar 75 WG). We wszystkich latach badań wykazano istotne zmniejszenie liczby i suchej masy chwastów z 1 m<sup>2</sup> po zastosowaniu herbicydów (mieszaniny) w porównaniu do technologii ekstensywnej. W latach 2001 i 2002 nie stwierdzono istotnego zróżnicowania w zachwaszczeniu (liczby i suchej masy chwastów) pomiędzy technologią standardową i intensywną. Przyczyną mniejszej skuteczności mieszaniny preparatów zastosowanej w technologii intensywnej w roku 2000 mógł być stres wywołany suszą, bowiem Granstar najlepiej działa na młode, aktywnie rosnące chwasty. Obie kombinacje herbicydowe okazały się równie skuteczne w odniesieniu do wariantu bez stosowania chemicznych środków zwalczających chwasty (technologia ekstensywna).

Bardziej racjonalne jest stosowanie tańszego preparatu (Aminopielik D 450 SL) zamiast mieszaniny herbicydów (Compete 240 EC + Granstar 75 WG). W sezonie 2001 stwierdzono najsilniejsze zachwaszczenie, biorąc pod uwagę liczbę chwastów na jednostce powierzchni, jednak ich sucha masa była istotnie mniejsza (2,37 g m<sup>-2</sup>) niż w roku 2000 (10,41 g m<sup>-2</sup>). Pomimo liczniejszego występowania sucha masa chwastów wykształcona w sezonie 2001 była niska, ponieważ nie osiągnęły one znaczących



rozmiarów, skutecznie zagłuszane przez silnie krzewiący się jęczmień. Inaczej było w sezonie 2000, kiedy to dużo mniej liczne chwasty miały dogodniejsze warunki do rozwoju swojej masy wegetatywnej spośród słabo rozkrzewionego jęczmienia.

Tabela 7

Table 7

Zachwaszczenie (liczba sztuk na pow. 1 m<sup>2</sup>) jęczmienia jarego w fazie dojrzałości mlecznej – sezon 2000

Weed infestation (number of weeds on 1 m<sup>2</sup>) of spring barley during milk stage – season 2000

Wyszczególnienie Specification		Technologia uprawy Cultivation systems					
		Ekstensywna Extensive		Standardowa Conventional		Intensywna Intensive	
		Odmiana – Cultivars					
		Rastik	Rataj	Rastik	Rataj	Rastik	Rataj
Gatunek Plant species	Komosa biała <i>Chenopodium album</i> L.	2	4	–	–	4	7
	Przytulia czepna <i>Galium aparine</i> L.	2	3	1	–	1	2
	Jasnota purpurowa <i>Lamium purpureum</i> L.	4	4	3	7	4	5
	Powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> L.	3	2	1	–	–	–
	Rdest ptasi <i>Polygonum aviculare</i> L.	1	2	–	–	–	–
	Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> Murr.	4	4	–	–	–	–
	Szarłat szorstki <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2	3	–	–	–	–

Tabela 8

Table 8

Zachwaszczenie (liczba sztuk na pow. 1 m<sup>2</sup>) jęczmienia jarego w fazie dojrzałości mlecznej – sezon 2001

Weed infestation (number of weeds on 1 m<sup>2</sup>) of spring barley during milk stage – season 2001

Wyszczególnienie Specification		Technologia uprawy Cultivation systems					
		Ekstensywna Extensive		Standardowa Conventional		Intensywna Intensive	
		Odmiana – Cultivars					
		Rastik	Rataj	Rastik	Rataj	Rastik	Rataj
Gatunek Plant species	Komosa biała <i>Chenopodium album</i> L.	114	98	14	44	6	–
	Przetacznik ożankowy <i>Veronica chamaedrys</i> L.	77	58	19	33	5	10
	Tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	30	27	5	8	1	–
	Rdest ptasi <i>Polygonum aviculare</i> L.	13	19	6	3	7	4
	Tobołki polne <i>Thlaspi arvense</i> L.	10	16	2	3	–	–
	Gorzycza polna <i>Sinapis arvensis</i> L.	7	8	3	1	–	–
	Jasnota różowa <i>Lamium amplexiule</i> L.	3	6	–	1	1	–
	Mlecz kolczasty <i>Sonchus asper</i> L.	5	8	–	3	1	–
	Fiołek polny <i>Viola arvensis</i> Murr.	1	5	–	3	1	–
	Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i> L.	5	8	2	–	–	–

Tabela 9  
Table 9

Zachwaszczenie (liczba sztuk na pow. 1 m<sup>2</sup>) jęczmienia jarego w fazie dojrzałości mlecznej  
– sezon 2002  
Weed infestation (number of weeds on 1 m<sup>2</sup>) of spring barley during milk stage – season 2002

Wyszczególnienie Specification		Technologia uprawy Cultivation systems					
		Ekstensywna Extensive		Standardowa Conventional		Intensywna Intensive	
		Odmiana – Cultivars					
		Rastik	Rataj	Rastik	Rataj	Rastik	Rataj
Gatunek Plant species	Tobołki polne <i>Thlaspi arvense</i> L.	15	17	–	–	–	–
	Powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> L.	2	10	20	28	13	14
	Samosiewy rzepaku <i>Brassica napus</i> L.	2	3	–	–	–	–
	Jasnota różowa <i>Lamium amplexiule</i> L.	2	1	–	–	–	–
	Komosa biała <i>Chenopodium album</i> L.	5	6	–	–	–	–
	Ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i> L.	4	2	1	–	–	–
	Przytulia czepna <i>Galium aparine</i> L.	3	2	–	–	–	–
	Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i> L.	4	3	2	2	1	–

Tabela 10  
Table 10

Liczba chwastów z 1 m<sup>2</sup> – średnie dla czynników i lat  
Number of weeds per 1 m<sup>2</sup> – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Lata Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	21	275	41	112
	Standardowa Conventional	5	75	27	36
	Intensywna Intensive	12	17	14	15
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	7	79	17	30
Odmiana Cultivars	Rastik	11	112	25	49
	Rataj	15	132	30	59
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata – Years		13	122	37	57
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		30			–

Tabela 11  
Table 11

Sucha masa chwastów z 1 m<sup>2</sup> (w g) – średnie dla czynników i lat  
Dry matter weight of weeds from 1 m<sup>2</sup> (in g) – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	15,40	5,79	2,97	8,05
	Standardowa Conventional	3,85	1,01	1,26	2,04
	Intensywna Intensive	11,99	0,32	0,52	4,28
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	6,69	3,73	1,46	2,35
Odmiana Cultivars	Rastik	11,06	2,12	1,33	4,84
	Rataj	9,76	2,62	1,84	4,74
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata – Years		10,41	2,37	1,58	4,79
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		2,35			–

### 6.3. Zdrowotność roślin

W poszczególnych latach badań warunki pogodowe nie sprzyjały rozwojowi chorób występujących na częściach nadziemnych jęczmienia. Zaobserwowano jedynie plamistość siatkową jęczmienia powodowaną przez *Pyrenophora teres* (tab. 12).

Średnie porażenie jęczmienia przez *P. teres*, wyrażone indeksem porażenia, było niewielkie i niezróżnicowane w latach badań (tab. 13). Zmienna pogoda (występowanie suszy na przemian z wysoką wilgotnością gleby i powietrza) zahamowała rozwój choroby.

Wpływ technologii uprawy na indeks porażenia był istotny w latach 2001 i 2002 (tab. 13). W tych latach ustalono mniejsze porażenie *P. teres* w warunkach technologii standardowej i intensywnej, w porównaniu z technologią ekstensywną. Zwiększanie intensywności uprawy (m.in. wzrost dawek NPK) polepszyło zdrowotność roślin jedynie w roku 2001. Na podstawie 3-letnich wyników można stwierdzić korzystny wpływ wysokiej intensywności uprawy na zmniejszenie stopnia porażenia obu odmian jęczmienia przez *P. teres*. Należy jednak podkreślić, że różnica w stopniu porażenia roślin z uprawy standardowej i intensywnej nie była istotna statystycznie. W sezonie 2000 i 2002 stwierdzono istotnie wyższe porażenie odmiany Rastik. Na podstawie wyników, średnich z trzech lat badań, można ocenić odmianę nagoziarnistą Rastik jako bardziej podatną na plamistość siatkową jęczmienia w porównaniu z odmianą Rataj. W pierwszych dwóch latach prowadzenia badań nasilenie występowania choroby było istotnie wyższe w porównaniu z rokiem 2002. Sucha i ciepła 2. połowa maja roku 2002, kiedy jęczmień znajdował się w fazie strzelania w źdźbło, nie sprzyjała rozwojowi plamistości siatkowej.

Tabela 12

Table 12

Ocena stopnia porażenia liści jęczmienia jarego przez *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs  
 Evaluation of infestation index of spring barley by *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs

Technologia uprawy Cultivation systems			Ekstensywna Extensive		Standardowa Conventional		Intensywna Intensive		
Odmiana – Cultivars			Rastik	Rataj	Rastik	Rataj	Rastik	Rataj	
Rok – Year			2000						
Skala porażenia Scale of infestation	1	Procent uszkodzenia % damage	0 (rośliny zdrowe) healthy plant	–	–	–	–	–	–
	2		< 2 (śladowy) traces	–	80	10	270	160	125
	3		2	75	42	80	70	99	150
	4		5	250	278	200	60	131	120
	5		10	75	–	110	–	10	5
Indeks porażenia Infestation index			4,00	3,50	4,03	2,48	2,98	3,01	
Rok – Year			2001						
Skala porażenia Scale of infestation	1	Procent uszkodzenia % damage	0 (rośliny zdrowe) healthy plant	–	–	–	–	–	15
	2		< 2 (śladowy) traces	65	80	95	135	185	155
	3		2	180	140	170	155	150	140
	4		5	105	145	130	95	60	75
	5		10	40	35	5	15	5	15
	6		15	10	–	–	–	–	–
Indeks porażenia Infestation index			3,37	3,33	3,11	2,97	2,71	2,80	
Rok – Year			2002						
Skala porażenia Scale of infestation	1	Procent uszkodzenia % damage	0 (rośliny zdrowe) healthy plant	4	–	1	1	1	19
	2		< 2 (śladowy) traces	136	215	190	257	167	271
	3		2	127	120	117	116	116	105
	4		5	75	57	70	22	89	4
	5		10	55	8	22	4	27	1
	6		15	3	–	–	–	–	–
Indeks porażenia Infestation index			3,13	2,65	2,80	2,42	2,94	2,24	

Tabela 13  
Table 13

Indeks porażenia liści jęczmienia jarego przez *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs  
Infestation index of spring barley by *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivar	2000	2001	2002	Średnia Means
Ekstensywna Extensive	Rastik	4,00	3,38	3,13	3,50
	Rataj	3,50	3,34	2,65	3,16
Standardowa Conventional	Rastik	4,03	3,11	2,80	3,31
	Rataj	2,48	2,98	2,42	2,63
Intensywna Intensive	Rastik	2,98	2,71	2,94	2,88
	Rataj	3,01	2,80	2,24	2,68
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		1,27	r.n	r.n.	0,43
Średnie dla czynników i lat – Means for variables and years					
Ekstensywna Extensive		3,75	3,36	2,89	3,33
Standardowa Conventional		3,25	3,04	2,61	2,97
Intensywna Intensive		3,00	2,76	2,59	2,78
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n	0,21	0,20	0,38
	Rastik	3,66	3,07	2,95	3,23
	Rataj	3,00	3,04	2,44	2,82
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,39	r.n.	0,24	0,15
Lata – Years		3,33	3,05	2,70	3,03
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )			0,38		–

NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania: odmiana x lata – 0,43; technologia x odmiana x lata – 0,45  
LSD ( $\alpha=0,05$ ) for interaction cultivars x years – 0,43; cultivation systems x cultivars x years – 0,45

Na podstawie ustalonych współdziałań pomiędzy czynnikami badań można stwierdzić, że w warunkach użycia fungicydu oraz zastosowania nawożenia NPK w dawkach przewidzianych dla technologii standardowej wykazano poprawę zdrowotności odmiany Rataj (pod względem porażenia przez *P. teres*). Szczególnie istotna poprawa zdrowotności nastąpiła w roku 2000. Natomiast w przypadku odmiany Rastik istotne zmniejszenie indeksu porażenia liści przez *P. teres* nastąpiło w warunkach uprawy intensywnej w odniesieniu do technologii ekstensywnej.

#### 6.4. Ocena stanu odżywienia roślin miernikiem SPAD 502

Dla obu odmian, w doświadczeniu B, uzyskano korelacje od przeciętnej do prawie pełnej [Stanisz 1998] pomiędzy odczytami SPAD a plonem końcowym ziarna z poszczególnych obiektów nawozowych. Szczególnie silną korelację dodatnią stwierdzono dla pomiarów dokonanych w fazie strzelania w źdźbło oraz kłoszenia jęczmienia (tab. 14 i 15). Najwyższy plon ziarna obu odmian w 2001 r. uzyskano po zastosowaniu dawki

100 (75+25) N kg ha<sup>-1</sup>. Wówczas wskazania aparatu SPAD dokonane w fazie 2. kolanka na roślinach nawożonych powyższą dawką wyniosły 46,7 jedn. (Rastik) i 49,2 jedn. (Rataj). W roku 2002 najwyższy plon ziarna odmiany Rastik uzyskano po nawożeniu azotem w ilości 75 (50+25) N kg ha<sup>-1</sup>, co odpowiadało odczytowi SPAD – 41,0 jedn. (tab. 16), a dla odmiany Rataj najkorzystniejsza była dawka 100 (75+25) N kg ha<sup>-1</sup> (44,5 jedn.)

Tabela 14

Table 14

Wartości odczytów SPAD oraz współczynniki korelacji odczytów z plonem ziarna w 2001 r.  
Values of SPAD readings and correlation coefficient between values and yield of grain in 2001

Data wykonania pomiaru Date of measurement	Odmiana Rastik Cultivar Rastik		Odmiana Rataj Cultivar Rataj	
	Odczyt SPAD Values of SPAD	Współczynnik. korelacji Correlation coefficient R	Odczyt SPAD Values of SPAD	Współczynnik. korelacji Correlation coefficient R
16.05	38,6	0,54	39,3	0,74
21.05	38,8	0,72	39,8	0,76
25.05	41,1	0,78	43,4	0,78
30.05	45,0	0,74	47,6	0,73
06.06	47,9	0,84	49,8	0,50
11.06	49,9	0,84	50,2	0,99
17.06	50,2	0,72	51,3	0,46
25.06	50,0	0,74	50,6	0,82
29.06	48,0	0,35	49,2	0,61
09.07	42,9	-0,10	46,4	0,21

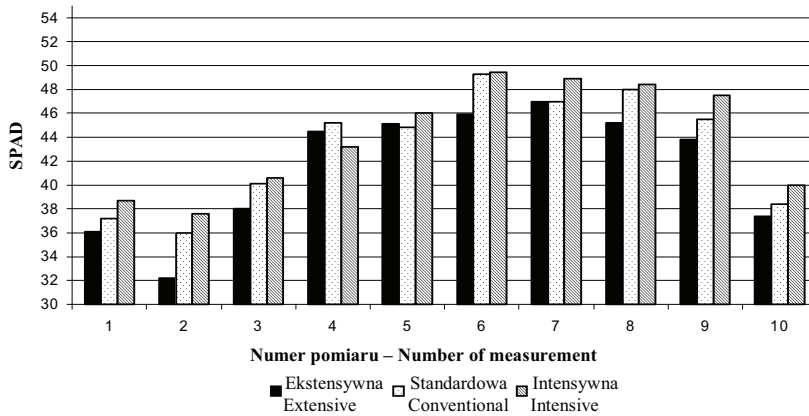
Tabela 15

Table 15

Wartości odczytów SPAD oraz współczynniki korelacji odczytów z plonem ziarna w 2002 r.  
Values of SPAD readings and correlation coefficient between values and yield of grain in 2002

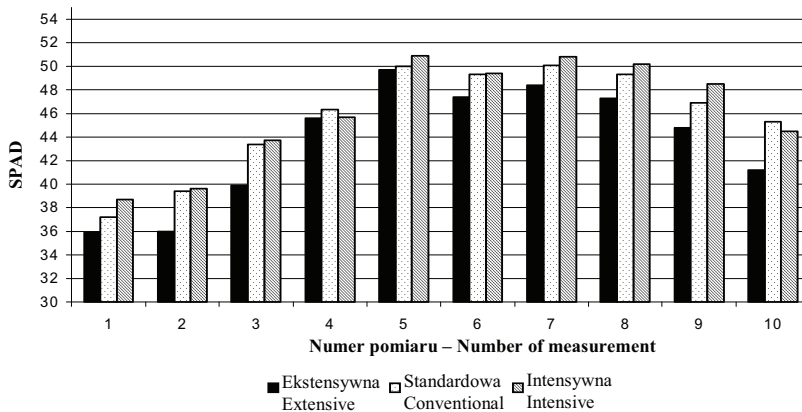
Data wykonania pomiaru Date of measurement	Odmiana Rastik Cultivar Rastik		Odmiana Rataj Cultivar Rataj	
	Odczyt SPAD Values of SPAD	Współczynnik. korelacji Correlation coefficient R	Odczyt SPAD Values of SPAD	Współczynnik. korelacji Correlation coefficient R
14.05	34,9	0,39	38,3	0,46
21.05	36,1	0,71	39,9	0,87
27.05	40,3	0,42	43,1	0,65
03.06	41,8	0,49	44,6	0,90
10.06	46,1	0,64	49,1	0,90
17.06	45,7	0,52	47,6	0,62

a) Rastik



Nr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Date	16.05	21.05	25.05	30.05	06.06	11.06	17.06	25.06	29.06	09.07

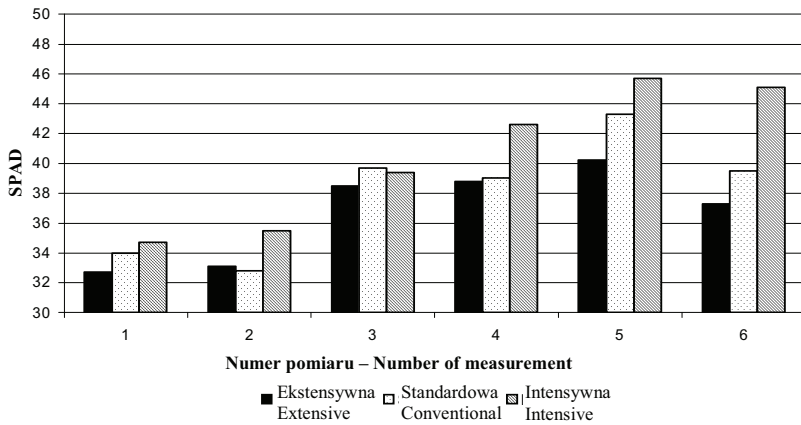
b) Rataj



Nr No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data Date	16.05	21.05	25.05	30.05	06.06	11.06	17.06	25.06	29.06	09.07

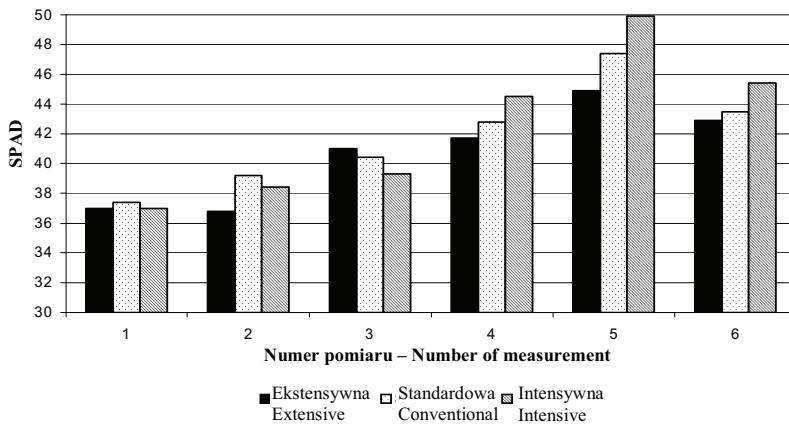
Rys. 4. Poziom odżywienia azotem w zależności od odmiany i technologii uprawy w roku 2001  
 Fig. 4. The level of nitrogen nutrition depend on cultivars and cultivation systems in 2001

a) Rastik



Nr No	1	2	3	4	5	6
Data Date	14.05	21.05	27.05	03.06	10.06	17.06

b) Rataj



Nr No	1	2	3	4	5	6
Data Date	14.05	21.05	27.05	03.06	10.06	17.06

Rys. 5. Poziom odżywienia azotem w zależności od odmiany i technologii uprawy w roku 2002  
 Fig. 5. The level of nitrogen nutrition depend on cultivars and cultivation systems in 2002



Tabela 16  
Table 16

Wartości odczytów SPAD w fazie 2. kolanka oraz plon ziarna w t ha<sup>-1</sup>  
Values of SPAD readings during 2 nd node stage and grain yield (t.ha<sup>-1</sup>)

Lata Years		2001				2002			
Odmiana Cultivars		Rastik		Rataj		Rastik		Rataj	
Parametr Parameter		Odczyt SPAD Values of SPAD	Plon ziarna Grain yield	Odczyt SPAD Values of SPAD	Plon ziarna Grain yield	Odczyt SPAD Values of SPAD	Plon ziarna Grain yield	Odczyt SPAD Values of SPAD	Plon ziarna Grain yield
Dawka N(kg ha <sup>-1</sup> ) Doses of nitrogen (kg ha <sup>-1</sup> )	0	44,1	4,15	45,9	5,27	39,6	3,77	40,1	4,73
	25	43,5	4,71	45,4	5,98	39,7	4,33	43,6	4,78
	50	44,5	4,88	47,0	6,13	40,6	4,77	42,5	5,42
	50+25	45,4	4,85	49,1	6,25	41,0	4,96	42,9	5,88
	50+50	44,7	5,08	47,7	5,94	39,4	4,88	43,3	6,06
	75+25	46,7	5,44	49,2	6,38	39,6	4,63	44,5	6,21
	100+25	46,3	5,10	48,7	6,38	41,9	4,71	44,6	5,83

Na podstawie pomiarów aparatem SPAD wykonanych w fazie 2. kolanka w doświadczeniu z trzema technologiami uprawy (doświadczenie A) można stwierdzić, że otrzymane wyniki przed zastosowaniem pogłównego nawożenia N w technologii intensywnej były niższe od krytycznych ustalonych w doświadczeniu B, niezależnie od odmiany (rys. 4, 5). Odczyty SPAD w fazie 2. kolanka wskazywały więc na potrzebę zasilania jęczmienia uzupełniająca dawką azotu. Reakcja obu odmian jęczmienia na nawożenie pogłowne (technologia intensywna) była silniejsza w roku 2002, co wskazywałoby na gorsze odżywienie roślin azotem w początkowym okresie rozwoju, w porównaniu z rokiem 2001.

## 6.5. Elementy struktury plonu

W miarę intensyfikacji uprawy stwierdzono wzrost liczby źdźbeł na 1 m<sup>2</sup>. Ich liczba (647 szt.) oraz współczynnik krzewienia ogólnego (2,20) były najwyższe w technologii intensywnej (tab. 17). Odmiana Rataj charakteryzowała się większą krzewistością ogólną niż odmiana Rastik.

Liczba kłosów z 1 m<sup>2</sup> była istotnie wyższa (466 szt.) w technologii standardowej w porównaniu z ekstensywną (398 szt.). Dalszy wzrost liczby kłosów wywołany intensyfikacją uprawy nie był już istotny statystycznie. Dla odmiany Rastik stwierdzono istotnie niższą liczbę kłosów na jednostce powierzchni w porównaniu z odmianą Rataj.

Najbardziej rozkrzewieniu się jęczmienia sprzyjał przebieg pogody w roku 2001.

Tabela 17  
Table 17

Krzewienie ogólne i produkcyjne – średnie dla czynników i lat  
Whole and productive tillering – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Liczba żdźbeł na 1 m <sup>2</sup> Number of culm	Współczynnik krzewienia ogólnego Coefficient of whole tillering	Liczba kłosów produktywnych na 1 m <sup>2</sup> Number of productive ears per m <sup>2</sup>	Współczynnik krzewienia produkcyjnego Coefficient of productive tillering
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	474	1,64	398	1,38
	Standardowa Conventional	527	1,77	466	1,57
	Intensywna Intensive	647	2,20	515	1,71
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	57	0,11	50	0,08
Odmiana Cultivars	Rastik	496	1,61	416	1,33
	Rataj	602	2,13	504	1,77
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	31	0,09	32	0,06
Lata Years	2000	499	1,82	376	1,34
	2001	684	2,22	556	1,81
	2002	464	1,57	447	1,51
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	57	0,11	50	0,08

W warunkach intensywnej uprawy stwierdzono istotne obniżenie liczby i masy ziarna z kłosa w porównaniu do technologii standardowej (tab. 18). Odmiana Rataj charakteryzowała się istotnie większą liczbą i masą ziarna z kłosa, w porównaniu z odmianą Rastik. Długość kłosa była uzależniona zarówno od czynnika odmianowego, jak i terminu zbioru. Istotnie dłuższym kłosem charakteryzowała się odmiana Rastik. Najdłuższe kłosa wykształciły obie odmiany zbierane w terminie opóźnionym. W roku 2000 zanotowano najniższą liczbę ziaren z kłosa, jednak masa ziarna z kłosa była w tym roku istotnie wyższa, z uwagi na wysoką masę 1000 ziaren (45,5 g).

W doświadczeniu B zbadano wpływ nawożenia azotem na cechy struktury plonu. Nawożenie jęczmienia azotem w dawce 50 kg ha<sup>-1</sup> spowodowało istotny przyrost liczby kłosów o 18% w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez nawożenia N (tab. 19). Dalszy wzrost dawki N nie miał już wpływu na krzewienie produkcyjne. Jakkolwiek liczba ziarniaków z kłosa była istotnie zróżnicowana nawożeniem N, nie miało to jednak wpływu na masę ziarna z kłosa.

Odmiana Rastik krzewiła się słabiej od odmiany oplewionej, a różnica w liczbie kłosów z 1 m<sup>2</sup> wyniosła 82 szt. W kłosie odmiany nagiej stwierdzono również mniej ziaren niż odmiany oplewionej Rataj.

Tabela 18  
Table 18

Cechy struktury plonu – średnie dla czynników i lat  
The structure of yield – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Długość kłosa Length of ear (cm)	Liczba ziarniaków w kłosie Number of grains per ear	Masa ziarna z kłosa Weight of grains per ear (g)
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	8,6	19,9	0,93
	Standardowa – Conventional	8,7	19,9	0,96
	Intensywna – Intensive	8,5	18,4	0,86
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	0,8	0,06
Odmiana Cultivars	Rastik	9,1	18,7	0,89
	Rataj	8,1	20,2	0,94
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,2	0,2	0,03
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	8,4	19,2	0,91
	Optymalny – Optimum	8,4	19,0	0,89
	Opóźniony – Late	9,0	20,1	0,95
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,04	0,06	0,04
Lata Years	2000	9,6	18,7	0,97
	2001	8,5	20,3	0,87
	2002	7,7	19,3	0,91
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,3	0,08	0,06

Tabela 19  
Table 19

Cechy struktury plonu w zależności od nawożenia azotem i odmiany – średnie dla czynników i lat  
The structure of yield depend on nitrogen fertilization and cultivars – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Liczba kłosów pro- duktywnych z 1 m <sup>2</sup> Numer of productive ears per m <sup>2</sup>	Liczba ziarniaków w kłosie Number of grains per ear	Masa ziarna z kłosa Weight of grains per ear (g)
Nawożenie N w kg ha <sup>-1</sup> Nitrogen fertilization kg.ha <sup>-1</sup>	0	448	22	1,06
	25	492	22	1,08
	50	530	22	1,05
	75 (50+25)	554	21	0,98
	100 (50+50)	548	23	0,99
	100 (75+25)	517	23	1,07
	125 (100+25)	555	22	1,01
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	46,0	0,9	r.n.
Odmiana Cultivars	Rastik	480	22	1,01
	Rataj	562	23	1,06
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	24,6	0,5	r.n.
Lata Years	2000	540	22	0,97
	2001	501	23	1,10
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	24,6	0,5	r.n.

## 6.6. Plon ziarna

Stwierdzono istotny wpływ technologii uprawy na wysokość plonu jęczmienia jarego (tab. 20). W warunkach technologii standardowej i intensywnej średni plon obu odmian był istotnie wyższy w porównaniu z technologią ekstensywną. W sezonie 2002, przy każdorazowym wzroście intensywności uprawy ustalono istotnąwyżkę plonu ziarna, wynikającą przede wszystkim z większej liczby kłosów na jednostce powierzchni. W pozostałych latach badań wzrost nakładów na środki ochrony roślin i nawożenie mineralne (technologia intensywna) nie tylko nie wpłynął na podniesienie plonu, ale nawet w roku 2001 spowodował istotne jego obniżenie na skutek zbyt silnego rozkrzewienia się jęczmienia, przy równoczesnym spadku liczby i masy ziarna z kłosa.

W poszczególnych latach badań stwierdzono współdziałania pomiędzy technologią uprawy i odmianą (tab. 21). W roku 2000 odmiana Rastik plonowała na zbliżonym poziomie, niezależnie od technologii uprawy. Natomiast odmiana Rataj plonowała istotnie wyżej w technologii standardowej i intensywnej, w porównaniu z ekstensywną. W roku 2001 obie odmiany reagowały wyżką plonu w warunkach standardowej technologii uprawy. W przypadku odmiany Rataj dalsza intensyfikacja uprawy prowadziła do istotnego obniżenia plonu ziarna, natomiast dla odmiany Rastik niżka plonu nie była istotna. W roku 2002 każdorazowy wzrost intensywności uprawy powodował istotnąwyżkę plonu ziarna odmiany Rastik, natomiast odmiana Rataj plonowała istotnie wyżej tylko w warunkach technologii standardowej (w odniesieniu do ekstensywnej).

Najbardziej korzystnym dla plonowania jęczmienia okazał się sezon 2001 (4,78 t ha<sup>-1</sup>). Zdecydowanie najgorszy dla rozwoju i plonowania był układ warunków atmosferycznych w sezonie 2000 (2,16 t ha<sup>-1</sup>). Główną przyczyną zakłócenia rozwoju jęczmienia była majowa susza.

We wszystkich trzech latach badań (doświadczenie A) nagoziarnista odmiana Rastik plonowała istotnie niżej w porównaniu z odmianą Rataj, odpowiednio: w 2000 r. – o 19,7%, 2001 – o 12,4% i 2002 r. – o 14,9%. Średni plon dla odmiany Rastik był niższy o 14,8%.

Wpływ terminu zbioru na plonowanie jęczmienia okazał się istotny jedynie w roku 2002 i był spowodowany między innymi osypaniem się ziarna podczas zbioru w późniejszych terminach (tab. 22).

W doświadczeniu B dawki 25 i 50 kg N ha<sup>-1</sup> wpłynęły na istotny wzrost plonu ziarna, kolejno o 10,5 i 7,1% (tab. 23). Najwyższy plon ziarna uzyskano, stosując dawkę 100 (75+25) kg N ha<sup>-1</sup> – 5,66 t ha<sup>-1</sup> i był on wyższy o 26,3% w porównaniu z obiektem kontrolnym (4,48 t ha<sup>-1</sup>).

Nie stwierdzono współdziałania odmian z nawożeniem azotem.

## 6.7. Skład chemiczny ziarna

Wpływ technologii uprawy na zawartość białka ogółem w ziarnie okazał się istotny (tab. 24). Nie stwierdzono współdziałania pomiędzy technologią uprawy i odmianą. Obie badane odmiany jęczmienia jarego reagowały wzrostem akumulacji białka w miarę zwiększania intensywności uprawy. Różnica pomiędzy zawartością białka ogółem

w ziarnie pochodzącym z uprawy standardowej i ekstensywnej była istotna i wyniosła 0,93%. Dalsza intensyfikacja uprawy (w tym zastosowanie pogłównie dawki 50 kg N ha<sup>-1</sup>) prowadziła do kolejnego wzrostu zawartości białka w ziarnie (o 1,42%). Wraz ze wzrostem intensywności uprawy (nawożenia NPK) zmniejszała się zawartość bezazotowych związków wyciągowych w ziarnie. Tendencja ta jest m.in. wynikiem ujemnej korelacji pomiędzy zawartością białka i węglowodanów w suchej masie ziarna. Wpływ zróżnicowanej technologii uprawy na zawartość pozostałych składników suchej masy (tłuszcz surowy, włókno surowe, popiół surowy) był nieistotny.

Odmiana nagoziarnista Rastik, ze względu na brak plewki, charakteryzowała się odmiennym składem chemicznym w porównaniu z odmianą Rataj. W ziarnie tej odmiany stwierdzono istotnie wyższą (o 2,2%) zawartość białka ogółem w porównaniu z odmianą Rataj. Odmiana nagoziarnista wyróżniała się także istotnie wyższą zawartością tłuszczu surowego oraz bezazotowych związków wyciągowych, natomiast niższą zawartością włókna surowego i popiołu.

Nie stwierdzono wpływu terminu zbioru na skład chemiczny ziarna. Przebieg pogody w poszczególnych latach badań w sposób istotny wpływał na zawartość białka w ziarnie jęczmienia. Stosunkowo niska średnia zawartość białka (11,2%) w 2002 r. wynikała ze słabego wykorzystania przedsięwziętej dawki N, zastosowanej w ramach technologii standardowej i intensywnej. Przyczyną mogła być mała ilość opadów w początkowym okresie rozwoju jęczmienia. W sezonie tym stwierdzono także najniższą zawartość włókna surowego, równocześnie ziarno charakteryzowało się najwyższą zawartością węglowodanów (BAW). Niskie sumy opadów i wysokie temperatury w okresie przed wykłoszeniem się jęczmienia i podczas wypełniania ziarna sprzyjały gromadzeniu białka w ziarnie w roku 2000. Stwierdzono wówczas wyjątkowo wysoką zawartość tego składnika w ziarnie (średnio dla odmian – 16,7%). Wysoką zawartość popiołu w tym roku należy wiązać z dużym udziałem włókna surowego w suchej masie ziarna.

W doświadczeniu B nie stwierdzono współdziałania pomiędzy odmianą a wysokością nawożenia N w zakresie składu chemicznego ziarna. Istotny przyrost zawartości białka ogółem (o 1,3%), w porównaniu z kontrolą, stwierdzono dla dawki 75 (50+25) kg N ha<sup>-1</sup> (tab. 25). Dalszy wzrost nawożenia azotem nie miał istotnego wpływu na tę cechę. Dawki powyżej 25 kg ha<sup>-1</sup> istotnie obniżyły zawartość węglowodanów (BAW) w ziarnie.

Nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy na zawartość makroelementów w ziarnie jęczmienia (tab. 26). Istotnym zróżnicowaniem w tym względzie wykazały się odmiany. Odmiana Rastik wyróżniała się wyższą zawartością fosforu i magnezu, niższą zaś zawartością wapnia, potasu oraz sodu. Wpływ terminu zbioru okazał się istotny jedynie w przypadku zawartości potasu. Ziarno ze zbioru w terminie wczesnym charakteryzowało się najwyższą zawartością tego pierwiastka. W poszczególnych latach badań uzyskano istotne zróżnicowanie zawartości poszczególnych makroelementów w ziarnie jęczmienia. Szczególnie ziarno z sezonu 2000 było bogate w makroelementy, co należy wiązać z wysoką zawartością popiołu w ziarnie.

Tabela 20  
Table 20

Plon ziarna jęczmienia jarego (t ha<sup>-1</sup>)  
Grain yields of spring barley (t ha<sup>-1</sup>)

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivars	Termin zbioru Harvest time	Lata – Years			Średnia Means
			2000	2001	2002	
Ekstensywna Extensive	Rastik	Wczesny – Early	1,98	3,76	3,07	2,94
		Optymalny Optimum	1,87	4,27	2,68	2,94
		Opóźniony – Late	1,97	3,98	2,64	2,87
	Rataj	Wczesny – Early	2,34	4,44	3,90	3,52
		Optymalny Optimum	2,03	4,18	3,81	3,34
		Opóźniony – Late	2,20	4,36	3,56	3,37
Standardowa Conventional	Rastik	Wczesny – Early	1,92	4,77	3,81	3,50
		Optymalny Optimum	2,04	4,79	3,87	3,56
		Opóźniony – Late	2,04	4,74	3,58	3,45
	Rataj	Wczesny – Early	2,47	5,69	4,54	4,24
		Optymalny Optimum	2,50	5,58	4,32	4,13
		Opóźniony – Late	2,75	5,76	4,03	4,18
Intensywna Intensive	Rastik	Wczesny – Early	1,79	4,56	4,42	3,59
		Optymalny Optimum	1,81	4,63	4,33	3,59
		Opóźniony – Late	1,85	4,71	4,03	3,53
	Rataj	Wczesny – Early	2,30	5,95	5,02	4,42
		Optymalny Optimum	2,62	4,67	4,62	3,97
		Opóźniony – late	2,43	5,28	4,31	4,01
NIR – LSD( $\alpha=0,05$ )			r.n.	0,39	r.n.	r.n.
Średnie dla czynników – Means for variables						
Ekstensywna Extensive			2,05	4,16	3,28	3,16
Standardowa Conventional			2,29	5,22	4,02	3,84
Intensywna Intensive			2,13	4,97	4,46	3,85
NIRL – LSD ( $\alpha=0,05$ )			0,17	0,17	0,35	0,16
	Rastik		1,92	4,47	3,60	3,33
	Rataj		2,39	5,10	4,23	3,91
NIRL – LSD ( $\alpha=0,05$ )			0,10	0,16	0,19	0,08
		Wczesny – Early	2,12	4,86	4,13	3,70
		Optymalny Optimum	2,14	4,69	3,94	3,59
		Opóźniony Late	2,21	4,80	3,69	3,57
NIRL – LSD ( $\alpha=0,05$ )			r.n.	r.n.	0,15	0,07
Lata – Years			2,16	4,78	3,92	3,62
NIRL – LSD ( $\alpha=0,05$ )			0,16			–

Tabela 21  
Table 21

Współdziałanie technologii uprawy z odmianą na plon ziarna (t ha<sup>-1</sup>)  
Interaction for cultivation systems x cultivars on grain yield (t ha<sup>-1</sup>)

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivars	Lata – Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Ekstensywna Extensive	Rastik	1,94	4,00	2,80	2,91
	Rataj	2,15	4,32	3,76	3,41
Standardowa Conventional	Rastik	2,00	4,77	3,75	3,51
	Rataj	2,58	5,68	4,30	4,18
Intensywna Intensive	Rastik	1,81	4,63	4,26	3,57
	Rataj	2,45	5,30	4,65	4,13
NIR – LSD ( $\alpha=,0,05$ )		0,21	0,28	0,42	r.n.

NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania: technologia x odmiana x lata – 0,24

LSD ( $\alpha=0,05$ ) for interaction: cultivation systems x cultivars x years – 0.24

Tabela 22  
Table 22

Osypywanie jęczmienia jarego wg skali 9-stopniowej  
Shattering of spring barley (9° scale)

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	9,0	8,4	8,1	8,5
	Standardowa – Conventional	9,0	8,4	8,1	8,5
	Intensywna – Intensive	9,0	8,6	8,1	8,7
Odmiana Cultivars	Rastik	9,0	8,4	8,0	8,5
	Rataj	9,0	8,6	8,2	8,6
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	9,0	8,0	9,0	8,7
	Optymalny – Optimum	9,0	8,6	8,2	8,6
	Opóźniony – Late	9,0	8,9	7,1	8,4
Lata – Years		9,0	8,5	8,1	8,5

Tabela 23  
Table 23

Plon ziarna (t ha<sup>-1</sup>) odmian jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem  
Grain yield (t ha<sup>-1</sup>) spring barley cultivars depend on nitrogen fertilization

Nawożenie N kg ha <sup>-1</sup> Nitrogen fertilization kg ha <sup>-1</sup>	Odmiana Cultivar	Średnia z lat 2001–2002 Means for 2001–2002
1	2	3
0	Rastik	3,96
	Rataj	5,00
25	Rastik	4,52
	Rataj	5,38
50	Rastik	4,82
	Rataj	5,77
	Rastik	4,91
	Rataj	6,06

Tabela 23 cd.  
Table 23 cont.

1	2	3
100 (50+50)	Rastik	4,98
	Rataj	6,00
100 (75+25)	Rastik	5,03
	Rataj	6,29
125 (100+25)	Rastik	4,91
	Rataj	6,10
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.
0		4,48
25		4,95
50		5,30
75 (50+25)		5,49
100 (50+50)		5,49
100 (75+25)		5,66
125 (100+25)		5,51
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,33
	Rastik	4,73
	Rataj	5,80
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,18

Tabela 24  
Table 24

Zawartość składników organicznych i popiołu w ziarnie jęczmienia jarego (% s.m.) – średnie dla czynników lat  
Organic components content and ash at grain of spring barley (% dry matter) – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Białko ogółem Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW N-free extract	Popiół surowy Crude ash
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	12,26	2,04	3,60	79,64	2,45
	Standardowa – Conventional	13,19	2,01	3,68	78,90	2,35
	Intensywna – Intensive	14,61	2,00	3,55	77,48	2,37
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,22	r.n.	r.n.	0,49	r.n.
Odmiana Cultivars	Rastik	14,44	2,14	2,08	79,10	2,25
	Rataj	12,27	1,90	5,14	78,25	2,53
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,18	0,14	0,21	0,40	0,10
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	13,26	2,08	3,62	78,62	2,42
	Optymalny – Optimum	13,44	1,96	3,54	78,71	2,34
	Opóźniony – Late	13,36	2,01	3,66	78,70	2,41
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2000	16,68	2,10	3,81	74,79	2,62
	2001	12,51	2,03	3,78	79,94	2,23
	2002	11,23	1,92	3,23	81,30	2,32
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,22	r.n.	0,26	0,49	0,12



Tabela 25

Table 25

Zawartość składników organicznych i popiołu w ziarnie jęczmienia jarego (% s.m.) w zależności od nawożenia azotem

Organic components content and ash at grain of spring barley (% dry matter) depend on nitrogen fertilization

Wyszczególnienie Specification		Białko ogółem Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW N-free extract	Popiół surowy Crude ash
Nawożenie N kg ha <sup>-1</sup> Nitrogen fertilization kg ha <sup>-1</sup>	0	11,6	1,69	3,34	80,9	2,47
	25	11,6	1,73	3,35	80,9	2,43
	50	12,1	1,79	4,20	79,6	2,35
	75 (50+25)	12,9	1,69	4,29	78,8	2,34
	100 (50+50)	13,0	1,90	4,07	78,7	2,32
	100 (75+25)	13,2	1,90	3,44	79,1	2,36
	125 (100+25)	13,5	1,71	3,44	79,1	2,27
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,68	r.n.	r.n.	1,29	r.n.
Odmia- na Cultivars	Rastik	13,4	1,72	1,52	81,2	2,16
	Rataj	11,7	1,83	5,93	78,0	2,57
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,37	r.n.	1,11	0,69
Lata Years	2001	12,5	3,69	79,7	2,34	1,77
	2002	12,6	3,77	79,5	2,39	1,77
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Tabela 26

Table 26

Zawartość makroelementów w ziarnie jęczmienia jarego (% s.m.) – średnie dla czynników i lat  
Macronutrients content at grain of spring barley (% dry matter) – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		P	Ca	Mg	K	Na
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	0,37	0,042	0,23	0,39	0,007
	Standardowa Conventional	0,37	0,038	0,22	0,38	0,006
	Intensywna – Intensive	0,37	0,043	0,22	0,38	0,007
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Odmia- na Cultivars	Rastik	0,40	0,034	0,23	0,37	0,006
	Rataj	0,35	0,048	0,21	0,39	0,007
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,01	0,004	0,02	0,01
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	0,37	0,040	0,23	0,44	0,007
	Optymalny – Optimum	0,37	0,041	0,21	0,39	0,006
	Opóźniony – Late	0,37	0,042	0,23	0,31	0,007
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	0,01
Lata Years	2000	0,41	0,058	0,27	0,44	0,009
	2001	0,36	0,044	0,19	0,39	0,010
	2002	0,34	0,020	0,20	0,31	0,001
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		0,01	0,005	0,20	0,01

## 6.8. Plon białka ogółem i wartość energetyczna ziarna

Zastosowanie standardowej technologii uprawy wpłynęło (dzięki wzrostowi plonu ziarna i zawartości białka w jego suchej masie) na uzyskanie wyższego o 95 kg ha<sup>-1</sup> plonu białka ogółem z ziarna (tab. 27). Kolejna istotnawyżka o 42 kg ha<sup>-1</sup> białka w technologii intensywnej wynikała głównie z wyższej zawartości tego składnika w ziarnie.

Plon białka uzyskany przy uprawie badanych odmian był zbliżony pomimo niższego plonowania odmiany Rastik. Odmiana nagoziarnista charakteryzowała się bowiem wyższą zawartością białka w ziarnie w porównaniu z odmianą Rataj.

Tabela 27  
Table 27

Plon białka ogółem w ziarnie (kg ha<sup>-1</sup>) – średnie z lat 2000–2002  
Grain crude protein yield (kg ha<sup>-1</sup>) – means for 2000–2002

Wyszczególnienie – Specification		kg ha <sup>-1</sup>
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	323
	Standardowa – Conventional	418
	Intensywna – Intensive	460
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	20,3
Odmiana Cultivars	Rastik	401
	Rataj	400
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	409
	Optymalny – Optimum	402
	Opóźniony – Late	390
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.
Lata Years	2000	313
	2001	509
	2002	378
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	20,3

Najwyższy plon białka z ziarna uzyskano w sezonie 2001 (509 kg ha<sup>-1</sup>) i wynikał on ze sprzyjającego plonowaniu przebiegu pogody. Zdecydowanie najmniej białka z ha otrzymano z uprawy jęczmienia w roku 2000 (313 kg ha<sup>-1</sup>), wyjątkowo niekorzystnym dla jego plonowania, choć sprzyjającym gromadzeniu białka ogółem w ziarnie.

Wartość energetyczna netto 100 g s.m. ziarna odmiany Rastik była istotnie wyższa w porównaniu z ziarnem oplewionym (Rataj) (tab. 28). Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania wartości energetycznej netto ziarna pochodzącego z różnych lat badań (średnio 1,62 MJ). Istotny wzrost wartości energetycznej plonu ziarna pod wpływem zwiększenia intensywności uprawy wynikał z wyższego plonowania jęczmienia w porównaniu do technologii ekstensywnej. Plon ziarna odmiany oplewionej miał większą wartość energetyczną niż odmiany nagoziarnistej.

Wartość energetyczna netto 100 g ziarna oraz plonu ziarna z ha – średnie z lat 2000–2002  
Energy value (netto) of 100 g of grain and grain yield per ha – means for 2000–2002

Wyszczególnienie – Specification		MJ	MJ ha <sup>-1</sup>
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	1,62	51192
	Standardowa – Conventional	1,62	62210
	Intensywna – Intensive	1,62	62370
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	800,2
Odmiana Cultivars	Rastik	1,64	54612
	Rataj	1,59	62169
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,014	420,8
Termin zбору Harvest time	Wczesny – Early	1,62	59942
	Optymalny – Optimum	1,62	58158
	Opóźniony – Late	1,62	57834
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	483,4
Lata Years	2000	1,61	34778
	2001	1,62	77436
	2002	1,62	63504
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	r.n.	800,2

## 6.9. Ocena jakościowa ziarna

### 6.9.1. Cechy towaroznawcze ziarna

Jakość ziarna obu odmian jęczmienia jarego zależała od technologii uprawy. Ziarno pochodzące z uprawy ekstensywnej charakteryzowało się najniższą aktywnością amylolytyczną oraz najwyższym wyrównaniem (tab. 29). Warunki intensywnej uprawy wpłynęły na pogorszenie cech towaroznawczych ziarna, takich jak: gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie, masa 1000 ziaren, w porównaniu do technologii standardowej. Uprawa jęczmienia w warunkach technologii standardowej sprzyjała uzyskaniu ziarna o najwyższej masie 1000 ziaren. Szklistość pozorna oraz energia i zdolność kiełkowania nie zależały od technologii uprawy.

Cechy genetyczne w sposób istotny wpływały na jakość badanego ziarna jęczmienia jarego. Ziarno odmiany Rataj charakteryzowało się wyższą masą 1000 ziaren, szklistością pozorną, wyrównaniem, zdolnością kiełkowania oraz niższą gęstością w stanie zsypanym i aktywnością amylolytyczną.

Pośród badanych cech tylko aktywność amylolytyczna ziarna obu odmian oraz gęstość w stanie zsypanym były uzależnione od terminu zбору. Istotnie niższą aktywnością amylolytyczną oraz wyższą gęstością w stanie zsypanym charakteryzowało się ziarno z wczesnego terminu zбору.

Przebieg pogody w poszczególnych latach badań silnie różnicował jakość ziarna (tab. 30, 31). Ziarno ze zбору w 2001 r. charakteryzowało się najgorszymi wartościami takich cech, jak: masa 1000 ziaren, gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie oraz energia

(I liczenie) i zdolność kiełkowania (II liczenie). Z kolei przebieg pogody w roku 2000 sprzyjał uzyskaniu ziarna o wysokiej masie 1000 ziaren, szklistości pozornej oraz najwyższych wyrównaniu i zdolności kiełkowania. Ziarno z roku 2002 charakteryzowało się wysoką masą 1000 ziaren, najwyższą gęstością w stanie zsylnym oraz najniższą aktywnością amylolityczną i szklistością pozorną.

Tabela 29  
Table 29

Cechy fizyczne ziarna – średnie dla czynników i lat  
Physical features of grain – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Gęstość w stanie zsylnym HL weight	Liczba opadania Falling number	Szklistość pozorna Vitreosity	Wyrównanie Homogeneity
		g	kg hl <sup>-1</sup>	S	%	%
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	43,0a*	71,3b	368b	58a	87,6c
	Standardowa Conventional	44,8b	71,2b	342a	59a	84,9b
	Intensywna Intensive	42,7a	70,0a	330a	57a	82,1a
Odmiana Cultivar	Rastik	43,0a	76,1b	324a	48a	82,3a
	Rataj	43,9b	65,6a	370b	68b	87,5b
Termin zbioru Harvest time	Wczesny Early	43,6a	72,3b	368b	61a	84,2 a
	Optymalny Optimum	43,5a	70,1a	334a	58a	85,3a
	Opóźniony Late	43,4a	70,1a	337a	55a	85,1a
Rok Year	2000	45,5b	71,0b	301a	62b	90,3c
	2001	39,4a	68,9a	327b	64b	77,4a
	2002	45,5b	72,7c	411c	48a	86,8b

\* Literami oznaczono grupy jednorodne według testu Duncana przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test , P= 0.95

Ze współdziałań pomiędzy technologią uprawy a odmianą wynika, że w warunkach technologii standardowej nastąpiło istotne obniżenie aktywności amylolitycznej ziarna odmiany Rastik, w odniesieniu do technologii ekstensywnej (tab. 31). Technologia uprawy nie różnicowała aktywności amylolitycznej ziarna odmiany Rataj. Szklistość pozorną ziarna odmiany Rastik nie zależała od technologii uprawy, natomiast w przypadku odmiany Rataj uległa ona obniżeniu w technologii intensywnej w porównaniu do ziarna z technologii standardowej.

Tabela 30  
Table 30

Zdolność kiełkowania ziarna – średnie dla czynników i lat  
Germination ability of grain – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Zdolność kiełkowania Germination ability	
		I	II
		%	%
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	79a*	88a
	Standardowa – Conventional	79a	88a
	Intensywna – Intensive	76a	86a
Odmiana Cultivars	Rastik	77a	80a
	Rataj	81a	95b
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	77a	85a
	Optymalny – Optimum	81a	90a
	Opóźniony – Late	77a	87a
Lata Years	2000	82b	93b
	2001	69a	82a
	2002	83b	86a

\*Literami oznaczono grupy jednorodnie według testu Duncana przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test, P= 0.95

Tabela 31  
Table 31

Współdziałanie technologii uprawy z odmianą na cechy fizyczne ziarna i zdolność kiełkowania –  
średnie z lat 2000–2002

Interaction for cultivation systems x cultivars on physical features and germination ability – means  
for 2000–2002

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivars	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Gęstość w stanie zsypanym HL weight	Liczba opadania Falling number	Szklistość pozorna Vitreosity	Wyrównanie Homogeneity	Zdolność kiełkowania Germination ability	
		g	kg hl <sup>-1</sup>	s	%	%	I	II
							%	%
Ekstensywna Extensive	Rastik	42,5	76,5	367	48	85,6	79	81
	Rataj	43,5	66,2	369	68	89,5	80	95
Standardowa Conventional	Rastik	44,2	76,4	313	48	80,9	77	80
	Rataj	45,5	65,9	370	69	88,9	81	95
Intensywna Intensive	Rastik	42,6	75,4	291	47	80,2	75	78
	Rataj	42,7	64,6	369	67	84,0	78	94
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction		r.n.	r.n.	28,8	1,7	r.n.	r.n.	r.n.

### 6.9.2. Zawartość frakcji białka i skład aminokwasowy

Zwiększenie intensywności uprawy wpływało na istotny wzrost nie tylko zawartości białka ogółem w suchej masie ziarna, ale także hordeiny oraz białek nierozpuszczalnych (tab. 32). Każdorazowy wzrost intensywności uprawy powodował istotne zmniejszenie udziału w białku ogółem gluteliny i zwiększenie białka nierozpuszczalnego. Udział hordeiny w białku ogółem pozostawał na zbliżonym poziomie, niezależnie od zastosowanej technologii uprawy. Natomiast stwierdzono istotne obniżenie poziomu udziału albumin w białku ogółem w ziarnie pochodzącym z uprawy intensywnej w porównaniu z technologią ekstensywną. Udział globulin w białku ogółem był istotnie wyższy przy zaniechaniu nawożenia i chemicznej ochrony roślin. Różnica w zawartości globulin w białku pomiędzy technologią standardową i intensywną nie była istotna statystycznie.

Czynnik odmianowy istotnie różnicował skład frakcyjny białka ogółem. Ziarno odmiany Rastik było nie tylko zasobniejsze w białko ogółem, ale także w albuminy, globuliny, hordeiny i gluteliny. Natomiast odmiana Rataj charakteryzowała się wyższą zawartością białka nierozpuszczalnego w suchej masie ziarna.

Termin zbioru nie różnicował w sposób istotny zawartości poszczególnych frakcji białka ogółem jęczmienia, z wyjątkiem udziału globulin. Istotnie wyższy udział tej frakcji stwierdzono dla ziarna z opóźnionego terminu zbioru.

Również przebieg pogody wpływał istotnie na udział poszczególnych frakcji w s.m. ziarna, jak i na skład białka ogółem. W roku 2000 stwierdzono najwyższe zawartości następujących frakcji białkowych w s.m.: hordeiny, gluteliny oraz białka nierozpuszczalnego. Także udział albumin i globulin w białku ogółem był najniższy.

Przy stosunkowo niskiej (w porównaniu z pozostałymi latami) zawartości białka ogółem w suchej masie ziarna w 2002 r. stwierdzono najwyższą zawartość albumin w białku. W tym roku zawartość białek nierozpuszczalnych, jak i udział tej frakcji w stosunku do białka ogółem były istotnie niższe w porównaniu z pozostałymi latami badań. Natomiast białko ziarna pochodzącego ze zbiorów w 2001 r. wyróżniało się najwyższą zawartością globulin.

Wzrost intensywności uprawy odmiany Rastik prowadził do obniżenia zawartości globulin w białku ogółem (tab. 33), a u odmiany Rataj poziom globulin w białku ogółem był ustabilizowany i nie zależał od intensyfikacji uprawy. Zawartość białek nierozpuszczalnych w s.m. ziarna odmiany Rastik wzrastała kolejno w technologii standardowej oraz intensywnej. W ziarnie odmiany Rataj wzrost ten był istotny w technologii intensywnej, w odniesieniu do technologii ekstensywnej.

W tabeli 34 przedstawiono średnie zawartości aminokwasów w ziarnie pochodzącym ze zbioru w terminie optymalnym w 2002 r. (doświadczenie A).

Uprawa obu form jęczmienia w warunkach technologii standardowej ( $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) wpłynęła na wzrost zawartości aminokwasów egzogennych w białku w porównaniu z technologią ekstensywną, niezależnie od odmiany. Wyjątkiem była tylko niższa zawartość metioniny w białku obu odmian. Dalsza intensyfikacja uprawy (w tym o 50% wyższa dawka N) odmiany Rastk sprzyjała wzrostowi zawartości następujących aminokwasów egzogennych: lizyny, leucyny, tryptofanu, treoniny, metioniny i cystyny. W przypadku odmiany oplewionej Rataj wzrost taki zanotowano jedynie dla leucyny, waliny i metioniny.

Tabela 32  
Table 32

Zawartość frakcji białkowych w ziarnie jęczmienia – średnie dla czynników i lat  
Content of protein fractions in barley grain – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Albuminy Albumins		Globuliny Globulins		Hordeina Hordein		Gluteliny Glutelins		Białka nierozpuszczalne Insoluble proteins	
		% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % s.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.
Technologi uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	1,23a*	10,27b	0,97a	7,99b	2,39a	19,06a	5,71a	46,43c	1,96a	16,26a
	Standardowa Conventional	1,25a	9,59ab	0,96a	7,43a	2,54b	18,75a	5,77a	44,13b	2,71b	20,08b
	Intensywna Intensive	1,28a	9,07a	1,02a	7,11a	2,89c	19,22a	5,67a	38,78a	3,73c	25,81c
Odmiana Cultivar	Rastik	1,32b	9,45a	1,12b	8,04b	2,94b	19,94b	6,56b	46,34b	2,50a	16,23a
	Rataj	1,19a	9,84a	0,85a	6,99a	2,28a	18,08a	4,87a	39,89a	3,10b	25,21b
Termin zbioru Harvest time	Wczesny Early	1,22a	9,52a	0,95a	7,34a	2,58a	18,96a	5,62a	42,74a	2,90a	21,44a
	Optymalny Optimum	1,24a	9,49a	0,98a	7,41a	2,64a	19,14a	5,84a	43,74a	2,76a	20,22a
	Opóźniony Late	1,30a	9,92a	1,02a	7,79b	2,61a	18,92a	5,68a	42,86a	2,75a	20,48a
Lata Years	2000	1,26a	7,64a	1,02b	6,18a	3,78c	22,58c	6,81b	41,06a	3,80c	22,54b
	2001	1,23a	9,82b	1,03b	8,48c	2,25b	18,41b	5,09a	42,03a	2,59b	21,27b
	2002	1,28a	11,47c	0,89a	7,87b	1,81a	16,03a	5,24a	46,26b	2,01a	18,34a

\* Literami oznaczono grupy jednorodnie według testu Duncana przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test, P=0.95

Tabela 33  
Table 33

Współdziałanie technologii uprawy z odmianą na zawartość białka ogółem i frakcji białkowych w ziarnie jęczmienia (średnie z lat 2000–2002)  
Interaction cultivation systems x cultivars on crude protein and protein fractions content in barley grain (means for 2000–2002)

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivars	Białko ogółem Total protein		Albuminy Albumins		Globuliny Globulins		Hordeina Hordein		Gluteliny Glutelins		Białka nierozpuszczalne Insoluble proteins	
		% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % s.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % s.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % s.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.
Ekstensywna Extensive	Rastik	13,3	1,29	9,93	1,16	8,96	2,72	20,20	6,57	50,08	1,53	10,88	
	Rataj	11,3	1,17	10,6	0,79	7,03	2,07	17,91	4,84	42,79	2,39	21,64	
Standardowa Conventional	Rastik	14,3	1,31	9,54	1,10	8,01	2,81	19,61	6,48	46,40	2,63	16,82	
	Rataj	12,0	1,19	9,64	0,81	6,84	2,28	18,34	5,06	41,87	2,79	23,34	
Intensywna Intensive	Rastik	15,7	1,34	8,88	1,09	7,14	3,30	20,46	6,63	42,54	3,33	20,98	
	Rataj	13,5	1,22	9,27	0,94	7,08	2,49	17,98	4,71	35,01	4,13	30,63	
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,47	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,41	r.n.	



Tabela 34  
Table 34

Zawartość aminokwasów w białku jęczmienia jarego (g 100 g<sup>-1</sup> białka) w 2002 r.  
Amino acid content at protein of spring barley grain (g 100 g<sup>-1</sup> of protein) in 2002

Aminokwas Amino acid	Technologia uprawy – Cultivation systems								
	Ekstensywna Extensive			Standardowa Conventional			Intensywna Intensive		
	Rastik	Rataj	Średnia Means	Rastik	Rataj	Średnia Means	Rastik	Rataj	Średnia Means
Asp	6,64	5,99	6,32	6,75	6,52	6,64	6,78	6,37	6,79
Thr	2,59	2,13	2,36	2,63	2,40	2,52	2,65	2,29	2,53
Ser	3,85	3,20	3,53	4,01	3,74	3,88	4,25	3,55	4,29
Glu	35,91	29,34	32,63	35,63	35,37	35,50	38,14	33,04	38,65
Pro	11,49	9,69	10,59	12,11	11,54	11,83	12,28	10,54	11,78
Cys	2,17	2,06	2,12	2,20	2,30	2,25	2,36	2,21	2,50
Gly	3,72	3,39	3,56	3,58	3,81	3,70	3,86	3,58	3,91
Ala	4,60	4,32	4,46	4,85	4,73	4,79	5,10	4,51	5,17
Val	2,59	2,32	2,46	3,34	2,59	2,97	3,07	2,69	3,23
Met	2,38	1,59	1,99	1,72	1,54	1,63	2,02	1,60	1,82
Ile	1,86	1,65	1,76	2,04	1,94	1,99	1,96	1,80	1,90
Leu	7,38	6,05	6,72	7,61	7,12	7,37	7,70	6,64	7,43
Tyr	1,04	0,92	0,98	1,19	1,38	1,29	1,05	1,23	1,15
Phe	4,77	4,03	4,40	5,36	5,10	5,23	5,45	4,63	5,50
His	2,16	1,75	1,96	2,09	2,05	2,07	2,17	1,96	2,16
Lys	3,47	3,39	3,43	3,58	3,72	3,65	5,45	4,63	4,04
Arg	3,97	3,61	3,79	3,61	3,86	3,74	3,99	3,70	4,00
Trp	1,11	0,90	1,01	1,17	1,02	1,10	1,17	0,96	1,10

Nagoziarnista odmiana Rastik charakteryzowała się wyższą zawartością prawie wszystkich oznaczonych aminokwasów (z wyjątkiem tyrozyny) w odniesieniu do odmiany Rataj.

### 6.9.3. Zawartość frakcji węglowodanów

Wpływ zróżnicowanej technologii uprawy na zawartość pentozań ogółem oraz ich części nierozpuszczalnej był nieistotny (tab. 35). Stwierdzono natomiast wyraźne zróżnicowanie zawartości formy rozpuszczalnej. Zawartość ta rosła w miarę intensyfikacji uprawy od 0,23% (technologia ekstensywna) do 0,29% (technologia intensywna). Zgodnie z przewidywaniami odmiana oplewiona zawierała więcej pentozań ogółem i nierozpuszczalnych niż nagoziarnista. Natomiast odmiana nagoziarnista charakteryzowała się większą zawartością pentozań rozpuszczalnych. Termin zbioru nie różnicował w sposób istotny zawartości pentozań ogółem ani ich poszczególnych form. Wyraźny zaś okazał się wpływ czynnika pogody na zróżnicowanie zawartości tych związków chemicznych. Najmniej pentozań ogółem i nierozpuszczalnych stwierdzono w ziarnie z roku 2001, a największą ich zawartością charakteryzowało się ziarno z 2002 roku. Zawartość pentozań rozpuszczalnych w ziarnie, w poszczególnych latach badań, była zbliżona.

Zawartość frakcji węglowodanów w ziarnie jęczmienia – średnie dla czynników i lat  
Carbohydrate fractions content at grain of spring barley – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Skrobia Starch	Pentozany Pentosans			β-glukany β-glucans
			Ogółem Total	Rozpusz- czalne Soluble	Nierozpusz- czalne Insoluble	
		% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.	% s.m. % d.m.
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Ekstensive	55,3 a *	5,79 a	0,23 a	5,56 a	3,53 a
	Standardowa Conventional	54,7 a	5,72 a	0,25 b	5,46 a	3,73 b
	Intensywna Intensive	55,0 a	5,75 a	0,29 c	5,47 a	3,93 c
Odmiana Cultivars	Rastik	56,0 b	3,99 a	0,27 b	3,73 a	3,67 a
	Rataj	54,0 a	7,51 b	0,25 a	7,27 b	3,79 a
Termin zbioru Harvest time	Wczesny Early	52,8 a	5,78 a	0,25 a	5,53 a	3,57 a
	Optymalny Optimum	57,0 b	5,74 a	0,26 a	5,48 a	3,76 b
	Opóźniony Late	55,1 b	5,74 a	0,26 a	5,48 a	3,85 b
Lata Years	2000	56,4 b	5,91 b	0,26 a	5,65 b	4,17 c
	2001	51,3 a	4,92 a	0,26 a	4,66 a	3,17 a
	2002	57,2 b	6,42 c	0,25 a	6,18 c	3,85 b

\*Literami oznaczono grupy jednorodne według testu Duncana przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test , P= 0.95

Zawartość pentozanów ogółem w ziarnie odmiany Rastik nie zależała od technologii uprawy (tab. 36). Natomiast w przypadku odmiany Rataj udział pentozanów ogółem w technologii ekstensywnej był istotnie wyższy w porównaniu z technologią standardową.

Zawartość skrobi w s.m. ziarna nie zależała od zastosowanej technologii uprawy. Ziarno odmiany Rastik charakteryzowało się wyższą (o 2%) zawartością skrobi niż odmiany Rataj. Ziarno zebrane w terminie wczesnym zawierało najmniej skrobi. Sezon 2001 nie sprzyjał gromadzeniu skrobi w ziarnie (51,3%), a zawartość tego składnika była niższa niż w 2000 r. (o 5,1%) i w 2002 r. (o 5,9%).

Intensyfikacja technologii uprawy powodowała wzrost zawartości β-glukanów. Ze współdziałania technologii z odmianą wynika, że u odmiany Rastik istotny wzrost zawartości β-glukanów, w odniesieniu do uprawy ekstensywnej, nastąpił w warunkach uprawy intensywnej. Natomiast ziarno odmiany Rataj zawierało istotnie więcej tych węglowodanów już przy uprawie standardowej.

Nie stwierdzono istotnej różnicy w zawartości β-glukanów pomiędzy ziarnem jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego.

Ziarno z optymalnego i opóźnionego terminu zbioru zawierało istotnie więcej  $\beta$ -glukanów w porównaniu z ziarnem ze zbioru w terminie wczesnym. Poziom  $\beta$ -glukanów zależał od przebiegu pogody w poszczególnych latach badań. Ich koncentracja w ziarnie z 2000 r. była największa (4,17%). Istotnie niższe zawartości stwierdzono w 2002 r. (3,85%) oraz w 2001 (3,17%).

Tabela 36

Table 36

Współdziałanie technologii uprawy z odmianą na zawartość frakcji węglowodanów w ziarnie jęczmienia – średnie z lat 2000–2002

Interactoin cultivation systems x cultivars on fraction of carbohydrate components of barley grain – means for 200–2002

Technologia uprawy Cultivation systems	Odmiana Cultivars	Skrobia Starch	Pentozany – Pentosans			$\beta$ -glukany $\beta$ -glucans
			Ogółem Total	Rozpuszczalne Soluble	Nierozpuszczalne Insoluble	
			%	%	%	
Ekstensywna Extensive	Rastik	57,4	3,88	0,22	3,66	3,58
	Rataj	53,1	7,70	0,24	7,46	3,48
Standardowa Conventional	Rastik	55,3	4,13	0,28	3,85	3,56
	Rataj	54,2	7,30	0,23	7,08	3,90
Intensywna Intensive	Rastik	55,3	3,98	0,30	3,67	3,86
	Rataj	54,7	7,53	0,27	7,26	3,99
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction		r.n.	0,27	0,03	0,29	0,23

#### 6.9.4. Wilgotność ziarna podczas zbioru

Wilgotność ziarna zależała zarówno od technologii uprawy, jak i odmiany jęczmienia jarego (tab. 37).

Rok 2000 był bardzo suchym w okresie od maja do początku czerwca, natomiast w lipcu wystąpiły bardzo częste i intensywne opady. W ziarnie zebranym w początku dojrzałości pełnej stwierdzono znaczne zróżnicowanie wilgotności w zależności od odmiany oraz technologii uprawy, natomiast 7 dni później wilgotność ziarna obu odmian wyrównała się, osiągając poziom ok. 16%. W kolejnym terminie, tj. 14 dni od początku dojrzałości pełnej ziarniaki obu odmian jęczmienia miały również podobną wilgotność, mieszczącą się w przedziale 12–13%.

W roku 2001 stwierdzono znaczną różnicę wilgotności ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia we wszystkich terminach zbiorów. W terminie przypadającym na początek dojrzałości pełnej ziarniaki jęczmienia nagoziarnistego miały wilgotność ok. 14,6%. W okresie do kolejnego terminu zbioru wilgotność wzrosła o 2,4%. Podczas ostatniego terminu zbioru ziarniaki nagie miały już znowu niską wilgotność (13,9%).

Wilgotność ziarna uzyskanego w trakcie zbioru w roku 2002 charakteryzowała się bardzo niewielkimi różnicami między badanymi odmianami. Niekorzystne warunki pogodowe panujące w trakcie zbioru przypadającego w 14 dniu po początku dojrzałości pełnej spowodowały wzrost wilgotności w stosunku do terminu zbioru przypadającego 7 dni po początku dojrzałości pełnej o ok. 5,0–6,0%.

Tabela 37  
Table 37

Wilgotność ziarna jęczmienia podczas zbioru w %  
Barley grain moisture during harvest (%)

Odmiana Cultivars	Technologia uprawy Cultivation systems	Faza zbioru Harvest stage		
		A	B	C
Rok – Year 2000				
Rastik	Ekstensywna – Extensive	14,0	14,8	12,9
	Standardowa – Conventional	16,3	16,0	12,9
	Intensywna – Intensive	20,6	16,0	13,2
Rataj	Ekstensywna – Extensive	21,1	15,7	12,3
	Standardowa – Conventional	24,0	16,1	12,6
	Intensywna – Intensive	20,3	16,6	12,2
Rok – Year 2001				
Rastik	Ekstensywna – Extensive	14,9	16,8	14,0
	Standardowa – Conventional	14,6	17,1	13,9
	Intensywna – Intensive	14,4	17,0	13,8
Rataj	Ekstensywna – Extensive	22,2	18,4	18,4
	Standardowa – Conventional	19,3	19,4	19,4
	Intensywna – Intensive	29,8	20,8	20,8
Rok – Year 2002				
Rastik	Ekstensywna – Extensive	15,1	11,7	17,5
	Standardowa – Conventional	15,2	11,5	17,5
	Intensywna – Intensive	14,8	11,4	17,3
Rataj	Ekstensywna – Extensive	14,6	11,8	15,9
	Standardowa – Conventional	14,5	11,3	15,8
	Intensywna – Intensive	14,5	11,3	16,9

Oznaczenia faz zbioru: A – początek dojrzałości pełnej; B – 7 dni po początku dojrzałości pełnej;  
C – 14 dni po początku dojrzałości pełnej  
The harvest stage: A – beginning of full maturity; B – seven days after beginning of full maturity;  
C – fourteen days after beginning of full maturity

### 6.9.5. Zdrowotność ziarna po zbiorze

W wyniku analizy mikologicznej stwierdzono, że ziarno odmiany Rataj, niezależnie od technologii uprawy i lat zbioru, było bardziej porażone przez grzyby aniżeli Rastik (tab. 38, 39). Z powierzchni ziaren obu odmian jęczmienia wyodrębniono więcej izolatów grzybów (a) niż z jego głębszych partii (b). Skład gatunkowy grzybów wyodrębnionych z ziarna badanych odmian był zbliżony, natomiast ich liczba zależała głównie od lokalizacji grzybów w ziarniaku, a w mniejszym stopniu od pozostałych czynników. Ziarno obu badanych odmian pochodzące z uprawy intensywnej było nieco bardziej porażone przez grzyby w porównaniu z ziarnem pochodzącym z technologii standardowej.

Wśród wyizolowanych grzybów z ziarna obu odmian, niezależnie od innych czynników, najczęściej wyodrębniano następujące gatunki (w %): *Alternaria alternata* (Rastik – 52,4 (a), 53,8 (b); Rataj – 45,8 (a), 51,4 (b)), *Bipolaris sorokiniana* (Rastik – 8,0 (a) 21,9 (b), Rataj – 14,9 (a), 16,5 (b)), *Epicoccum purpurascens* (Rastik – 8,5 (a), 6,1 (b),

Rataj – 10,0 (a), 7,4 (b)), oraz grzyby z rodzaju *Fusarium* (Rastik – 21,3 (a), 18,9 (b): Rataj 21,6 (a), 18,9 (b)).

Grzyby z rodzaju *Fusarium* reprezentowane były głównie przez *F. poae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* i *F. equiseti*. Patogeniczny gatunek *Bipolaris sorokiniana* częściej porażał ziarno odmiany Rataj, w porównaniu z ziarnem odmiany Rastik.

Tabela 38

Table 38

Występowanie grzybów na ziarnie odmian jęczmienia jarego w zależności od technologii uprawy, terminu zbioru i lat (liczba izolatów)

Fungi isolated from spring barley grain depending on cultivation systems, harvest time and years (number of isolates)

Wyszczególnienie Specification		Grzyby Fungi	
		Ziarno nieodkażone (a) Non-disinfected grain	Ziarno odkażone (b) Desinfected grain
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	130	81
	Standardowa – Conventional	125	82
	Intensywna – Intensive	137	86
Odmiana Cultivars	Rastik	128	66
	Rataj	133	100
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	132	84
	Optymalny – Optimum	129	85
	Opóźniony – Late	131	80
Lata Years	2000	133	85
	2001	125	80
	2002	134	84

Tabela 39

Table 39

Grzyby zasiedlające ziarno odmian jęczmienia w zależności od technologii uprawy (średnia liczba izolatów z lat 2000–2002)

Fungi isolated from spring barley grain depending on cultivation systems (average number of isolates in 2000–2002)

Odmiana Cultivars	Technologia uprawy Cultivation systems	Grzyby Fungi	
		Ziarno nieodkażone (a) Non-disinfected grain	Ziarno odkażone (b) Desinfected grain
Rastik	Ekstensywna – Extensive	128	66
	Standardowa – Conventional	124	66
	Intensywna – Intensive	132	67
Rataj	Ekstensywna – Extensive	131	96
	Standardowa – Conventional	126	98
	Intensywna – Intensive	143	105

### 6.9.6. Wartość użytkowa ziarna siewnego

Ilość zanieczyszczeń ogółem, wyrażona procentowym udziałem w masie ziarna, rosła w miarę intensyfikacji uprawy (tab. 40). Jednak istotność zróżnicowania została potwierdzona tylko pomiędzy technologią ekstensywną a pozostałymi technologiami. W przypadku technologii standardowej o wyższym udziale zanieczyszczeń, w porównaniu z technologią ekstensywną, zadecydował wzrost udziału materiału organicznego w masie ziarna, wynikający z silniejszego rozkrzewienia się jęczmienia. Na wzrost zanieczyszczeń ogółem w warunkach technologii intensywnej miał wpływ, oprócz materiału organicznego, wysoki udział pośladu (0,47%).

Tabela 40

Table 40

Zanieczyszczenia ziarna (%) – średnie dla czynników i lat  
Impurities of grains – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Ogółem Total	W tym: In them:		
			poślad <1,6 mm small grains	ziarna uszkodzone damage grains	materiał obcy organiczny organic extraneous material
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	2,70	0,18	2,20	0,32
	Standardowa Conventional	3,38	0,24	2,61	0,53
	Intensywna Intensive	3,46	0,47	2,50	0,49
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,61	0,15	r.n.	0,09
Odmiana Culivars	Rastik	4,92	0,38	4,24	0,30
	Rataj	1,44	0,12	0,64	0,58
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,50	0,22	0,38	0,07
Termin zbioru Harvest time	Wczesny Early	5,31	0,29	4,77	0,25
	Optymalny Optimum	1,54	0,29	0,80	0,45
	Opóźniony Late	2,69	0,32	1,76	0,61
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,61	r.n.	0,46	0,09
Lata Years	2000	1,49	0,07	0,73	0,69
	2001	4,14	0,65	3,13	0,36
	2002	3,91	0,18	3,46	0,27
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,61	0,15	0,46	0,09

Wysoki udział zanieczyszczeń w masie ziarna odmiany Rastik wynikał z wyższego udziału ziaren uszkodzonych oraz pośladu (<1,6 mm). Natomiast w masie ziarna odmiany Rataj ustalono wyższy procentowy udział materiału obcego organicznego.

Najniższym udziałem zanieczyszczeń charakteryzowało się ziarno ze zbioru w terminie optymalnym. Zbiór w terminie wczesnym i opóźnionym powodował zwiększenie udziału ziaren uszkodzonych. W miarę opóźnienia terminu zbioru istotnie wzrastał udział zanieczyszczeń w postaci materiału organicznego.

Najmniej zanieczyszczeń stwierdzono w ziarnie zebranym w 2000 roku. Spośród zanieczyszczeń stwierdzono istotnie wyższy, w porównaniu z pozostałymi latami, udział materiału organicznego. Stosunkowo duża ilość ziaren uszkodzonych w latach 2001 i 2002 oraz poślądu w 2001 r. były przyczyną istotnie wyższego udziału zanieczyszczeń ogółem w porównaniu z rokiem 2000.

Technologia uprawy nie wpłynęła w sposób istotny na zróżnicowanie wartości użytkowej ziarna siewnego (tab. 41). Ziarno nagoziarnistej odmiany Rastik stanowiło gorszy materiał siewny w porównaniu z odmianą oplewioną Rataj. Niska jakość ziarna nagiego wynikała z istotnie niższej zdolności kiełkowania oraz większego udziału zanieczyszczeń w ziarnie, w porównaniu z odmianą Rataj. Ponadto odmiana nagoziarnista charakteryzowała się niższą masą 1000 ziaren. Najwyższą wartością użytkową (88,7%) odznaczało się ziarno ze zbioru w terminie optymalnym, o czym zdecydował niski udział zanieczyszczeń ogółem. W sezonie 2000 uzyskano ziarno o najwyższej wartości użytkowej (91,9%) zarówno z uwagi na wysoką zdolność kiełkowania (93%), jak i niski udział zanieczyszczeń. Najniższą jakość siewną ustalono dla ziarna ze zbioru w roku 2001 (79,1%). Wynikała ona z wysokiego udziału zanieczyszczeń oraz stosunkowo niskiej zdolności kiełkowania i masy 1000 ziaren.

Tabela 41  
Table 41

Wartość użytkowa ziarna siewnego (%) – średnie dla czynników i lat  
Sowing value (%) – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years			Średnia Means
		2000	2001	2002	
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna – Extensive	92,7	80,3	85,0	86,0
	Standardowa – Conventional	92,8	79,6	82,8	85,1
	Intensywna – Intensive	90,3	77,4	82,6	83,4
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	–	–	–	r.n.
Odmiana Culivars	Rastik	90,7	64,2	73,3	76,1
	Rataj	93,2	94,0	93,6	93,6
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	–	–	–	3,5
Termin zbioru Harvest time	Wczesny – Early	91,3	76,4	76,0	81,2
	Optymalny – Optimum	93,7	78,1	94,1	88,7
	Opóźniony – Late	90,8	82,1	80,2	84,6
	NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )	–	–	–	4,2
Lata – Years		91,9	79,1	83,4	84,8
NIR – LSD ( $\alpha=0,05$ )		4,2			–

NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania: odmiana x lata – 6,0, odmiana x termin zbioru – 6,0  
LSD for interaction: cultivars x years – 6.0, cultivars x harvest time – 6.0

## 6.10. Wpływ warunków przechowywania na cechy jakościowe i zdrowotność ziarna

Badania wykazały, że zachowanie dobrych właściwości towaroznawczo-technologicznych, jak i wysokiej zdrowotności zapewniało przechowywanie ziarna w 40 i 60% wilgotności względnej powietrza. Warunki przechowywania z wyższą wilgotnością powietrza (85%) pogorszyły jakość ziarna obu odmian jęczmienia. Nastąpiło istotne obniżenie gęstości w stanie zsypanym, szklistości pozornej, liczby opadania i zdolności kiełkowania (tab. 42). Zdolność kiełkowania była dodatkowo zróżnicowana przez czynnik odmianowy (tab. 43). Ziarno odmiany Rastik okazało się bardziej wrażliwe na niekorzystne warunki przechowywania (wysoka wilgotność powietrza). Stwierdzono istotne obniżenie wartości takich cech, jak: gęstość w stanie zsypanym, liczba opadania, szklistość pozorna już przy wzroście wilgotności względnej powietrza z 40 do 60%. Natomiast w przypadku odmiany Rataj tak niekorzystne zmiany nastąpiły dopiero przy wzroście wilgotności z 60 do 85%. Przechowywanie ziarna nagoziarnistej odmiany Rastik przy wysokiej wilgotności powietrza (85%) znacznie obniżyło zdolność kiełkowania.

Przechowywanie ziarna w warunkach wysokiej wilgotności powietrza (85%) przyczyniło się do istotnego wzrostu udziału albumin zarówno w s.m., jak i w białku ogółem (tab. 44). Szczególnie duży wzrost tej frakcji białka wystąpił w przypadku ziarna nagiego, odpowiednio 4,59% s.m. i 27,51% b.og. (tab. 45). Również zawartość globulin wzrastała w miarę zwiększania wilgotności względnej powietrza, w którym przechowywano ziarno. Zawartość globulin w suchej masie oraz białku ogółem ziarna odmiany Rastik była istotnie wyższa przy wilgotności 60% w porównaniu z ziarnem przechowywanym w warunkach 40% wilgotności powietrza.

Dalszy wzrost wilgotności powietrza nie miał wpływu na zawartość tej frakcji w odniesieniu do s.m. i białka ogółem. W przypadku ziarna oplewionego (Rataj) zawartość globulin w s.m. oraz białku og. nie była istotnie różnicowana warunkami przechowywania. Zawartość hordeiny w ziarnie obu form jęczmienia uległa istotnemu obniżeniu przy przechowywaniu ziarna w wilgotności względnej powietrza wynoszącej 85%; przy czym dotyczyło to udziału tej frakcji zarówno w s.m., jak i białku ogółem. W przypadku glutelin stwierdzono istotne współdziałanie pomiędzy warunkami przechowywania a odmianą. Przechowywanie ziarna nagiego w warunkach wysokiej wilgotności powietrza (85%) powodowało istotne obniżenie udziału tej frakcji białka zarówno w suchej masie, jak i w białku ogółem. Wzrost wilgotności przechowywanego ziarna odmiany Rataj nie miał wpływu na zawartość glutelin w s.m. i białku ogółem. Warunki przechowywania nie wpływały na zawartość białek nierozpuszczalnych w ziarnie obu form jęczmienia.

Udział skrobi w ziarnie obu odmian jęczmienia nie zależał od warunków przechowywania. Warunki wysokiej wilgotności względnej powietrza (85%) przyczyniły się do istotnego wzrostu udziału pentozanów rozpuszczalnych oraz obniżenia zawartości  $\beta$ -glukanów w ziarnie. Ziarno odmiany Rastik przechowywane w warunkach 85% wilgotności powietrza charakteryzowało się najwyższą zawartością pentozanów rozpuszczalnych (tab. 46). Wzrost wilgotności przechowywanego ziarna odmiany Rataj nie miał wpływu na tę cechę. Natomiast stwierdzono w ziarnie tej odmiany istotny wzrost pentozanów ogółem i nierozpuszczalnych już przy zwiększeniu wilgotności powietrza z 40 do 60%. Warunki przechowywania nie różnicowały w sposób istotny zawartości pentozanów ogółem i frakcji nierozpuszczalnej w ziarnie odmiany Rastik.



Tabela 42  
Table 42

Cechy fizyczne ziarna i zdolność kiełkowania w zależności od warunków przechowywania – średnie dla czynników i lat  
Physical features and germination ability depending on storage conditions – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification	Wilgotność ziarna Grain moisture	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Gęstość w stanie zsypanym HL weight	Liczba opadania Falling number	Szklistość pozorna vitreosity	Wyrównanie homogenity	Zdolność kiełkowania Germination ability	
							I (%)	II (%)
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	g	kg hl <sup>-1</sup>	s	%	%	71 b	78 b
	Standardowa Conventional	44,5 b	68,5 b	339 b	43 a	88,9 b	71 b	78 b
	Intensywna Intensive	44,8 b	68,5 b	305 a	45 a	87,5 b	67 a	75 ab
Odmiana Cultivars	Rastik	43,6 a	67,8 a	297 a	43 a	85,4 a	65 a	73 a
	Rataj	44,2 a	72,6 b	296 a	39 a	84,8 a	60 a	63 a
	Kontrola Control	44,4 a	63,9 a	332 b	48 b	89,7 b	75 b	87 b
Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	40%	43,6b	69,7 b	334 b	58 b	87,3 ab	80 b	90 a
	60%	41,9a	70,1 c	360 c	47 ab	86,2 a	79 b	87 a
	85%	43,9c	69,8 b	359 c	44 ab	86,8 a	80 b	87 a
Lata Years	2000	47,7d	63,5 a	202 a	27 a	88,8 b	30 a	37 b
	2001	47,8 c	68,6 b	245 a	37 a	96,0 c	72 b	78 b
	2002	39,9 a	65,8 a	267 b	53 c	78,6 a	48 a	62 a
		45,1 b	70,4 c	430 c	42 b	87,2 b	82 c	85 c

\* Literami oznaczono grupy jednorodnie według testu Duncana przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test, P= 0.95

Tabela 43  
Table 43

Współdziałanie odmiany z warunkami przechowywania na cechy fizyczne ziarna i zdolność kiełkowania – średnie z lat 2000–2002  
Interaction of cultivar and storage conditions for physical features and germination ability – means for 2000–2002

Odmiana Cultivars	Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Wilgotność ziarna Grain moisture	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Gęstość w stanie zsypanym HL weight	Liczba opadania Falling number	Szklistość pozoma Vitreosity	Wyrównanie Homogeneity	Zdolność kiełkowania Germination ability	
								I (%)	II (%)
Rastik	Kontrola Control	11,3	43,6	74,8	296	47	84,0	80	84
	40%	9,8	42,0	75,4	304	46	84,6	77	81
	60%	12,2	44,3	74,7	256	40	84,5	76	80
Rataj	85%	18,4	46,9	65,5	220	23	86,1	6	7
	Kontrola Control	11,1	43,7	64,6	333	69	90,5	80	95
	40%	9,5	41,8	64,7	344	48	87,8	82	93
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction	60%	11,9	43,5	64,8	343	47	89,0	85	94
	85%	18,4	48,5	61,5	175	30	91,6	54	67
		r.n.	0,96	0,46	21,7	4,1	r.n.	5,6	6,0

Tabela 44  
Table 44

Zawartość frakcji białkowych w ziarnie jęczmienia w zależności od warunków przechowywania – średnie dla czynników i lat  
Protein fractions contents in barley grain depending on storage conditions – means for variables and years

Wyszczególnienie Specification	Albuminy Albumins		Globuliny Globulins		Hordeina Hordein		Gluteliny Glutelins		Białka nierozpuszczalne Insoluble proteins			
	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.		
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive		1,64 *	13,20 a	0,93 a	7,92 a	2,02 a	16,53 a	5,30 a	44,00 c	2,24 a	18,33 a
	Standardowa Conventional		1,68 a	11,93 a	0,96 a	7,60 a	2,18 a	16,33 a	5,55 b	42,30 b	3,00 b	21,84 a
	Intensywna Intensive		1,78 a	11,87 a	1,03 b	7,48 a	2,34 b	16,28 a	5,48 b	38,94 a	3,68 c	25,45 b
Odmiana Cultivars	Rastik		2,09 b	13,75 b	1,08 b	7,91 b	2,41 b	16,96 b	6,01 b	43,11 b	2,72 a	18,26 a
	Rataj		1,31 a	10,91 a	0,87 a	7,42 a	1,96 a	15,80 a	4,88 a	40,38 a	3,22 b	25,48 b
Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Kontrola		1,23 a	9,43 a	0,98 b	7,44 a	2,65 c	19,22 c	5,81 b	43,51 b	2,83 a	20,40 a
	40%		1,13 a	8,96 a	0,88 a	7,23 a	2,24 b	16,52 b	5,78 b	43,93 b	3,11 a	23,31 a
	60%		1,18 a	9,34 a	0,99 b	7,86 ab	2,17 b	16,37 b	5,73 b	43,83 b	3,13 a	22,60 a
Lata – Years	85%		3,28 b	21,59 b	1,03 b	8,13 b	1,66 a	13,42 a	4,45 a	35,71 a	2,82 a	21,19 a
	2000		2,65 b	15,75 b	0,81 a	4,88 a	2,72 c	16,50 c	6,10 c	37,19 a	4,26 b	25,69 b
	2001		1,15 a	9,70 a	1,10 c	9,30 c	2,21 b	18,49 b	4,91 a	41,38 b	2,50 a	21,08 a
2002		1,30 a	11,55 a	1,00 b	8,82 b	1,61 a	14,15 a	5,31 b	46,67 c	2,15 a	18,85 a	

\* Literami oznaczono grupy jednorodnie według testu Duncan przy P=0,95  
The same letters signify homogeneous groups by Duncan test, P= 0,95

Tabela 45  
Table 45

Współdziałanie odmiany z warunkami przechowywania na zawartość białka ogółem i frakcji białkowych w ziarnie jęczmienia  
 – średnie z lat 2000–2002  
 – means for 2000–2002

Interaction of cultivar and storage conditions for crude protein and protein fractions content in barley grain

Odmiana Cultivars	Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Białko ogółem Crude protein	Frakcje białka Protein fractions											
			Albuminy Albumins		Globuliny Globulins		Hordeina Hordein		Gluteiny Glutelins		Białka nierozpuszczalne Insoluble proteins			
			% s.m. % d.m	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.	% s.m. % d.m.	% b. og. % c.p.		
Rastik	Kontrola Control	14,5	1,33	9,47	1,13	8,09	2,99	20,11	6,74	47,46	2,42	14,87		
	40%	14,2	1,22	8,97	0,89	6,73	2,47	16,93	6,66	46,71	2,94	20,66		
	60%	14,2	1,23	9,06	1,14	8,60	2,31	16,52	6,50	46,74	2,97	19,08		
Rataj	85%	14,3	4,59	27,51	1,13	8,20	1,86	14,29	4,14	31,52	2,56	18,47		
	Kontrola Control	12,4	1,12	9,40	0,83	6,80	2,31	18,32	4,88	39,57	3,23	25,93		
	40%	12,1	1,04	8,96	0,88	7,73	2,02	16,10	4,91	41,16	3,27	25,97		
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction	60%	12,3	1,13	9,63	0,83	7,11	2,03	16,21	4,96	40,91	3,30	26,12		
	85%	12,2	1,92	15,67	0,93	8,07	1,47	12,56	4,76	39,90	3,09	23,91		
	r.n.	r.n.	0,98	5,37	0,11	0,78	r.n.	r.n.	0,27	2,37	r.n.	r.n.		

Współdziałanie odmiany z warunkami przechowywania na zawartość frakcji węglowodanów  
w ziarnie jęczmienia – średnie z lat 2000–2002  
Interaction cultivar x storage conditions for carbohydrate fractions  
in barley grain – means for 2000–2002

Odmiana Cultivars	Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Węglowodany (%) – Carbohydrate fractions (%)				
		Skrobia Starch	Pentozany – Pentosans			β-glukany β-glucans
			Ogółem Total	Rozpuszczalne Soluble	Nierozpuszczalne Insoluble	
Rastik	Kontrola Control	56,6	4,02	0,26	3,76	3,65
	40%	58,8	5,52	0,32	5,20	3,62
	60%	58,6	5,11	0,32	4,79	3,29
	85%	56,1	5,42	0,45	4,96	2,17
Rataj	Kontrola Control	57,4	7,46	0,25	7,20	3,87
	40%	56,5	8,36	0,35	8,01	3,45
	60%	58,6	8,99	0,34	8,65	3,50
	85%	54,5	8,95	0,36	8,59	2,03
NIR ( $\alpha=0,05$ ) dla współdziałania LSD for interaction		r.n.	0,50	0,04	0,51	r.n.

Niezależnie od technologii uprawy oraz roku zbioru ziarna – zmiany zbiorowisk grzybów występujących na ziarnie uzależnione były od warunków jego przechowywania oraz odmiany (tab. 47 i 48). Grzyby wyizolowane z ziarna badanych odmian jęczmienia rozdzielono na 2 grupy: grzyby „polowe” i grzyby „przechowalniowe”.

Z ziarna obu odmian jęczmienia (z trzech technologii i trzech lat zbioru) przechowywanego w 40% wilgotności względnej powietrza izolowano głównie grzyby „polowe”, spośród których dominowały gatunki (w %):

– <i>Alternaria alternata</i>	Rastik;	45,9	(a),	57,4	(b)
	Rataj;	46,2	(a),	51,7	(b)
– <i>Bipolaris sorokiniana</i>	Rastik;	9,0	(a),	11,5	(b)
	Rataj;	14,6	(a),	17,6	(b)
– <i>Epicoccum purpurascens</i>	Rastik;	7,4	(a),	4,9	(b)
	Rataj;	11,5	(a),	17,6	(b)
– <i>Fusarium</i> ssp.	Rastik;	17,2	(a),	11,5	(b)
	Rataj;	20,0	(a),	17,6	(b)

W warunkach 60% wilgotności powietrza również dominowały grzyby „polowe”, a ich udział był następujący (w %):

– <i>Alternaria alternata</i>	Rastik;	50,0	(a),	57,1	(b)
	Rataj;	47,4	(a),	52,1	(b)
– <i>Bipolaris sorokiniana</i>	Rastik;	9,3	(a),	12,5	(b)
	Rataj;	18,5	(a),	22,3	(b)

– <i>Epicoccum purpurascens</i>	Rastik;	6,5	(a),	5,4	(b)
	Rataj;	9,6	(a),	6,4	(b)
– <i>Fusarium</i> ssp.	Rastik;	13,0	(a),	8,9	(b)
	Rataj;	17,0	(a),	13,8	(b)

Śpośród grzybów „polowych”, w warunkach wilgotności powietrza 85%, dominowały gatunki (w %):

– <i>Alternaria alternata</i>	Rastik –	20,4	(a),	16,6	(b)
	Rataj –	25,0	(a),	43,6	(b)
– <i>Bipolaris sorokiniana</i>	Rastik –	3,1	(a),	2,7	(b)
	Rataj –	6,7	(a),	12,8	(b)
– <i>Epicoccum purpurascens</i>	Rastik –	1,0	(a),	0	(b)
	Rataj –	1,0	(a),	0	(b)
– <i>Fusarium</i> ssp.	Rastik –	2,0	(a),	5,6	(b)
	Rataj –	5,8	(a),	12,8	(b)

Tabela 47

Table 47

Grzyby wyizolowane z przechowywanego ziarna jęczmienia jarego (średnia liczba izolatów)

Fungi isolated from storage spring barley grain (average number of isolates)

Wyszczególnienie Specifications		Grzyby polowe Field fungi		Grzyby przechowalniowe Storage fungi	
		Ziarno nieodkażone Non-disinfected (a)	Ziarno odkażone Disinfected grain (b)	Ziarno nieodkażone Non-disinfected (a)	Ziarno odkażone Disinfected grain (b)
Technologia uprawy Cultivation systems	Ekstensywna Extensive	106	69	19	6
	Standardowa Conventional	104	70	20	6
	Intensywna Intensive	95	77	20	9
Odmiana Cultivars	Rastik	90	58	24	9
	Rataj	113	86	15	4
Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Kontrola Control	140	88	1	0
	40%	118	75	9	0
	60%	105	73	8	1
	85%	44	51	60	26
Lata – Years	2000	84	67	21	7
	2001	103	71	27	9
	2002	118	79	11	4

Grzyby „polowe” z rodzaju: *Alternaria*, *Bipolaris*, *Epicoccum*, *Fusarium*, kolonie niezarodnikujące;

Grzyby „przechowalniowe” z rodzaju: *Aspergillus*, *Penicillium*

Field fungi, genus: *Alternaria*, *Bipolaris*, *Epicoccum*, *Fusarium*, non-sporogenic colony;

Storage fungi, genus: *Aspergillus*, *Penicillium*

Wpływ warunków przechowywania na występowanie grzybów zasiedlających ziarno odmian jęczmienia jarego, niezależnie od lat zbioru i technologii uprawy (średnia liczba izolatów)  
Effects of storage conditions on fungi isolated from spring barley grain independent of years of harvested and cultivation systems (average number of isolates)

Odmiana Cultivars	Wilgotność względna powietrza Relative air humidity	Grzyby polowe Field fungi		Grzyby przechowalniowe Storage fungi	
		Ziarno nieodkażone No-disinfected (a)	Ziarno odkażone Disinfected grain (b)	Ziarno nieodkażone Non-disinfected (a)	Ziarno odkażone Disinfected grain (b)
Rastik	Kontrola – Control	141	79	1	0
	40%	107	60	15	1
	60%	83	53	14	2
	85%	29	50	64	36
Rataj	Kontrola – Control	138	98	1	0
	40%	129	90	2	0
	60%	128	94	2	0
	85%	59	63	56	15

Wzrost wilgotności ziarna przechowywanego w 85% wilgotności względnej środowiska spowodował gwałtowny rozwój grzybów „przechowalniowych”, głównie z rodzaju *Penicillium* (Rastik; 67,3% (a), 34,7% (b), Rataj; 52,9% (a), 32,1% (b), a także w mniejszym stopniu grzybów z rodzaju *Aspergillus*.

Rodzaj *Penicillium* reprezentowany był najczęściej przez gatunki: *P. notatum*, *P. granulatum*, *P. corymbiferum*, *P. cyclopium*, *P. viridiatum*, *P. paxilli*, *P. politans* oraz *P. lanoso-griseum*., Rodzaj *Aspergillus* reprezentowany był najczęściej przez gatunki: *A. amstelodani*, *A. chevaleri*, *A. repens* oraz *A. versicolor*.

Grzyby „polowe” oraz „przechowalniowe” znacznie częściej izolowano z powierzchni, natomiast znacznie mniej izolatów grzybów wyodrębniano z wnętrza ziarna.

Stwierdzono, że wzrost wilgotności ziarna powodował zmiany w zbiorowisku zasiedlających grzybów. Obserwowano stopniowe ograniczenie rozwoju grzybów „polowych” a wzrost liczby grzybów „przechowalniowych” mimo dość krótkiego okresu przechowywania (2 miesiące). Stwierdzono również, że ziarno odmiany Rataj było w większym stopniu porażone przez grzyby aniżeli Rastik, jednak z tego ostatniego częściej izolowano grzyby „przechowalniowe”, nawet z ziarna suchego (9,6–12%).

## 6.11. Wartość browarna jęczmienia

W ramach doświadczenia B oceniono dodatkowo przydatność ziarna odmiany nagoziarnistej do celów słodowniczych.

Niezależnie od zastosowanej dawki azotu celność ziarna obu odmian była niezadowalająca, poniżej wymagań dla jęczmienia browarnego (tab. 49 i 50). Mniejsze wyrów-

nanie ziarna jęczmienia odmiany Rastik wynika z braku plewki, której obecność w ziarnie typowego, oplewionego jęczmienia zwiększa jego grubość. W roku 2001 plon ziarna celnego odmiany Rastik był największy po zastosowaniu nawożenia 25 i 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Zwiększenie dawek azotu do 75 (50+25) oraz 100 (50+50) kg N ha<sup>-1</sup> powodowało zmniejszenie masy ziarna dorodnego. W przypadku jęczmienia oplewionego (Rataj) niskie dawki azotu (do 50 kg N ha<sup>-1</sup>) okazały się również najkorzystniejsze dla wykształcenia ziarna celnego. W sezonie 2002 zastosowanie nawożenia azotem w ilości 25 kg N ha<sup>-1</sup> i 100 (75+25) kg N ha<sup>-1</sup> wpłynęło na wzrost udziału ziarna celnego oraz jego plonu u odmiany Rastik. W tym samym roku najwyższe wysokości plonu ziarna celnego odmiany oplewionej Rataj ustalono przy nawożeniu azotem w ilości 100 kg, przy czym korzystniejszy był podział dawki na dwie równe części (50+50).

Tabela 49

Tabela 49

Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy ziarna oraz siodu jęczmienia jarego odmiany Rastik

The effect of nitrogen fertilization on selected brewing features of spring barley grain and malt of Rastik cultivar

Poziomy nawożenia azotem N doses	Celność ziarna Grain filling	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Energia kiełkowania po 120 godz. Germination energy after 120 hours	Białko ogółem Crude protein	Plon ziarna o grubości ponad 2,5 mm Yield of grain of thickness over 2,5 mm
kg ha <sup>-1</sup> kg per ha	%	g s.m. g d.m.	%	% s.m. % d.m.	t ha <sup>-1</sup> kg per ha
Rok – Year 2001					
0	73,2	41,0	91,2	12,3	3,04
25	74,2	41,4	90,1	12,5	3,50
50	74,5	41,3	92,9	13,0	3,64
75(50+25)	65,5	41,1	95,6	13,0	3,18
100(50+50)	63,2	40,5	93,4	13,0	3,21
100(75+25)	66,8	41,0	93,0	13,3	3,63
125(100+25)	66,2	41,2	94,3	14,5	3,38
Rok – Year 2002					
0	70,5	41,5	89,6	10,6	2,66
25	79,0	41,5	90,7	10,8	3,42
50	78,1	42,7	94,1	11,8	3,73
75(50+25)	75,0	42,4	93,0	11,0	3,72
100(50+50)	76,3	42,4	92,9	11,0	3,72
100(75+25)	82,2	43,9	92,1	13,0	3,81
125(100+25)	80,2	43,8	92,0	13,1	3,78



Tabela 50

Table 50

Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy ziarna oraz słołu jęczmienia jarego odmiany Rataj  
The effect of nitrogen fertilization on selected brewing features of spring barley grain and malt of Rataj cultivar

Poziomy nawożenia azotem N doses	Celność ziarna Grain filling	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Energia kiełkowania po 120 godz. Germination energy after 120 hours	Białko ogółem Crude protein	Plon ziarna o grubości ponad 2,5 mm Yield of grain of thickness over 2,5 mm
kg ha <sup>-1</sup> kg per ha	%	g s.m. g d.m.	%	% s.m. % d.m.	t ha <sup>-1</sup> kg per ha
2001					
0	82,5	38,8	95,6	11,3	4,35
25	83,0	39,1	96,4	11,0	4,96
50	79,8	38,9	97,3	11,6	4,89
75(50+25)	73,3	38,3	97,4	12,1	4,58
100(50+50)	67,7	37,7	96,6	12,4	4,02
100(75+25)	71,8	38,8	97,4	12,4	4,58
125(100+25)	71,9	39,6	97,7	11,7	4,59
2002					
0	88,1	44,8	98,6	9,6	4,17
25	86,8	45,1	99,7	9,7	4,15
50	85,0	45,3	96,5	9,8	4,61
75(50+25)	85,1	46,3	92,3	10,3	5,00
100(50+50)	86,5	46,3	93,9	10,7	5,24
100(75+25)	84,0	45,8	92,1	10,9	5,22
125(100+25)	86,1	46,7	92,6	10,9	5,02

Wyniki oznaczeń masy 1000 ziaren odmiany Rastik wskazują, że ziarno z wszystkich obiektów doświadczalnych z lat 2001 i 2002 charakteryzowało się wartościami tego parametru, mieszczącymi się w granicach norm wyznaczonych dla jęczmienia browarnego, niezależnie od wysokości dawek azotu.

Niska energia kiełkowania ziarna jęczmienia odmiany Rastik w granicach 90,1–95,6% (2001 r.) oraz 89,6 do 94,1% (2002 r.) ogranicza jego przydatność do produkcji słołu. Wartości te nie spełniają norm opracowanych dla ziarna jęczmienia browarnego. Nieodpowiednia energia kiełkowania jest prawdopodobnie wynikiem uszkodzenia zarodków podczas omłotu pozbawionego ochronnej plewki ziarna. Wyższe wartości tej cechy zanotowano dla ziarna odmiany Rataj.

W tej części pracy zrezygnowano z przedstawienia zawartości białka w ziarnie, ponieważ oznaczenie zawartości białka w słodzie potraktowano jako poprawniejsze przy ocenie wartości słodowniczej ziarna nagiego, które w trakcie procesu suszenia i odkiełkowania traci więcej związków azotowych niż typowe ziarna jęczmienia oplewionego.

Na podstawie wyników z roku 2001 można stwierdzić, że zawartość białka ogółem w słodach typu pilzneńskiego wyprodukowanych z ziarna jęczmienia nagoziarnistego jest zbyt duża. W sezonie 2001 nawożenie jęczmienia azotem w zakresie od 0 do 125 kg N ha<sup>-1</sup> powodowało wzrost zawartości białka ogółem w słodzie odmiany Rastik od 12,3 do 14,5%. W 2002 roku zawartość białka w słodzie tej odmiany mieściła się w przedziale od 10,6 do 13,1%. Z ziarna odmiany Rataj otrzymano słody o niższej zawartości białka.

W 2001 roku, niezależnie od dawki nawożenia i mimo wzrostu ilości białka w słodzie odmiany Rastik, ekstraktywność przekraczała 80,0% (tab. 51). W 2002 roku otrzymano słód o bardzo wysokiej ekstraktywności (83,0–89,0%), zwłaszcza po zastosowaniu małych dawek nawożenia N (25 i 50 kg N ha<sup>-1</sup>). Słody otrzymane z ziarna odmiany Rataj charakteryzowały się niższą i niewystarczającą dla słodowników ekstraktywnością, tzn. poniżej 81,6%, niezależnie od lat badań (tab. 52).

Liczba Kolbacha słodów otrzymanych z ziarna jęczmienia odmiany Rastik ze zbioru w roku 2001 była zbyt mała w stosunku do wytycznych norm dla typowych słodów pilzneńskich. Niskie jej wartości dla słodów z 2002 dowodzą słabej aktywności enzymów w proteolitycznych. Można przypuszczać, że z powodu braku oplewienia proces pobierania wody przez ziarno odmiany nagoziarnistej i aktywacja różnych grup enzymów przebiega inaczej niż w ziarnie oplewionym.

W sezonach 2001 i 2002 uzyskane brzeczki ze słodów jęczmienia nagoziarnistego spełniały stawiane im wymogi. Brzeczki ze słodów z ziarna ze zbioru 2002 gorzej się filtrowały, a przyczyną wzrostu lepkości mogła być wysoka zawartość  $\beta$ -glukanów. Zatem w celu usprawnienia filtracji brzeczek ze słodów z ziarna nagiego należałoby stosować preparaty usprawniające filtrację, co prawdopodobnie poprawiłoby także inne wyróżniki brzeczki (np. liczbę Kolbacha). Lepkości brzeczek dla odmiany Rataj mieściły się w normie piwowarskiej i nie przekraczały 1,75 mPa.s.

Siła diastatyczna oznaczona w słodzie z ziarna odmiany Rastik w 2001 r. wykazywała duże zróżnicowanie pod wpływem nawożenia azotem. Otrzymane wielkości były większe od wartości granicznej 220 j. W-K. Siła diastatyczna oznaczona w słodzie uzyskanym z ziarna odmiany Rastik w sezonie 2002, przy nawożeniu niskimi dawkami 25 i 50 kg N ha<sup>-1</sup>, była znacznie mniejsza, niż przewiduje norma. Wraz ze wzrostem wysokości dawek N rosła siła diastatyczna słodów. W 2001 r. słody odmiany Rataj charakteryzowały się wystarczającą aktywnością enzymatyczną dopiero przy nawożeniu wyższymi dawkami azotu, zaś w 2002 r. w ogóle nie spełniały normy piwowarskiej.

Na podstawie wyników z roku 2001 stwierdzono niski stopień ostatecznego odfermentowania dla brzeczek uzyskanych ze słodu wyprodukowanych z ziarna jęczmienia odmiany nagoziarnistej Rastik. Wartości parametru nie osiągnęły najniższego poziomu pozwalającego zakwalifikować brzeczkę do dobrej klasy jakościowej, kształtowały się bowiem w przedziale 71,6–73,6%. Niski stopień ostatecznego odfermentowania mógł wynikać z niewielkiej zawartości cukrów fermentujących w badanej brzeczce. Bardzo niski stopień ostatecznego odfermentowania brzeczek ze słodów w 2002 r. (52,1–77,8%) wskazuje na zbyt małe zdolności fermentacyjne brzeczek, niezależnie od wysokości dawek nawożenia azotem. Stopień ostatecznego odfermentowania słodów odmiany Rataj był wyższy w porównaniu z odmianą nagoziarnistą Rastik.

Tabela 51  
Table 51

Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rastik określona metodą Molina-Cano  
Effect of nitrogen fertilization on the brewing category of barley grain of Rastik cultivar determined by Molina-Cano method

Poziomy nawożenia azotem N doses	Ekstraktywność słodu Malt extractivity	Lepkość brzezki Wort viscosity	Stożek ostatecznego odfermentowania Apparent final attenuation	Liczba Kolbacha Kolbach index	Siła diastatyczna Diastatic power	Wskaźnik Quality index	Kategoria browarna Brewing category
kg N ha <sup>-1</sup>	%	mPa.s	%	%	j. WK	Q	
2001							
0	81,9	1,55	73,1	36,6	220	2,30	niebrowarna
25	82,2	1,52	71,6	34,0	280	3,15	średnia
50	83,9	1,52	73,1	32,8	240	4,45	średnia do dobrej
75(50+25)	81,5	1,51	73,5	32,8	240	2,05	niebrowarna
100(50+50)	80,5	1,51	73,3	35,3	300	2,50	niebrowarna
100(75+25)	82,1	1,51	73,1	33,6	240	2,85	niebrowarna
125(100+25)	80,9	1,38	78,2	31,1	300	2,95	niebrowarna
2002							
0	89,0	1,69	73,8	36,3	170	4,50	średnia do dobrej
25	85,8	1,63	77,2	34,5	140	4,65	średnia do dobrej
50	84,8	1,64	77,4	32,2	240	4,95	średnia do dobrej
75(50+25)	84,0	1,62	77,4	38,0	220	4,55	średnia do dobrej
100(50+50)	84,1	1,68	52,1	38,2	200	4,25	średnia do dobrej
100(75+25)	83,0	1,64	70,5	33,8	260	3,50	średnia
125(100+25)	83,4	1,60	77,8	30,6	290	3,80	średnia

Tabela 52  
Table 52

Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rataj określona metodą Molina-Cano  
Effect of nitrogen fertilization on the brewing category of barley grain of Rataj cultivar determined by Molina-Cano method

Poziomy nawożenia azotem N doses kg N ha <sup>-1</sup>	Ekstraktywność słodu Malt extractivity %	Lepkość brzezki Wort viscosity mPa.s	Stopień ostatecznego odfermentowania Apparent final attenuation %	Liczba Kolbacha Kolbach index %	Siła diastyczna Diastatic power j. WK	Wskaźnik Quality index Q	Kategoria browarna Brewing category
0	76,3	1,42	78,2	36,2	204	2,05	niebrowarna
25	56,6	1,29	80,3	27,5	203	2,35	niebrowarna
50	74,6	1,43	77,5	35,7	186	2,05	niebrowarna
75(50+25)	77,1	1,63	80,9	44,3	199	2,65	niebrowarna
100(50+50)	74,6	1,66	80,9	48,3	260	3,25	średnia
100(75+25)	76,2	1,64	80,7	46,0	238	3,10	średnia
125(100+25)	75,6	1,65	81,5	49,5	250	3,55	średnia
0	80,8	1,45	88,5	33,3	203	3,25	średnia
25	77,5	1,47	90,7	32,0	204	3,10	średnia
50	75,5	1,46	90,5	33,2	200	3,40	średnia
75(50+25)	76,9	1,45	91,4	34,1	169	3,25	średnia
100(50+50)	77,1	1,46	93,7	27,0	101	3,10	średnia
100(75+25)	77,5	1,45	93,0	37,0	186	3,30	średnia
125(100+25)	77,4	1,45	86,2	34,5	204	3,55	średnia

Z zestawienia wyników klasyfikacji i oceny jakościowej z lat 2001–2002 wynika, że nagoziarnista odmiana Rastik uzyskała wysoką punktację za ekstraktywność. Średnio oceniono siłę diastatyczną oraz lepkość. Wartość użytkową jęczmienia znacznie obniżyły: liczba Kolbacha (2001) oraz stopień ostatecznego odfermentowania. Sumaryczna wartość browarna wyrażona wskaźnikiem Q pozwoliła zakwalifikować ziarno odmiany nagoziarnistej z roku 2001 do kategorii browarnej średniej dla wariantu nawożenia  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$  oraz średniej do dobrej dla dawki  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ . W pozostałych przypadkach ziarno uznano za niebrowarne. Ziarno odmiany Rastik z roku 2002 zostało zaliczone do kategorii browarnej średniej do dobrej, przy nawożeniu dawkami od 25 do  $100 \text{ kg (50+50) N ha}^{-1}$  oraz średniej przy dawce  $100 (75+25) \text{ kg N ha}^{-1}$  i  $125 (100+25) \text{ kg N ha}^{-1}$ . W przypadku jęczmienia oplewionego wartość podstawowego parametru, jaki jest brany pod uwagę w browarnictwie, tzn. ekstraktywności była niska i nienormatywna. Odmiana Rataj jest bowiem typową odmianą pastewną i nie spełnia wymogów jakościowych stawianych przed odmianami browarnymi.

## 7. DYSKUSJA

Wyniki badań własnych wskazują, że czynnikiem najsilniej różnicującym zarówno plon ziarna, jak i jego cechy jakościowe był przebieg pogody. Z uwagi na najkrótszy spośród zbóż okres wegetacji (około 100 dni) jęczmień jary jest wrażliwy nawet na krótkotrwałe niedobory, jak również nadmiary wody [Gąsiorowski 1997]. Warunki pogodowe w latach 2000 i 2002 nie były korzystne dla rozwoju wegetatywnego jęczmienia. W tych latach wykazano znaczne ograniczenie krzewienia się roślin, spowodowane niskimi sumami opadów. Według Pecio [2002] im większa powierzchnia asymilacyjna zostanie wytworzona w okresie przed kwitnieniem jęczmienia, tym większa szansa na wykształcenie dorodnego ziarna. Sezon 2001 okazał się najbardziej korzystnym dla rozwoju i plonowania jęczmienia. Rośliny rozkrzewiły się intensywnie, a pożądana ilość opadów i umiarkowane temperatury w okresie wypełniania i dojrzewania ziarna sprzyjały wykształceniu dużej liczby, choć drobnego ziarna.

Niekorzystny wpływ warunków stresowych można w pewnym stopniu zrekompenzować zabiegami agrotechnicznymi, które powinny zapewnić roślinom optymalny rozwój powierzchni asymilacyjnej przed kwitnieniem i umożliwić niezakłócony przebieg fotosyntezy w fazie wypełniania ziarna. Do najważniejszych zabiegów agrotechnicznych w tym zakresie należą nawożenie mineralne, zwłaszcza azotem i ochrona roślin.

Największy wpływ na kształtowanie elementów struktury plonu ma nawożenie azotem [Lauer 1990, Liszewski i Błażewicz 2001, Noworolnik i Leszczyńska 2004c]. Po przeprowadzeniu testu SPAD w doświadczeniu B stwierdzono, że w latach 2001 i 2002 uzasadnione było zastosowanie pogłówniej dawki N w ramach technologii intensywnej (doświadczenie A). Najbardziej korzystna dla plonowania jęczmienia okazała się dawka 100 (75+25) kg N ha<sup>-1</sup>, ale średni plon ziarna był wyższy jedynie o 6,8% od uzyskanego dla dawki 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Na niską efektywność dawek N powyżej 40 kg ha<sup>-1</sup> dla jęczmienia zwracają uwagę także inni autorzy [Noworolnik i in. 2004, Szmigiel i Oleksy 2005]. Noworolnik i in. [2004] uzyskali w zakresie dawek N 0–30 kg przyrost plonu na poziomie od 16,0 do 18,7 kg ziarna na 1 kg N (w lepszych warunkach glebowych), podczas gdy w zakresie dawek N 60–90 kg tylko od 1,0 do 2,7 kg ziarna na każdy kg N. O wykorzystaniu azotu decyduje także przebieg pogody (suma opadów). Przyrost plonu uzyskany w 2000 r. w warunkach technologii standardowej wyniósł zaledwie 11,7%, a w najbardziej korzystnym sezonie 2001 – aż 25,5%, w porównaniu do technologii ekstensywnej. Susza glebowa w 2000 r. – podczas krzewienia i strzelania w źdźbło jęczmienia wyraźnie ograniczyła zdolność pobierania z gleby i przyswajania azotu przez rośliny.

Obie odmiany jęczmienia (nagoziarnista i oplewiona) reagowały w podobny sposób na intensyfikację uprawy (w tym nawożenie N), tzn. istotnie wyżej plonowały w warunkach technologii standardowej, w porównaniu do technologii ekstensywnej. Również w doświadczeniu B nie stwierdzono współdziałania odmian z nawożeniem azotem.

W obu doświadczeniach o wzroście plonu ziarna decydowała przede wszystkim większa liczba kłosów na 1 m<sup>2</sup>. Dalsza intensyfikacja uprawy nie powodowała już zwiększenia plonu ziarna pomimo wzrostu liczby kłosów na jednostce powierzchni. Nastąpiło bowiem istotne obniżenie liczby i masy ziarna z kłosa w warunkach technologii intensywnej. Wcześniejsze badania również wskazują, że plon ziarna jęczmienia jarego zależy w największym stopniu od liczby kłosów na jednostce powierzchni [Koziara i in. 1998, Liszewski i Błażewicz 2001]. Przy stosowaniu małych i średnich dawek azotu obserwuje się zwiększenie krzewistości ogólnej i produkcyjnej [Błażewicz i in. 2003], wzrasta także liczba i masa ziarna z kłosa [Liszewski i Błażewicz 2001]. Reakcja jęczmienia na wyższe nawożenie azotem polega zazwyczaj na zwiększaniu liczby kłosów na 1 m<sup>2</sup>, przy jednoczesnym zmniejszaniu liczby i masy ziarna z kłosa [Błażewicz i in. 2003]. W doświadczeniu nawozowym uzyskano istotny wzrost liczby kłosów na jednostce powierzchni, jedynie po zastosowaniu dawki 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Wzrost nawożenia azotem nie powodował zwiększenia masy ziarna z kłosa i na ogół zmniejszał udział ziarna dorodnego.

W warunkach technologii intensywnej (dawka N = 100 kg ha<sup>-1</sup>) także nastąpiło istotne obniżenie masy 1000 ziaren w odniesieniu do technologii standardowej (dawka N = 50 kg ha<sup>-1</sup>). Nawożenie azotem wpływa na wzrost masy ziarna z kłosa, jeśli w okresie wegetacji występują niedobory wody. Gdy opady w tym czasie są obfite i równomiernie rozłożone, uzyskuje się większą liczbę kłosów na 1 m<sup>2</sup>, a jednocześnie mniejszą masę ziarna [Fatyga i in. 1995]. Właśnie taki przebieg pogody zanotowano w sezonie 2001. Rośliny rozkrzewiły się wówczas intensywnie.

Stosowanie herbicydów jest najważniejszym sposobem zwalczania wielu uciążliwych gatunków chwastów w zasiewach zbóż [Kwiatkowski 2004, Wróbel i Budzyński 1999]. Z badań Wróbla i Budzyńskiego [1999] wynika, że obniżka plonu ziarna zbóż spowodowana zachwaszczeniem może dochodzić do 15–20%. Zastosowanie preparatu Aminopielik D 450 SL (technologia standardowa) ograniczyło liczebność chwastów i spowodowało istotne ograniczenie ich suchej masy. We wszystkich latach badań wykazano także skuteczność mieszaniny herbicydów (Compete 240 EC + Granstar 75 WG) w ograniczeniu zachwaszczenia w porównaniu do obiektu bez ochrony. Biorąc pod uwagę, iż obie kombinacje herbicydowe okazały się równie skuteczne w odniesieniu do wariantu bez stosowania chemicznych środków do zwalczania chwastów (technologia ekstensywna), korzystniejsze jest użycie tańszego preparatu Aminopielik D 450 SL. Ograniczenie zachwaszczenia miało duży wpływ na poprawę plonowania w technologii standardowej i intensywnej, w odniesieniu do ekstensywnej.

Również choroby mogą powodować nie tylko obniżenie plonu, ale także pogorszenie jakości plonu. W badaniach Szemplińskiego i Rzepińskiego [1998] rezygnacja ze stosowania fungicydu Tilt 250 EC w fazie 3. kolanka jęczmienia spowodowała zwiększenie porażenia roślin przez choroby i w efekcie istotną obniżkę masy 1000 ziaren oraz zmniejszenie plonu ziarna o 7%. Pecio i Bichoński [2004a] po zastosowaniu fungicydu Alert 375 SC w fazie początku kłoszenia jęczmienia – uzyskali zwiększenie plonu ziarna o ok. 1,0 t ha<sup>-1</sup>, tj. o 29%, głównie na skutek wzrostu liczby ziaren w kłosie. Według Kwiatkowskiego [2004] ekstensywna pielęgnacja jęczmienia (w tym nagoziarnistego), tj. ograniczona do zaprawiania ziarna, powodowała pogorszenie parametrów struktury kłosa oraz wpływała na zmniejszenie plonu ziarna o 21% w stosunku do poletek pielęgnowanych intensywnie. W poszczególnych latach badań warunki pogodowe nie sprzy-

jały rozwojowi chorób występujących na częściach nadziemnych jęczmienia. Stwierdzono jedynie objawy plamistości siatkowej jęczmienia powodowanej przez *P. teres*. Według Fiedorow i in. [1991] dłuższe okresy ciepłej i suchej pogody znacznie opóźniają rozwój tej choroby lub nawet powodują jej zahamowanie. Właśnie taką zmienną pogodę, tj. występowanie suszy na przemian z wysoką wilgotnością gleby i powietrza, obserwowano podczas trwania doświadczenia. Prawdopodobnie ten układ warunków meteorologicznych był przyczyną niewielkiego porażenia jęczmienia *P. teres*. Indeks porażenia (Ip) nie był zróżnicowany w latach, natomiast zaznaczył się istotny wpływ technologii uprawy w latach 2001 i 2002 na ten wskaźnik. W latach tych porażenie *P. teres* w warunkach technologii standardowej i intensywnej, po zastosowaniu fungicydu, było mniejsze w porównaniu do technologii ekstensywnej. Z uwagi na niski stopień porażenia jęczmienia w badaniach własnych należy przypuszczać, że czynnik ten miał niewielki wpływ na obniżenie plonowania jęczmienia i cech jakościowych ziarna.

Zasadniczy wpływ na jakość plonów (skład chemiczny) ma nawożenie mineralne, przede wszystkim azotowe. Obie odmiany jęczmienia jarego Rastik i Rataj reagowały wzrostem akumulacji białka w miarę zwiększania intensywności uprawy (w tym wzrost nawożenia N). Górlach i Mazur [2001] ustalili, że średni wzrost zawartości białka w ziarnie jęczmienia, na każde 30 kg N ha<sup>-1</sup>, wyniósł 0,74%. Różnica pomiędzy zawartością białka ogółem w ziarnie pochodzącym z uprawy standardowej i ekstensywnej była istotna i wyniosła 0,93%. Dalsza intensyfikacja uprawy (w tym zastosowanie pogłówniej dawki 50 kg N ha<sup>-1</sup>) prowadziła do kolejnego wzrostu zawartości białka w ziarnie (o 1,42%). Inni autorzy [Błażewicz i in. 2003, Czuba i Mazur 1988, Koter 1979] także stwierdzają, że pogłównie nawożenie zbóż bardziej modyfikuje wskaźniki jakościowe ziarna niż wielkość plonu. Pogłównie nawożenie zbóż azotem ma uzasadnienie w stosowaniu dawek większych niż 30 kg N ha<sup>-1</sup>, gdyż wówczas wzrasta zawartość i plon białka mimo nieistotnych różnic w plonie ziarna. W doświadczeniu własnym także uzyskano wzrost plonu białka w miarę zwiększenia nawożenia azotem pomimo nieistotnego wzrostu plonu ziarna w warunkach technologii intensywnej. Zawartość białka ogółem w ziarnie zwiększa się równolegle i prawie proporcjonalnie do wielkości dawek. W doświadczeniach Kluczyńskiego [1978], w przedziale dawek 0–120 kg N ha<sup>-1</sup>, zawartość białka ogółem podniosła się z 11,0 do 12,9%. W doświadczeniu B wzrost zawartości białka wyniósł od 11,6 do 13,5% pod wpływem dawek N od 0 do 125 kg ha<sup>-1</sup>. Liszewski i Błażewicz [2001] stwierdzili niewielki przyrost zawartości białka w ziarnie (od 11,9 do 13%) w sezonie 1999, pod wpływem dawek 0–80 kg N ha<sup>-1</sup>. W analogicznym doświadczeniu przeprowadzonym w 2000 r. różnice te wyniosły od 1,4 do 1,7%, w zależności od odmiany. Prawdopodobnie również inne czynniki, oprócz nawożenia, mogą powodować w danym sezonie wegetacyjnym dużą akumulację białka w ziarnie, zwłaszcza gdy wysoką jego zawartość stwierdza się w ziarnie jęczmienia nienawożonego azotem [Błażewicz i in. 2003]. Przyczyną mogą być długotrwałe okresy suszy w czasie sezonu wegetacyjnego. Zwłaszcza niedobór opadów przed kłoszeniem oraz w okresie wypełniania i dojrzałości mlecznej ziarna sprzyja wzrostowi zawartości białka ogółem w suchej masie [Kukuła i in. 1999, Pecio 2002]. Takie warunki wystąpiły w 2000 r. i sprzyjały gromadzeniu białka w ziarnie. Stwierdzono wówczas wyjątkowo wysoką zawartość tego składnika, wynoszącą średnio dla odmian – 16,7% (doświadczenie A). W tym samym sezonie wegetacyjnym Błażewicz i in. [2003] uzyskali także



wysokie zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego od 15,0 do 16,3%. Pozostałe czynniki agrotechniczne (ochrona roślin) również mogły wpłynąć na wzrost zawartości białka w suchej masie, jednak biorąc pod uwagę niski stopień porażenia nadziemnych części roślin przez choroby w badaniach własnych, należy uznać wpływ ochrony fungicydowej jako mało znaczący dla podniesienia zawartości białka w ziarnie. Badania Kwiatkowskiego i Wesołowskiego [2004] potwierdzają korzystny wpływ intensywnej pielęgnacji na wyższą kumulację białka w ziarnie. Różnica w zawartości tego składnika pomiędzy systemami uprawy z pielęgnacją ekstensywną a intensywną wahała się od 14,68 do 15,19%.

Intensyfikując uprawę jęczmienia uzyskano wyższe plony białka, głównie dzięki wzrostowi zawartości białka w ziarnie.

W dostępnej literaturze brak jest prac dotyczących wpływu technologii uprawy na skład frakcyjny białka. Zwiększenie intensywności uprawy wpłynęło na istotny wzrost zawartości białka ogółem, hordeiny oraz białek nierozpuszczalnych. Uważa się, że w miarę wzrostu zawartości białka w ziarnie zwiększa się przede wszystkim koncentracja białek zapasowych: hordeiny i gluteliny, zaś zmniejsza się koncentracja białek typu albumin i globulin. Każdorazowy wzrost intensywności uprawy powodował istotne zmniejszenie udziału w białku ogółem gluteliny i zwiększenie białka nierozpuszczalnego. Wzrost intensywności uprawy odmiany Rastik prowadził do obniżenia zawartości globulin w białku ogółem, zaś opóźnienie terminu zbioru sprzyjało zwiększeniu udziału tej bardzo wartościowej frakcji.

Wyniki prac hodowlanych zbóż wskazują, iż modyfikacjom frakcji białka towarzyszą zmiany składu aminokwasowego [Majcherczak i in. 2003]. Uprawa obu form jęczmienia w warunkach technologii standardowej (w tym  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) wpłynęła na wzrost zawartości aminokwasów egzogennych w białku w porównaniu z technologią ekstensywną, niezależnie od odmiany. Wyjątkiem była tylko niższa zawartość metioniny w białku obu odmian. Dalsza intensyfikacja uprawy (w tym o 50% wyższa dawka N) odmiany Rastik sprzyjała wzrostowi zawartości następujących aminokwasów egzogennych: lizyny, leucyny, tryptofanu, treoniny, metioniny i cystyny. W przypadku odmiany oplewionej wzrost taki zanotowano jedynie dla leucyny, waliny i metioniny. W doświadczeniu Spychaj-Fabisiaka [2005] stosowanie wzrastającego nawożenia azotem powodowało obniżenie zawartości szeregu aminokwasów egzogennych, z wyjątkiem fenyloalaniny i treoniny. Podobnego zdania są inni autorzy [Kłupczyński 1978, Płoszyński 1985, Pomeranz i in. 1973].

W dostępnej literaturze jest wiele publikacji poświęconych wpływowi technologii uprawy na ilość i wartość odżywczą węglowodanów, takich jak skrobia [Czerniawski 1983, Oscarsson i in. 1998]. Zastosowana technologia uprawy nie miała wpływu na zawartość skrobi w ziarnie. Najbogatsze w skrobię było ziarno z sezonów 2002 (57,2%) i 2000 (56,4%), miało ono równocześnie najwyższą masę 1000 sztuk (45,5%). Na dodatnią korelację pomiędzy masą 1000 ziaren a zawartością skrobi wskazują także Marhylo i in. [1984]. Według Widery [1999] zawartość skrobi jest silnie modyfikowana przez czynnik środowiskowy.

Równocześnie ze wzrostem intensywności uprawy zmniejszała się zawartość bezazotowych związków wyciągowych. Tendencja ta jest m.in. wynikiem ujemnej korelacji pomiędzy zawartością białka i węglowodanów w suchej masie [Błażewicz i in. 2007].

Nie stwierdzono jednak istotnego wpływu technologii uprawy i terminu zbioru na wartość energetyczną netto 100 g s.m. ziarna.

Przydatność ziarna jęczmienia dla celów przetwórczych jest uzależniona od jego cech towaroznawczych. Zaniechanie nawożenia mineralnego i ochrony roślin w technologii ekstensywnej obniżyły aktywność amylolytyczną ziaren, natomiast wzrosło w tych warunkach wyrównanie ze względu na niskie rozkrzewienie się jęczmienia. Intensywna uprawa wpłynęła na pogorszenie cech towaroznawczych ziarna, takich jak: gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie i masa 1000 ziaren oraz szklistość. Wyrównanie i masa 1000 ziaren są cechami mającymi duże znaczenie w przemyśle młynarskim i browarniczym [Błażewicz i Liszewski 2001, Kawka i in. 1998]. Cechy te są w dużej mierze determinowane przez poziom nawożenia mineralnego [Liszewski i Błażewicz 2001]. W warunkach technologii standardowej uzyskano ziarno o najwyższej masie 1000 ziaren, lecz w przypadku odmiany Rastik nastąpiło istotne obniżenie aktywności amylolytycznej w odniesieniu do technologii ekstensywnej. Spośród badanych cech towaroznawczych tylko aktywność amylolytyczna ziarna oraz gęstość w stanie zsypanym obu odmian były uzależnione od terminu zbioru. Istotnie niższe wartości tych cech ustalono dla wczesnego terminu zbioru.

Odmiana nagoziarnista Rastik plonowała istotnie niżej w porównaniu z odmianą Rataj, niezależnie od sezonu. Średni plon dla odmiany Rastik był niższy o 14,8% z uwagi na mniejszą liczbę i masę ziarna z kłosa oraz niższy współczynnik krzewienia produkcyjnego w porównaniu z odmianą Rataj. Również w doświadczeniu B odmiana nagoziarnista plonowała o 18,3% niżej niż oplewiona. Na podobną różnicę w plonowaniu, pomiędzy odmianą nagoziarnistą a odmianami oplewionymi, wskazują badania innych autorów [Dziamba i Rachoń 1992, Kwiatkowski 2004, Noworolnik i Leszczyńska 2004, Szempliński 2003, Szmigiel i Oleksy 2005]. Również w badaniach COBORU [2007] odmiana nagoziarnista Rastik plonowała od 17 do 21% poniżej wzorca zbiorowego odmian jęczmienia jarego. Jednak należy mieć na uwadze, że już sam brak oplewienia jest przyczyną około 10% różnicy w plonie.

Rastik okazał się odmianą wcześniej dojrzewającą w porównaniu z oplewioną odmianą Rataj. Ponadto, odmiana nagoziarnista charakteryzowała się dłuższą słomą (o 4,2 cm), bardziej podatną na wyleganie w niekorzystnych warunkach (sezon 2001). COBORU [2007] potwierdza większą długość źdźbeł odmiany Rastik w porównaniu z odmianami oplewionymi, wśród których znajduje się odmiana Rataj. W badaniach Dubisa [2004] jęczmień nagoziarnisty (Rastik) wykształcił o około 7% dłuższe źdźbła niż oplewiony (Stratus). W badaniach własnych wykazano, że nagoziarnista odmiana Rastik charakteryzuje się niższymi współczynnikami krzewienia ogólnego i produkcyjnego oraz mniejszą liczbą i masą ziarna z kłosa w porównaniu z odmianą Rataj. Jednocześnie jęczmień nagoziarnisty wyróżniał się dłuższym kłosem. Te zależności potwierdza Kwiatkowski [2004]. Noworolnik i Leszczyńska [2004] wykazali tendencję odmiany Rastik do zawiązywania większej liczby ziaren w kłosie, ale o mniejszej masie 1000 ziaren w stosunku do odmian oplewionych. Potwierdzają oni równocześnie słabsze rozkrzewienie produkcyjne odmiany nagoziarnistej.

Na podstawie 3-letnich badań można ocenić odmianę Rastik jako bardziej podatną na plamistość siatkową jęczmienia w porównaniu z odmianą Rataj. Wyniki COBORU [2007] również wskazują na większą wrażliwość odmiany nagoziarnistej na tę chorobę.

W badaniach własnych stwierdzono, że odmiana nagoziarnista (Rastik) charakteryzowała się istotnie wyższą (o 2,2%) zawartością białka w ziarnie w porównaniu z odmianą oplewioną Rataj (12,2%). Wysoką zawartość białka, od 13,7 do 15,2% s.m. w ziarnie jęczmienia nagoziarnistego, potwierdza wielu autorów [Kwiatkowski 2004, Kwiatkowski i Wesółowski 2004, Noworolnik i Leszczyńska 2004, Szempliński 2003]. Również w badaniach innych autorów [Dziamba i Rachoń 1992, Kawka i in. 1999, Jood i Kalra 2001, Szmigiel i Oleksy 2005] stwierdzono, że jęczmień nagoziarnisty charakteryzuje się większą zawartością białka ogółem niż oplewiony.

Czynnik odmianowy istotnie różnicował skład frakcyjny białka ogółem. Ziarno odmiany Rastik było nie tylko zasobniejsze w białko ogółem, ale także w albuminy, globuliny, hordeiny (prolaminy) i gluteliny, w porównaniu z białkiem odmiany Rataj. Na podstawie wysokiej zawartości albumin i globulin w ziarnie odmiany Rastik można uznać białko tej odmiany jako bardziej wartościowe pod względem wartości żywieniowej niż białko odmiany oplewionej. Powyższe frakcje białek odznaczają się bowiem wyjątkowo korzystnym składem aminokwasowym [Gąsiorowski 1997, 1998, Kawka i Gąsiorowski 2000]. Odmiana Rataj charakteryzowała się wyższą zawartością białka nierozpuszczalnego w suchej masie ziarna.

Różne są zdania na temat składu aminokwasowego jęczmienia nagoziarnistego. Według niektórych autorów [Majcherczak i in. 2003] jęczmień oplewiony ma korzystniejszy skład aminokwasowy i wyższą wartość odżywczą. Wartość wskaźnika aminokwasu ograniczającego (lizyny) jest wyższa dla ziarna jęczmienia oplewionego (57,8%) niż dla jęczmienia nagoziarnistego (52,9%). Wyższa jest też wartość wskaźnika EAA w białku jęczmienia oplewionego. Edney i in. [1992] podają natomiast, że jęczmień nagoziarnisty ma wyższy poziom aminokwasów egzogennych niż oplewiony. Wzrost zawartości lizyny w tym przypadku jest związany z brakiem plewki. W badaniach własnych nad składem aminokwasowym białka obu odmian ustalono, że nagoziarnista odmiana Rastik charakteryzowała się wyższą zawartością prawie wszystkich oznaczonych aminokwasów (z wyjątkiem tyrozyny) w odniesieniu do odmiany Rataj. Szczególnie warto podkreślić korzystniejszy udział aminokwasów egzogennych.

Plon białka ogółem w ziarnie dla badanych odmian był zbliżony pomimo niższego plonowania (ziarno) odmiany Rastik. Zdecydowała o tym wyższa zawartość białka w ziarnie odmiany nagoziarnistej. Do podobnych ustaleń doszli Noworolnik i in. [2004].

Ziarno odmiany Rastik zawierało więcej skrobi (56%) niż odmiany Rataj (54%). Jęczmień nagoziarnisty charakteryzował się niższą zawartością pentozanów ogółem i nierozpuszczalnych oraz większym udziałem pentozanów rozpuszczalnych niż forma oplewiona. W badaniach Wołoch i Pisulewskiego [2003] poziom  $\beta$ -glukanów w ocenianych odmianach (Rastik i Start) jęczmienia wynosił odpowiednio: 5,7 i 4,8% s.m.. Według Jooda i Kalry [2001] forma nagoziarnista zawiera więcej tych węglowodanów (6,23%) niż oplewiona (4,60%). Zheng i in. [2000] przedstawili pracę, w której badane odmiany jęczmienia nagoziarnistego zawierały 8,91% tego składnika. W badaniach własnych odmiany (Rastik i Rataj) nie różniły się istotnie zawartością  $\beta$ -glukanów, których zawartość wyniosła średnio 3,73%. Poziom  $\beta$ -glukanów zależał od przebiegu pogody w poszczególnych latach badań. Hadula i in. (1997) wykazali również, że w obrębie tej samej odmiany występują duże wahania w zawartości  $\beta$ -glukanów.

Odmiana nagoziarnista (Rastik) wyróżniała się istotnie wyższymi zawartościami tłuszczu surowego oraz bezazotowych związków wyciągowych, natomiast istotnie niższymi zawartościami włókna surowego i popiołu. W ziarnie odmiany Rastik stwierdzono istotnie wyższą zawartość fosforu, magnezu, niższą zaś wapnia, potasu i sodu w porównaniu z odmianą oplewioną. Zawartość tych pierwiastków w s.m. ziarna odmiany Rastik wyniosła: 0,40% P, 0,37% K, 0,23% Mg i 0,03% Ca. Wiąckowski [1995] podaje zbliżone średnie zawartości makroelementów w ziarnie jęczmienia jarego w s.m., wynoszące: 0,40% P, 0,48% K, 0,14% Mg i 0,08% Ca.

Ziarno odmiany Rastik charakteryzowało się istotnie wyższą wartością energetyczną netto 100 g s.m. (1,64 MJ) w porównaniu z odmianą Rataj (1,59 MJ) ze względu na wyższą zawartość węglowodanów, w tym skrobi. Noworolnik i Leszczyńska [2004c] stwierdzili, że jęczmień nagoziarnisty Rastik charakteryzuje się niższym plonem ziarna, ale podobną wartością energetyczną plonu ziarna (energia netto dla trzody chlewnej) niż forma oplewiona.

Ziarno odmiany Rastik charakteryzowało się niższą masą 1000 ziaren, szklistością pozorną, wyrównaniem i zdolnością kiełkowania, jednocześnie wyróżniało się wyższą gęstością w stanie zsypanym oraz aktywnością amylolityczną, w porównaniu z odmianą oplewioną. W badaniach Kwiatkowskiego [2004] dorodność ziaren jęczmienia jarego wyrażona masą 1000 sztuk zależała istotnie od formy jęczmienia. Lepiej wypełnione ziarna miała oplewiona forma tego zboża, masa 1000 ziaren odmiany Rataj była o około 5% większa niż u formy nagoziarnistej – odmiany Rastik. W badaniach własnych masa 1000 ziaren odmiany oplewionej była wyższa o 2,1% (doświadczenie A). Również Noworolnik i Leszczyńska [2004] potwierdzają niższą dorodność ziarna odmiany Rastik w porównaniu do odmian oplewionych.

Jednym z wyróżników jakości ziarna jest jego zdrowotność, czyli stan fitosanitarny. Zdrowotność ziarna zależy od wielu czynników, między innymi od cech genetycznych odmian, warunków panujących w czasie wegetacji roślin, technologii uprawy, zbioru i warunków przechowywania. Ziarno odmiany Rataj było silniej porażone przez grzyby w porównaniu z ziarnem odmiany Rastik. Wśród wyodrębnionych z ziarna obu odmian jęczmienia jarego dominowały: *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, grzyby z rodzaju *Fusarium*, a zwłaszcza *F. Poae*, oraz *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* i *Epicoccum purpurascens*. Podobny skład gatunkowy grzybów zasiedlających ziarno jęczmienia jarego wyodrębniło wielu autorów [Błażej J. i Błażej J. 2000, Płaskowska i in. 2001, Wiewióra 2002]. Stawicki [1967] podaje, że obecność *A. alternata* jest biologicznym wskaźnikiem jakości ziarna, a liczba izolatów nie powinna przekraczać 46%. W doświadczeniu własnym liczebność tego grzyba mieściła się w przedziale od 45,8 do 53,8%. Patogeniczny gatunek *Bipolaris sorokiniana* częściej porażał ziarno odmiany Rataj, w porównaniu z ziarnem odmiany Rastik. Ziarno obu odmian jęczmienia (a zwłaszcza odmiany Rataj) pochodzące z uprawy intensywnej było bardziej porażone przez grzyby. Przyczyną mogło być silne rozkrzewienie się jęczmienia, a w związku z tym – większa wilgotność ziarna podczas zbioru. Z badań Płaskowskiej i in. [2001] wynika, że wzrost liczebności grzybów z rodzaju *Fusarium* wyizolowanych z ziarna jęczmienia był związany ze wzrostem nawożenia azotem. Wyższa dawka azotu zastosowana w technologii intensywnej także spowodowała silniejsze porażenie ziarna przez grzyby z tego rodzaju. Głębsze partie ziarna jęczmienia były słabiej opanowane przez

grzyby w porównaniu z ich powierzchnią. Zdrowotność ziarna w mniejszym stopniu zależała od terminu jego zbioru, choć występujące w czasie żniw warunki pogodowe silnie wpłynęły na wilgotność ziarna pozyskiwanego w kolejnych terminach zbiorów.

Prokinova [1999] stwierdza, że gatunki *Alternaria alternata* oraz *Bipolaris sorokiniana* nie wpływały na zdolność kiełkowania jęczmienia. Zdaniem Narkiewicz-Jodko [1998] grzyby z rodzaju *Fusarium*, a zwłaszcza gatunki patogeniczne dla zbóż: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, mogą obniżać jakość ziarna, zwłaszcza zdolność kiełkowania. W badaniach własnych udział grzybów z rodzaju *Fusarium* wyniósł 21,5% (na powierzchni) i 18,9% (wewnątrz ziarna). Błażewicz i in. [2003] stwierdzili, że ziarno jęczmienia oplewionego charakteryzujące się wilgotnością 15–16% było licznie zasiedlone przez te grzyby zarówno na powierzchni (do 22% wszystkich izolatów), jak i we wnętrzu (do 19% izolatów). Fuzaria występujące w tej ilości nie spowodowały jednak obniżenia energii kiełkowania. Prawdopodobnie grzyby nie opanowały zarodka, co umożliwiło prawidłowe kiełkowanie ziarna [Narkiewicz-Jodko 1998]. Niska zdolność kiełkowania odmiany Rastik wynikała raczej z uszkodzeń mechanicznych (wybicia) zarodków podczas zbioru niż z skutek porażenia grzybami.

Przechowywanie ziarna przez krótki okres (2 miesiące) przy 40 i 60% wilgotności powietrza pozwalało zachować dobre właściwości towaroznawczo-technologiczne ziarna. Natomiast środowisko powietrza o wilgotności 85% wpłynęło niekorzystnie na większość cech towaroznawczych ziarna obu odmian jęczmienia. Nastąpiło istotne obniżenie gęstości w stanie zsypanym, szklistości pozornej, liczby opadania i zdolności kiełkowania. Ziarno odmiany Rastik okazało się bardziej wrażliwe na warunki przechowywania. Stwierdzono istotne obniżenie wartości szeregu cech towaroznawczych tego ziarna (gęstości w stanie zsypanym, liczby opadania, szklistości pozornej) już przy wzroście wilgotności względnej powietrza z 40 do 60%. Przechowywanie ziarna nagiego w warunkach wysokiej wilgotności powietrza (85%) wyraźniej obniżyło zdolność kiełkowania niż w przypadku ziarna oplewionego. Według Wiłkojć i in. [1983] masa 1000 ziaren nie zmienia się istotnie pod wpływem zróżnicowanej wilgotności względnej powietrza podczas przechowywania. Grzyby „przechowalniowe” ze względu na swe właściwości amylopolityczne, proteolityczne i lipolityczne mogą wywoływać wiele negatywnych zmian w wartości siewnej i technologicznej ziarna przechowywanego w niekorzystnych warunkach [Lukow i in. 1995, Wąsowicz 1988]. Zdaniem tych autorów grzyby te powodują między innymi pogorszenie cech organoleptycznych ziarna, obniżenie szklistości, gęstości w stanie zsypanym i zdolności kiełkowania, a wzrost aktywności amylopolitycznej i wyrównania. Z badań innych autorów [Biskupski i in. 1979, Narkiewicz-Jodko i in. 1994] wynika, że aktywność enzymatyczna ziarna ulega wyraźnym zmianom wówczas, gdy wilgotność przechowywanego ziarna jest wyższa od krytycznej, wynoszącej dla zbóż 14,5%.

W warunkach wysokiej wilgotności powietrza doszło do istotnego wzrostu zawartości albumin zarówno w s.m., jak i w białku ogółem, szczególnie wyraźnie w ziarnie nagim. Zawartość globulin w s.m. oraz białku ogółem ziarna odmiany Rastik zwiększyła się przy wzroście wilgotności względnej powietrza z 40 do 60%. Zawartość hordeiny w ziarnie i białku obu form jęczmienia uległa istotnemu obniżeniu przy przechowywaniu ziarna w wilgotności powietrza 85%. Przechowywanie ziarna nagiego w powyższej wilgotności powietrza powodowało także istotne obniżenie udziału glutelin w s.m. ziarna

i białku ogółem. Wysoka wilgotność względna powietrza (85%) przyczyniła się do istotnego wzrostu udziału pentozanów rozpuszczalnych oraz obniżenia zawartości  $\beta$ -glukanów.

Z ziarna obu odmian jęczmienia przechowywanego w warunkach 40 i 60% wilgotności względnej powietrza izolowano głównie grzyby „polowe”, niezależnie od technologii uprawy. Stwierdzono największy udział grzybów *A. alternata*. Wzrost wilgotności ziarna przechowywanego w warunkach 85% wilgotności względnej powietrza spowodował gwałtowny rozwój grzybów przechowalniowych, głównie z rodzaju *Penicillium*. Grzyby z tego rodzaju są dużym zagrożeniem, ponieważ mogą one obniżać zdolność kiełkowania nasion, uszkadzać zarodek, zmieniać barwę i zapach oraz powodować samozagrzewanie się ziarna [Christiansen 1972]. Ponadto, grzyby z rodzaju *Penicillium* wytwarzają ochratoksynę A, bardzo niebezpieczną dla konsumenta [Gašiorowski 2000b, Płaskowska 2001]. W zmiennych warunkach przechowywania ziarno odmiany Rataj było bardziej podatne na porażenie grzybami w porównaniu z odmianą Rastik. Jednak z ziarna odmiany nagoziarnistej częściej izolowano grzyby „przechowalniowe”, niezależnie od warunków przechowywania.

Wyższy udział zanieczyszczeń w masie ziarna odmiany Rastik, w porównaniu do odmiany oplewionej, wynikał z wyższego udziału ziaren uszkodzonych oraz pośladu (frakcja ziarna o średnicy  $<1,6$  mm). Ilość zanieczyszczeń ogółem była wyższa w technologiach standardowej i intensywnej. Na wzrost zanieczyszczeń ogółem w ziarnie pochodzącym z technologii intensywnej miał wpływ wysoki udział materiału organicznego i pośladu.

Ze względu na nienormatywne wartości parametrów, takich jak: celność, liczba Kolbacha i stopień ostatecznego odfermentowania, wykorzystywanie ziarna odmiany nagoziarnistej w browarnictwie w postaci słodów typu pilzneńskiego jest niemożliwe. W ziarnie jęczmienia typowych odmian browarnych przekroczenie ustalonej wartości białka ogółem pogarsza w zasadniczy sposób ekstraktywność [Błażewicz i Liszewski 2001, 2004, Błażewicz i in. 2003]. W przypadku ziarna jęczmienia nagoziarnistego zjawisko to następuje w sposób mniej wyraźny. Prawdopodobnie spowodowane jest to brakiem plewki, co pozwala uzyskać wysoką ekstraktywność, niezależnie od zawartości w nim białka. W skład plewki wchodzi bowiem głównie związki nieekstraktywne. Ziarno nagie, pozbawione plewki podczas omłotu, traci także większość grzybów zasiedlających jego powierzchnię. Z tych względów ziarno odmiany Rastik wydaje się być konkurencyjnym surowcem niesłodowanym dla przemysłu piwowarskiego, w porównaniu z ziarnem odmian browarnych [Zembold i Błażewicz 2006].

## 8. WNIOSKI

1. Zróżnicowany przebieg pogody w latach badań modyfikował w znacznym stopniu plon ziarna oraz jego wartość konsumpcyjną, paszową i siewną, niezależnie od odmiany.

2. Odmiany obu form jęczmienia (nagoziarnista i oplewiona) silnie reagowały na zróżnicowanie technologii uprawy. Najbardziej korzystną dla osiągnięcia wysokiego plonu ziarna jęczmienia przydatnego do celów paszowych i konsumpcyjnych okazała się technologia standardowa, w której przewidziano chemiczną ochronę roślin oraz nawożenie mineralne w wysokości 140 kg NPK ha<sup>-1</sup>. Ziarno pochodzące z uprawy według tej technologii charakteryzowało się najwyższą masą 1000 ziaren oraz wyższą zawartością białka, o lepszym składzie aminokwasowym niż z technologii ekstensywnej, bez chemicznej ochrony roślin i nawożenia mineralnego. Dalsza intensyfikacja uprawy, w tym wzrost nawożenia mineralnego do 280 kg NPK ha<sup>-1</sup>, nie powodowała już wyższości plonu ziarna, a równocześnie była przyczyną pogorszenia cech towaroznawczych ziarna, takich jak: gęstość w stanie zsypanym, wyrównanie i masa 1000 ziaren.

3. Zastosowane w technologii standardowej zabiegi ochrony roślin skutecznie ograniczyły zachwaszczenie oraz wpłynęły na poprawę zdrowotności nadziemnych części jęczmienia. Z uwagi na większą podatność odmiany nagoziarnistej na wyleganie wymaga ona użycia retardantów o wczesnym terminie stosowania, zwłaszcza przy intensywnej uprawie. Po zastosowaniu fungicydu Tilt Plus 400 EC w technologii intensywnej stwierdzono poprawę zdrowotności roślin odmiany nagoziarnistej, w odniesieniu do technologii ekstensywnej. Taki sam efekt dla odmiany oplewionej Rataj uzyskano w warunkach technologii standardowej.

4. Technologia uprawy nie różnicowała w zasadniczy sposób siewnej wartości użytkowej ziarna, choć intensyfikacja uprawy prowadziła do wzrostu udziału zanieczyszczeń w masie ziarna. Ziarno obu odmian jęczmienia (a zwłaszcza odmiany Rataj) pochodzące z uprawy intensywnej było także silniej porażone przez grzyby.

5. Odmiana nagoziarnista Rastik plonowała istotnie niżej (średnio o 14,8%) niż oplewiona Rataj, niezależnie od wariantu uprawy. Rastik charakteryzował się ponadto wcześniejszym dojrzewaniem, dłuższym źdźbłem, słabszym rozkrzewieniem, a także mniejszą liczbą i masą ziarna z kłosa w porównaniu z odmianą Rataj. Odmiana nagoziarnista okazała się również odmianą bardziej podatną na plamistość siatkową (*Pyrenophora teres*).

6. Plon białka ogółem obu odmian był zbliżony pomimo niższego plonowania odmiany nagoziarnistej, bowiem jej ziarno charakteryzowało się wyższą zawartością białka ogółem w porównaniu do ziarna odmiany oplewionej. Ponadto ziarno odmiany nagoziarnistej było bogatsze we frakcje albumin i globulin, a tym samym w aminokwasy egzogenne. Białko odmiany Rastik należy uznać za bardziej wartościowe od odmiany Rataj. Wartość energetyczna netto 100 g ziarna nagiego była większa w porównaniu

z oplewionym, ze względu na wyższą zawartość węglowodanów. Wysoka wartość energetyczna 100 g ziarna nagiego oraz niski udział w nim włókna surowego pozwala je uznać za wartościowy surowiec do produkcji pasz, szczególnie dla trzody chlewnej i drobiu.

7. Niższe wartości cech towaroznawczych ziarna odmiany nagoziarnistej, takie jak wyrównanie, szklistość pozorna i masa 1000 sztuk, wskazują na mniejszą jego przydatność dla przemysłu kaszarskiego. Brak plewki pozwala jednak obniżyć intensywność obłuszczenia, a tym samym zmniejszyć koszty produkcji kaszy, zachowując wysoką wydajność procesu. Ziarno nagie charakteryzuje się większą wartością odżywczą, a wyższa zawartość hordeiny i glutelin w białku ogółem wskazuje także na większą przydatność mąki z ziarna odmiany Rastik jako dodatku do mąki pszennej przy produkcji pieczywa. Frakcje te wpływają bowiem korzystnie na cechy reologiczne ciasta.

8. Brak plewki w budowie ziarniaka odmiany Rastik pozwala uzyskać wysoką ekstraktywność słodu, choć jest to odmiana pastewna. Pomimo wysokiej wartości tego parametru, który decyduje o wartości browarnej ziarna, użycie ziarna nagiego do produkcji słodów typu pilzneńskiego jest niemożliwe, ze względu na nienormalne wartości celności ziarna, liczby Kolbacha słodu i ostatecznego stopnia odfermentowania brzezki. Istnieją jednak potencjalne możliwości zastosowania ziarna nagiego do produkcji surowca niesłodowanego wykorzystywanego w browarnictwie.

9. Stosunkowo niska jakość ziarna nagiego jako materiału siewnego wynikała nie tylko z większego udziału zanieczyszczeń, ale także z niższej zdolności kiełkowania ziarna oraz masy 1000 ziaren. Jednak odmiana nagoziarnista była mniej porażona przez grzyby, w tym przez patogeniczny gatunek *Bipolaris sorokiniana*.

10. Ziarno jęczmienia przechowywane przez okres 2 miesięcy przy 40 i 60% wilgotności względnej powietrza zachowało swoje walory jakościowe. Jednak ziarno nagie było bardziej wrażliwe na niewłaściwe warunki przechowywania, w których nastąpiło istotne obniżenie gęstości w stanie zsylnym, szklistości pozornej i liczby opadania już przy wzroście wilgotności środowiska z 40 do 60% wilgotności powietrza. Przetrzywanie ziarna obu odmian w środowisku powietrza o wilgotności 85% prowadziło do obniżenia wartości większości cech towaroznawczych. W tych warunkach wyraźnie obniżyła się zdolność kiełkowania ziarna nagiego. Mogło mieć na to wpływ silniejsze porażenie przez grzyby „przechowalniowe”, głównie z rodzaju *Penicillium*.

11. Termin zbioru miał niewielki wpływ na cechy jakościowe ziarna. Istotnie niższe wartości cech towaroznawczych, takich jak: aktywność amylolityczna ziarna oraz gęstość w stanie zsylnym, stwierdzono dla wczesnego terminu zbioru, tj. w początku dojrzałości pełnej jęczmienia. Ziarno z tego terminu zbioru zawierało także mniej skrobi i  $\beta$ -glukanów oraz charakteryzowało się najniższą siewną wartością użytkową. Ziarno zebrane w terminie 7 dni od początku dojrzałości pełnej (optymalnym) charakteryzowało się małą ilością zanieczyszczeń i uszkodzeń, a tym samym wysoką wartością siewną.



## 9. PIŚMIENICTWO

- Adamczewski K., Augiewicz U., Urban M.: 1995. Reakcja odmian jęczmienia jarego na herbicydy. Mat. XXX Sesji Nauk. IOR cz. II, 321–323.
- Analytica – EBC: 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag. Nurnberg.
- Bansal H.C., Srivastava K.N., Eggum B.O., Mehta S.L.: 1977. Nutritional evaluation of high protein genotypes of barley. J. Sci. Food Agricult. nr 28, 157–160.
- Behnke M.: 1998. Charakterystyka i ocena wartości gospodarczej zarejestrowanych odmian jęczmienia jarego i ozimego. Pam. Puł., nr 112, 7–18.
- Bertholdsson N.O.: 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable protein content under varying environmental conditions. Eur. J. Agron., nr 10, 1–8.
- Bezduśznik D.: 1997. Ocena odżywienia pszenicy ozimej azotem na podstawie pomiaru zawartości chlorofilu metodą optyczną (SPAD). Praca doktorska. IUNG Puławy.
- Bichoński A., Pecio A., Kadecki-Pawlik A.: 2003. Wpływ gęstości wysiewu i nawożenia azotowego jęczmienia odmiany Rudzik na zawartość  $\beta$ -glukanów w brzezce. Biul. Inst. Hod. Rośl., nr 230, 305–310.
- Bichoński A., Pecio A., Kadecki-Pawlik A.: 2003. Wpływ chemicznej ochrony jęczmienia browarnego odmiany Rudzik na zawartość  $\beta$ -glukanów w brzezce. Biul. Inst. Hod. Rośl., nr 230, 311–316.
- Biliński Z., Kudła M., Gacek E.: 1997. Przydatność wybranych genotypów do hodowli odmian jęczmienia jarego odpornych na plamistość siatkową *Pyrenophora teres*. Biul. Ins. Hod. Rośl., nr 201, 237–245.
- Biskupski A., Grabski J., Karolini-Skaradzińska Z., Zych M.: 1979. Zmiany we właściwościach fizycznych i biochemicznych materiału siewnego pszenicy i żyta, zachodzące pod wpływem przechowywania. Hod. Rośl. Aklim., nr 32, 2, 85–97.
- Biskupski A., Tarkowski Cz., Subda H., Bogdanowicz M.: 1984. Skład chemiczny i właściwości technologiczne ziarna rodów pszenżyta oraz współzależności pomiędzy niektórymi cechami jakościowymi. Hod. Rośl. Aklim., nr 282, 119–146.
- Blecharczyk A., Małecka I.: 2005. Wpływ nawożenia i systemu następstwa na stabilność plonowania jęczmienia jarego w doświadczeniu wieloletnim od 1957. Fragm. Agron., nr 1 (85), 11–20.
- Błaszowski J., Piech M.: 2002. Comparison of seed-born fungal communities of naked and husked oats and barley. Photopathol. Pol., No 24, 73–76.
- Błażej J., Błażej J.: 2000. Wpływ technologii produkcji na zdrowotność jęczmienia jarego i owsa. Pam. Puł., nr 120, 23–30.
- Błażewicz J., Liszewski M.: 2001. Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. Cz. II. Zesz. Nauk. AR Wroc, Technol. Żyw., nr 407, 101–107.

- Błażewicz J., Liszewski M.: 2003. Ziarno jęczmienia nagiego odmiany Rastik jako surowiec do produkcji sładów typu pilzneńskiego. Acta Sci. Pol. Technol., Alimentaria, nr 2 (1), 63–74.
- Błażewicz J., Liszewski M.: 2004. Skuteczność wskaźnika Q i metody Bishopa w ocenie wartości browarnej jęczmienia. Pam. Puł., nr 135, 7–17.
- Błażewicz J., Liszewski M., Płaskowska E.: 2003. Wartość browarna ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda z sezonu wegetacyjnego 2000. Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, nr 1(34), 99–109.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold A.: 2007. Technological properties of worts obtained from malts of naked barley grain. Acta Sci. Pol. Technol. Alimentaria, nr 6(1), 38–47.
- Boros D.: 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu drobiu [w:] Mater. Symp. Nauk., Radzików, 141–155.
- Borowiecki J.: 2000. Technologie produkcji roślinnej w rolnictwie zrównoważonym. Pam. Puł., nr 120, 31–38.
- Chełkowski J., Ryniecki A., Szymański P.: 1998. Dobrze przechowywane zboże, Poradnik, MR INFO, Poznań.
- Cierniewska A., Kawka A., Jankiewicz M.: 1998. Wykorzystanie metod histochemicznych do określenia rozmieszczenia związków białkowych, lipidowych i beta-glikanów w ziarniakach wybranych odmian jęczmienia. Pam. Puł., nr 112, 47–50.
- Christensen C.M.: 1972. Mycoflora and seed deterioration [in:] Viability of Seeds, Roberts H.L., Chapman and Hall, London, 59–93.
- COBORU: 2007. Lista opisowa odmian. Rośliny Rolnicze. Słupia Wielka.
- Czembor H.J.: 2004. Odporność jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku. Biul. Inst. Hod. Rośl., nr 233, 117–125.
- Czembor J.H., Czembor H.J.: 2001. Resistance to poldery meldew in barley cultivars and breeding lines included in 1998–2000 Polish registration trials. Plant Breed. Seed Sci. 45(1), 21–41.
- Czerniawski W.: 1983. Wpływ nawożenia na zawartość i plon białka zbóż i roślin pastewnych w uprawie polowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., nr 238, 83–92.
- Czuba R., Mazur T.: 1988. Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa.
- De Tempe J.: 1970. Routine methods for determining the health condition of seeds in the seed testing station. Proc. Int. Seed Test. Ass. 35, 1: 257–295.
- Dubis B.: 2004. Produkcyjne skutki regulacji liczby pędów roślin jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego. Biul. Inst. Hod. Rośl., nr 233, 91–98.
- Dziamba Sz., Rachoń L.: 1992. Produktywność nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i ozimego. Fragm. Agron., nr 1(33), 94–101.
- Edney M.J., Tkachuk T., MacGregor A.W.: 1992. Nutrient composition of the hull-less barley cultivar Condor. J.Sci. Food Agricult., nr 60, 451–456.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M.: 1993. Wpływ terminów siewu na wysokość plonów ziarna i słomy jęczmienia jarego. Roczn. Nauk Rol., ser. A, t. 109, z. 4, 143–152.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M.: 1993. Wpływ terminów siewu na jakość plonów jęczmienia jarego. Roczn. Nauk Rol., ser. A, t. 109, z. 4, 53–158.

- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M.: 1995. Wysokość i jakość plonów jęczmienia jarego pod wpływem różnych dawek azotu. Zesz. Nauk. AR Wroc., nr 278, 29–36.
- Fotyma E.: 2000. Wykorzystanie glebowych i roślinnych testów do określania potrzeb nawożenia azotem w warunkach zrównoważonego rolnictwa. Pam. Puł., nr 120, 81–88.
- Fotyma E.: 2002. Zróżnicowanie odmianowe zawartości chlorofilu w liściach zbóż ozimych. Pam. Puł., nr 130, 171–177.
- Fotyma E., Bezdużniak D.: 2000. Ocena stanu odżywienia zbóż ozimych azotem na podstawie pomiaru indeksu zieloności liścia. Fragm. Agron., nr 4(68), 29–45.
- Gacek E.: 1985. Zmienność chorobotwórczości *Pyrenophora teres*. Hod. Rośl. Aklim., nr 29 (2), 41–49.
- Gawęcki J., Wagner W.: 1884. Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu. PWN, Warszawa 1984.
- Gąsiorowski H.: 1997. Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H.: 1998. Skład chemiczny i wartość odżywcza jęczmienia. Prz. Zboż.-Młyn., nr 11, 2–3.
- Gąsiorowski H.: 2000a. Ziarno wadliwe. Przyczyny, objawy oraz sposoby zapobiegania i wykorzystania takiego ziarna. Cz. 1. Fuzarioza. Prz. Zboż.-Młyn., nr 6, 11–12.
- Gąsiorowski H.: 2000b. Ziarno wadliwe. Cz. 2: Ziarno spleśniałe. Prz. Zboż.-Młyn., nr 8, 7–8.
- Gąsiorowski H., Kawka A.: 1997. Współczesny pogląd na ziarno jęczmienia jako zboże profilaktyczne. Mat. Sem. Nauk. Agrotechnika i wykorzystanie jęczmienia. Puławy 23–24 października, 68.
- Gąsiorowski H., Kawka A.: 1998. Jak wykorzystać żyto, jęczmień i owies do produkcji pieczywa specjalnego [w:] Mat. Międz. Konf. Nauk. Bydgoszcz, 49–55.
- Gertig H., Gawęcki J.: 2001. Słownik terminów żywieniowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Głazek M.: 2000. Rozwój badań nad chorobami roślin ze szczególnym uwzględnieniem chorób grzybowych w południowej Polsce. Post. Ochr. Rośl., nr 40(1), 125–131.
- Gorlach E., Mazur T.: 2001. Chemia rolna. PWN, Warszawa.
- Górska-Warsewicz H.: 2002. Konsumenckie rynki produktów zbożowych. Prz. Zboż.-Młyn., nr 9, 9–10.
- Grzesiuk S., Kulka K.: 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa.
- Hadula E., Koreleski J., Kudła M.: 1997. Próba oceny ziarna jęczmienia w żywieniu drobiu przy użyciu metod chemicznych [w:] Mat. Symp. Nauk., Radzików, 207–209.
- Harasim A., Noworolnik K.: 1998. Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego i ochrony roślin na efektywność produkcji jęczmienia jarego. Pam. Puł., nr 112, 67–73.
- Harasim A., Noworolnik K.: 2000. Intensywność technologii produkcji jęczmienia. Pam. Puł., nr 120, 155–156.
- Jadczyzyn T., Potas gospodaruje wodą. Top Agrar Polska, nr 9, 80–82.
- Jakubczyk T., Haber T.: 1981. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

- Jańczak C., Pokacka Z.: 1994. Kompleksowe zwalczanie chorób w integrowanym systemie produkcji zbóż. *Ochr. Rośl.* 2, 4–8.
- Jaśkiewicz B., Sułek A.: 2004. Główne kierunki zmian w produkcji i wykorzystaniu zbóż. *Pam. Puł.*, nr 135, 67–80.
- Jood S., Kalra S.: 2001. Chemical composition and nutritional characteristics of some hull less and hulled barley cultivars grown in India. *Nahrung/Food*, No. 45(1), 35–39.
- Jurek K., Błażewicz J., Urban M.: 2001. Wpływ herbicydów na akumulację białka i skrobi w ziarnie jęczmienia paszowego i browarnego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, nr 2(27) Supl., 72–80.
- Jurga R.: 2002. Wartość technologiczna ziarna zbóż. *Zboża jakościowe. Poradnik dla producentów. Agroservis*, Warszawa, 38.
- Kaczyński L., Zych J., Behnke M., Lewandowska B., Szymczyk R.: 1998. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych, rośliny rolnicze, zbożowe, COBORU, Słupia Wielka.
- Kaniuczak Z.: 2001. Efektywność chemicznego zwalczania chorób grzybowych i szkodników w uprawie jęczmienia jarego. *Post. Ochr. Rośl.*, nr 41(2) 707–710.
- Kawka A.: 2004. Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR w Pozn. Rozpr. Nauk.*, nr 342.
- Kawka A.: 2005. Jęczmień jako surowiec w produkcji piekarskiej. *Prz. Piek.*, nr 2, 6–9.
- Kawka A., Gašiorowski H.: 1993. Jęczmień w życiu człowieka. *Prz. Piek.*, nr 2.
- Kawka A., Gašiorowski H.: 2000. Skład aminokwasowy wybranych odmian jęczmienia. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, nr 3 (24), 39–47.
- Kawka A., Klockiewicz-Kamińska E., Anioła J., Cierniewska A., Gašiorowski H.: 1998. Ocena niektórych wyróżników jakościowych odmian jęczmienia uprawianego w Polsce. *Pam. Puł.*, nr 112, 85–91.
- Kirkman M.H., Shewry P.R., Mifflin B.J.: 1982. The effect of nitrogen nutrition on the lysine content and protein composition of barley seeds. *J. Sci. Food Agricult.* No. 33, 115–127.
- Kisiel M., 1999: Zapotrzebowanie krajowe na ziarno zbóż o różnych kierunkach użytkowania. *Pam. Puł.*, nr 114, 168–175.
- Klepacki B.: 2002. Potrzeba dostosowania produkcji roślinnej w Polsce w kontekście integracji z Unią Europejską. *Pam. Puł.*, nr 131, 7–14.
- Klockiewicz-Kamińska, E.: 1998. Klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia browarnego w polskiej ocenie odmian. *Pam. Puł.*, nr 112: 93–103.
- Klockiewicz-Kamińska E.: 2007. Ocena jakości browarnej odmian jęczmienia w Polsce. *Mat. Konf. „Piwowarstwo polskie w Unii Europejskiej. Polish brewing in European Union. XII Szkoła Technologii Fermentacji” Wrocław-Kliczków 21–24 marca 2007.*
- Kłupczyński Z.: 1978. Wpływ nawożenia azotem na plon i skład aminokwasowy jęczmienia jarego. *Wyd. IUNG Puławy*, 1–57.
- Kolasińska K., Boros L.: 2004. Wpływ sposobu zbioru i uszlachetniania na wartość siewną nasion jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 188, 275–288.

- Konieczna M., Figiel A., Liszewski M.: 2002. „Mechaniczne i biologiczne skutki quasi-statycznego obciążenia ziarna jęczmienia oplewionego i nieoplewionego. Inż. Rol., nr 5(38), 485–492.
- Korbas M., Kubiak K.: 1998. Chemiczna ochrona jęczmienia jarego i pszenicy ozimej przed chorobami, a niektóre cechy plonu ziarna wpływające na jego jakość. Post. Ochr. Rośl., nr 38(2), 437–476.
- Korol W.: 1999. Użyteczność paszowa produktów przetwórstwa zbóż. Prz. Zboż.-Młyn., nr 10, 30–34.
- Korol W.: 2000. Wymagania jakościowe dla produktów przetwórstwa zbóż przeznaczonych na cele paszowe. Prz. Zboż.- Młyn., nr 9, 59–62.
- Koter M.: 1979. Nawożenie jęczmienia jarego. PWN, Warszawa.
- Kozera M.: 2003. Zmiany na rynku zbóż w Polsce w aspekcie procesów integracji i globalizacji gospodarki żywnościowej. Rocz. Nauk. Rol, s. A., z. 5 (2), 115–120.
- Koziara W., Borówczak F., Grześ St.: 1998. Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. Pam. Puł., nr 112, 115–120.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z.: 1998. Wpływ technologii uprawy jęczmienia na plon. Pam. Puł., nr 112, 121–128.
- Kruczek G.: 1995. Plonowanie oraz jakość ziarna jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., nr 421, 233–237.
- Kukuła S., Pecio A., Górski T.: 1999. Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. Fragm. Agron., nr 4(64), 81–89.
- Kunze W.: 1999. Technologia piwa i słodu. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa.
- Kwiatkowski C.: 2004. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia jarego w zależności od zróżnicowanej ochrony zasiewów. Pam. Puł., nr 135, 137-144.
- Kwiatkowski C., Wesołowski M.: 2004. Jakość ziarna jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie monokulturze w zależności od sposobu pielęgnacji ładu. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”. Puławy 31 maja–1 czerwca 2004 r., 61–62.
- Lauer J.G., Partridge J.R.: 1990. Planting date and nitrogen rate effect on spring malting barley. Agron. J., No. 82(6), 1083–1088.
- Leszczyńska D., Noworolnik K.: 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. Pam. Puł., nr 112, 145–149.
- Liszewski M.: 1998. Wpływ przedplonu na plonowanie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, nr 347, 235–242.
- Liszewski M.: 1999. Reakcja gryki na wczesny termin siewu w zależności od zróżnicowanych warunków atmosferycznych. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, nr 202, 139–142.
- Liszewski M.: 2006. Próba oceny stanu odżywienia azotem gryki na podstawie pomiaru zawartości chlorofilu metodą optyczną (SPAD). Fragm. Agron., nr 1, 119–129.

- Liszewski M., Błazewicz J.: 2001. Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. Cz. I. Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw., nr 407, 91–100.
- Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B.: 1995. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od przedplonu i nawożenia mineralnego. Zesz. Nauk. AR Wroc., nr 262, 93–100.
- Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B.: 1999. Wpływ późnego terminu siewu na rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR w Szczec., Rol., Ser. Przyr., nr 202, 143–146.
- Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B.: 2001. Wpływ ilości wysiewu na plonowanie dwóch odmian pszenicy ozimej uprawianej po buraku cukrowym. Pam. Puł., nr 126, 77–83.
- Liszewski M., Szybiga K.: 2002. Ocena efektywności trzech technologii produkcji nieoplewionej odmiany jęczmienia jarego Rastik. Pam. Puł., nr 131, 15–24.
- Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B., Płaskowska E., Moszczyńska E., Kita Wł.: 2004. Zdrowotność dwóch odmian jęczmienia jarego w zależności od intensywności uprawy. Pam. Puł., nr 135, 157–169.
- Lukow O.M., White N.D.G., Sinha R.N.: 1995. Influence of ambient storage conditions on the breadmaking quality of two hard red spring wheat. J. of Stored Prot. Res., 31, 4, 279–289.
- Łacicowa B., Pieta D.: 1990. Skuteczność grzybobójcza niektórych zapraw nasiennych w zwalczaniu *Fusarium* spp. szkodliwych dla jęczmienia jarego. Roczn. Nauk Rol., s. E., t. 20, z. 1/2, 25–30.
- Machul M.: 2001. Ocena stanu odżywienia roślin azotem z zastosowaniem testów roślinnych. Post. Nauk Rol., nr 3, 72–83.
- Majcherczak E., Cwojdziański W., Nowak K.: 2003. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na skład aminokwasowy białka ziarna jęczmienia ozimego. Acta Sci. Pol. Agricult., nr 2(2), 11–18.
- Małecka I., Blecharczyk A.: 2005. Efektywność nawożenia azotem w różnych systemach uprawy roli. Fragm. Agron., nr 1(85), 503–511.
- Makowska A.: 2002. Zbożowe produkty śniadaniowe. Prz. Zboż.-Młyn., nr 9, 23–25.
- Maumene C., Couleand G.: 1998. New fungicides and their introduction in wheat and barley spray programs in France. Abstracts 7 th Inter. Congress of Plant Pathology, vol. 1: 5.6.5S.
- Marchylo B.A., Kruger J.E., Mac Gregor A.W.: 1994. Production of multiple form of  $\alpha$ -amylase in germinated, incubated, whole de-embryonated wheat kernels. Cereal Chem., No. 61, 305–310.
- McCleary B.V., Codd R.: 1991. Measurement of (1-3)(1-4)- $\beta$ -D-glucan in barley and oats: a streamlined enzymatic procedure, J. Sci. Food Agricult., No. 55, 303–312.
- Michalski T.: 1999. Zdrowotność zbóż jarych w zależności od gęstości siewu. Post. Ochron. Rośl., nr 39 (2), 759–762.
- Michniewicz J., Gąsiorowski H.: 1994.  $\beta$ -glukany zbóż i ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. Post. Nauk Rol., nr 1, 41–49.
- Michniewicz J., Kołodziejczyk P., Anioła J., Ulichnowska A.: 1998. Ocena zawartości różnych form polisacharydów. Prz. Zboż.-Młyn., nr 5, 14–17.

- Molina-Cano J.L.: 1987. The EBC Barley and Malt Committee Index for the evaluation of malting quality in barley and use in breeding. *Plant Breed.*, No. 98, 249–256.
- Mrówczyński M., Bubniewicz P.: 1997. Jęczmień browarowy trzeba chronić przed szkodnikami. *Agrochemia*, nr 5, 28.
- Narkiewicz-Jodko M.: 1986. Wartość siewna przechowywanego ziarna trzech zbóż w aspekcie fitopatologicznym. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rozpr. Hab.*, nr 55, 1–56.
- Narkiewicz-Jodko M.: 1998. Zdrowotność ziarna zbóż jako wskaźnik jego jakości. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw*, XII, nr 328, 85.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z.: 1997. Zdrowotność i jakość ziarna pszenżyta jarego i ozimego w zależności od nawożenia azotowego i przedplonu. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 201, 141–151.
- Narkiewicz-Jodko M., Schneider J.: 1990. Wpływ warunków przechowywania na wartość siewną i zdrowotną ziarna pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim.*, nr 32, 516, 1–23.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Krężel R.: 1996. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zdrowotność i cechy towaroznawcze pszenżyta ozimego odmiany Bolero. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, nr 305, 37–46.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Liszewski M.: 2003. Effects of cultivation systems and harvest times on the health of spring barley grain. *Phytopathol. Pol.*, No. 30, 61–70.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Liszewski M.: 2004. Wpływ warunków przechowywania na zdrowotność i cechy towaroznawcze ziarna jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 135, 189–198
- Noworolnik K.: 1992. Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od nawożenia i gęstości siewu. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 183, 157–163.
- Noworolnik K.: 1999. Wpływ różnej intensywności technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 114, 283–287.
- Noworolnik K.: 2001. Wpływ czynników edaficznych na plon ziarna i białka jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 126, 71–76.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2000. Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. Inst. Hod. Rośl.* nr, 214, 163–166.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2002. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 221, 67–72.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2004. Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 231, 357–363.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2004a. Plon ziarna i białka jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego w różnych warunkach siedliska w zależności od gęstości siewu. *Pam. Puł.*, nr 138, 117–123.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2004b. Reakcja nagoziarnistego jęczmienia jarego na gęstość siewu w porównaniu z jęczmieniem oplewionym. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 233, 99–105.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: 2004c. Porównanie jęczmienia nagoziarnistego z oplewionym pod względem plonu białka i energii netto w zależności od warunków edaficznych i gęstości siewu. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych

- surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”, Puławy 31 maja – 1 czerwca 2004 r., 91–92.
- Noworolnik K., Leszczyńska D.: Dworakowski T.: 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.*, nr 135, 213–221.
- Noworolnik K., Najewski A., Leszczyńska D.: 2002. Charakterystyka i technologia uprawy jęczmienia jarego. IHAR, IUNG, COBORU, Radzików.
- Oscarsson M., Andersson R., Åman P., Olofsson S., Jonsson A.: 1998. Effects of Cultivar, Nitrogen Fertilization Rate and Environment on Yield and Grain Quality of Barley. *J. Sci. Food Agric.*, nr 78, 359–366.
- Pecio A.: 1995. Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. *IUNG Puławy R* (325), 1–84.
- Pecio A.: 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia jarego browarnego. *Fragm. Agron.*, 4(76), 6–111.
- Pecio A., Bichoński A.: 2003. Plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego w zależności od sposobu ochrony roślin przed chorobami. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 230, 317–326.
- Pecio A., Bichoński A.: 2004a. Możliwości kształtowania cech jakościowych jęczmienia słodowego poprzez zabiegi agrotechniczne. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej.”, Puławy 31 maja – 1 czerwca 2004 r., 93–100.
- Pecio A., Bichoński A.: 2004b. Zróżnicowanie jakości ziarna odmian jęczmienia browarnego zależnie od stanu odżywienia roślin azotem. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”. Puławy 31 maja – 1 czerwca, 101–102.
- Pecio A., Bichoński A.: 2005. Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem. IX Konf. Nauk. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej” 1–2 czerwca 2005 r., Puławy, 37–38.
- Pecio A., Fotyma E.: 2001. Kalibracja testów NNI i SPAD dla jarego jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, 3(71), 161–172.
- Pecio A., Kubsik K.: 2005. Zróżnicowanie plonów i zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego w obrębie pola produkcyjnego. IX Konf. Nauk. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”. 1–2 czerwca 2005 r., Puławy, 39–40.
- Pecio A., Bichoński A., Ptaszyńska Z.: 2000. Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, nr 3, 42–52.
- Pląskowska E., Matkowski K., Moszczyńska E., Liszewski M., Błażewicz J.: 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład zbiorowisk grzybów występujących na ziarnie jęczmienia browarnego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, nr 4(29), 36–45.
- Płoszyński M.: 1985. Wpływ nawożenia azotem na strukturę plonu jęczmienia jarego oraz na zawartość białka w ziarnie i jego skład aminokwasowy. *Pam. Puł.*, nr 84, 89–101.
- Pomeranz Y., Robbins G.S., Wesenberg D.M., Hockett E.A., Gilbertson J.T.: 1973. Amino acid composition of two-rowed and six-rowed barleys. *Cereal Chem.* 21, 218–221.



- Polska Norma: 1997. PN-R-74109. Ziarno zbóż. Jęczmień.
- Polska Norma PN-75-R-64766 Pasze. Otręby zbożowe.
- Praca zbiorowa pod red. H. Gąsiorowskiego: 1997. Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL.
- Praca zbiorowa pod red. Jakubczyka T. i Habera T.: 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. SGGW-AR, Warszawa.
- Prokinova E.: 1999. Necrosis of barley grains, the germination and fungi isolated from grains. *Rostl. Výroba*, No. 45(3), 133–144.
- Przulj N., Momcilovic V.: 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. I. Dry matter translocation. *Eur. J. Agron.*, No. 15, 241–254.
- Remlein-Starosta D.: 1999. Czy możliwa jest skuteczna ochrona zbóż przed chorobami fuzaryjnymi. *Ochr. Rośl.*, nr 43(1), 9–11.
- Rocznik statystyczny GUS, 2006.
- Rocznik statystyczny GUS, 2007.
- Ryniecki A., Szamański: 1998. Dobrze przechowywane zboże. *Min. Rol. INFO, Tow. Umiejętności Rol.*, nr 6, 4–50.
- Sadowska U.: 2006. Uszkodzenia ziarna jęczmienia nago i okrytoziarnistego podczas kombajnowego zbioru. *Inż. Rol.*, nr 13, 409–415.
- Singh U., Sastry L.V.S.: 1977. Studies on the proteins of the mutants of barley grain. I. Extraction and electrophoretic characterization. *Cereal Chem.*, No. 54(1), 1–12.
- Słaboński A.: 1985. Jęczmień jary i ozimy. PWRiL, Warszawa.
- Szmigiel A., Oleksy A.: 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 112, 253–259.
- Sowiński J.: 1974. Wpływ herbicydów na plon oraz jakość browarną ziarna jęczmienia i słodu. *Rocz. AR Poznań. Prace hab.*, nr 48, 1–76.
- Spychaj R., Sowa M., Gil Z., Liszewski M.: 2002. Wpływ technologii uprawy i terminu zbioru na wybrane wyróżniki wartości żywieniowej ziarna jęczmienia jarego nieoplewionego i oplewionego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, Supl.*, nr 3(32), 179–189.
- Spychaj-Fabisiak E., Ralcewicz M., Knapkowski T., Klupczyński Z.: 2005. Wpływ terminu siewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu i skład aminokwasowy białka ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, nr 1(85), 563–573.
- Subda H.: 1984. Metoda oznaczania zawartości pentozanów rozpuszczalnych w wodzie (Instrukcja) *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 155, 325–326.
- Stawicki S., 1967: Powierzchniowe i wgłębne zakażenie ziarna pszenicy jako mikrobiologiczny wskaźnik jego trwałości. *Rocz. WSR Poznań*, nr 13, 1.
- Stanisz A.: 2000. Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICA PL na przykładach z medycyny, Kraków StatSoft Polska Sp. z o.o.
- Szempliński W.: 2003. Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 229, 147–156.
- Szempliński W., Rzepiński W.: 1998. Rolnicza efektywność różnych wariantów technologii produkcji jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 112, 245–251.

- Szmigiel A., Oleksy A.: 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, nr 112, 253–259.
- Szmigiel A., Oleksy A.: 2005. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie nagoziarnistej i oplewionej odmiany jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, nr 1(85), 585–590.
- Szymczyk R.: 1979. Efektywność nawożenia azotem jęczmienia jarego w zróżnicowanych warunkach siedliska. Cz. 1. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. A, 104(2), 12–16.
- Tylkowska K.: 1996. Zagadnienia zdrowotności nasion w świetle obrad XXIV Kongresu ISTA. *Biul. Branż. Hod. Rośl. i Nasien.*, nr 2, 37–39.
- Urban M.: 2000. Ocena wrażliwości odmian jęczmienia jarego i pszenicy jarej na herbicydy. *Post. Ochr. Rośl.*, nr 40(1), 388–394.
- Urban M., Adamczewski K.: 1999. Reakcja odmian jęczmienia jarego na herbicydy. *Post. Ochr. Rośl.*, nr 39(2), 672–675.
- Wąsowicz E.: 1988. Wpływ wybranych mikroorganizmów na zmiany lipidów ziarna pszenicy i kukurydzy. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.*, nr 180, 1–73.
- Weber Z.: 1999. Choroby podsuszkowe zbóż i przyczyna wzrostu ich znaczenia. *Ochr. Rośl.* 10, 11.
- Wiąckowski K.S.: 1995. Próba ekologicznej oceny żywienia, żywności i składników pokarmowych. PWN, Warszawa.
- Wiewióra B.: 2002. Zdrowotność nasion, wschody polowe i plon jęczmienia jarego. *Symp. Nauk. „Fitopatologia polska w Europie”*, Warszawa, 74.
- Widera A.: 1999. Charakterystyka jakościowa skrobi i właściwości reologiczne ciasta z mąki różnych odmian jęczmienia jarego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, nr 3(20) Supl., 96–104.
- Wiłkojć A., Biskupski A., Kiersnowski L., Lonc W., Narkiewicz-Jodko M.: 1983. Wpływ czasu i warunków przechowywania ziarna siewnego pszenicy, żyta i jęczmienia na jego właściwości biologiczne i technologiczne. *Hod. Rośl. Aklim.*, 27, 4, 277–296.
- Wołoch R., Pisulewski P.: 2003. Wpływ procesów technologicznych na zmiany zawartości włókna pokarmowego i frakcji  $\beta$ -glukanów w ziarnie nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, Supl., nr 3 (32), 207–212.
- Wróbel E., Budzyński W.: 1999. Efekt różnych sposobów pielęgnacji pszenicy ozimej w zależności od poziomu nawożenia azotem – *Pam. Puł.*, nr 118, 455–462.
- Zembold A., Błażewicz J.: 2006. Ziarno jęczmienia nagiego i oplewionego jako surowiec niesłodowany w piwowarstwie. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 3(48), 35–50.
- Zeng G.H., Rossangel B. G., Tyler R.T., Bhatti R.S.: 2000. Distribution of  $\beta$ -glucan in the grain of hull-less barley. *Cereal Chem.*, No. 77(2), 140–144.

# THE RESPONSE OF TWO FORMS OF FEED SPRING BARLEY TO DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

## S u m m a r y

In years 2000–2001 two series of field experiment on spring barley on Lower Silesia near Wrocław were conducted. The aim of work was to determinate of various cultivation systems on feed and man consumption value (additionally brewing quality) of naked cultivar Rastik. Response of naked cultivar were tested simultaneously with common in Silesia and high productive feed hulled cultivar Rataj. The first experiment (A) was set in random blocks with 3 variables: cultivation systems, cultivars and term of harvest. The cultivation systems differed by level of fertilization and plant protection. There was no mineral fertilization in extensive technology and plant protection either except grain preparation. In conventional system fertilization in rates ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) 50 N, 40  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 50  $\text{K}_2\text{O}$ , herbicide containing 2,4D dicamb and fungicide containing propikonazol and fenpropidyne were applied before sowing. In intensive cultivation system 50% higher doses of NPK fertilizers and mixture of herbicides composed from ethyl fluoroglikofen and methylene tribenuron, moreover fungicides (propikonazol and fenpropidyne) and retardant. The investigations were conduct on the term of harvest and storage condition influence on grain quality. Quality evaluation involved chemical analyze of grain composition such content of protein and carbohydrates fractions content and product research characteristics. The amino acid composition of grain protein was determined. The aim of second experiment (B) was to estimate the plant nutrition with nitrogen after raising fertilizers doses of using SPAD test. The strict field experiment was hold in split-block scheme with two variables: nitrogen fertilization and cultivars. The nitrogen fertilization were applied in doses 0, 25, 50, 75, (50+25), 100(50+50), 100 (75+25), 125 (100+25) kg N per ha. Two cultivars were growing Rastik (naked) rain and Rataj (hulled). Second rate of N (after sowing) was applied in shooting (2. node). Grain collected from second experiment were tested for brewing quality of both cultivars. The most useful for receiving high yield of grain for feed and man consumption were conventional cultivation system. This grain had the highest mass of 1000 grain, higher protein content of better composition of amino acids than grain collected from extensive cultivation system. Intensive cultivation system did not increased yield of grain simultaneously and caused depreciation of physical features of grain i.e. HL weight, homogeneity and weight of 1000 grains. Naked cultivar Rastik had significantly lower yield (average 14,8%) than hulled cultivar Rataj irrespective from cultivate systems. Rastik received maturity earlier, had longer culm, lower tillering and lower number of grain from ear in comparison to cultivar Rataj. Naked grains of Rastik were more vulnerable for (*Pyrenophora teres*). The yield of crude protein of both cultivars was similar even though of lower yield of naked cultivar. Reason for this was high content of crude protein in naked then hulled cultivar. Moreover grains of naked cultivar contained more albumines and globulines fraction the same egzogenic amino acids. High energetic volume of 100 g of naked grains and low content of crude fiber means that it could be used as raw material for feeders production especially for swine and poultry. Lower values of physical

features of grains from the naked cultivar like homogeneity, vitreosity and weight of 1000 grains shows lower usefulness for groats industry the lack of husk allow to lowering costs of groats production remaining high effectiveness of processes. Naked grain has higher nutrient value, higher content of hordein and gluteines in protein, pointed out on higher usefulness of flour from cultivar Rastik as additive to wheat flour for bread production. The lack of husk in grain of cultivar Rastik allows to reach higher level of malt extrativity. Thus point out potential possibilities for application naked grains to production of unmalted raw material in brewing industry. Naked grains was more sensitive on unsuitable storage condition, where significant lowering of HL weight, vitreosity and falling number decreasing were observed together with increasing moisture of environment from 40 to 60%. Grain storage in humidity of 85% led to lowering of majority of physical features. In this conditions significant lowering of germination ability naked grains were observed. The reason for this could be stronger infection by „storage fungi” mainly by *Penicillium*.