

Porównanie form jęczmienia w r. 1860 w Instytucie Marymonckim, w doświadczeniu przeprowadzonym na glebie gliniasto-piaszczystej w Wawrzyszewie, wykazało, że jęczmień nagi miał słomę wiotką, łatwo wylegał, ale plony ziarna dorównywały, a nawet przewyższały plony ówczesnych form oplewionych [Roczniki Gospodarstwa Krajowego 1861]. We współczesnej literaturze polskiej poza wynikami COBORU mało jest danych dotyczących oceny plonowania jęczmienia nieoplewionego w zmiennych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. W niektórych krajach (USA, Kanada) prowadzone są intensywne prace hodowlane, których celem jest uzyskanie odmian o większej produktywności i przydatności w przemyśle spożywczym i piwowarskim [Rossnagel 1999, 2000].

W Polsce pierwszą odmianę jęczmienia jarego o ziarnie nieoplewionym zarejestrowano w roku 1999. Była to odmiana Rastik, wyhodowana w IHAR Radzików [Lista odmian COBORU 1999]. W porównaniu z jęczmieniem oplewionym ziarno odmiany Rastik ma mniejszą zawartość włókna surowego, większą białka i lepszą strawność. Według danych COBORU plony ziarna odmiany Rastik są mniejsze o około 20% od odmian oplewionych i są głównie uwarunkowane układem pogody w latach i regionach uprawy, a także jakością gleb i poziomem agrotechniki [Lista odmian COBORU 2002]. Łan roślin i plonowanie jęczmienia jarego oplewionego najsilniej modyfikują termin siewu i poziom nawożenia azotem. W badaniach Noworolnika i Leszczyńskiej [1997] opóźnienie siewu jęczmienia jarego oplewionego o trzy tygodnie powodowało spadek plonu ziarna dla badanych odmian od 30% do 44%. Nawożenie azotem wpływało na przyrost plonu ziarna do dawki 60–90 kg N/ha [Noworolnik 1996, 1998].

Celem pracy była ocena plonowania nieoplewionej odmiany jęczmienia jarego Rastik na tle dwu głównych czynników plonotwórczych, tj. terminu siewu i wielkości dawki nawożenia azotem w warunkach środkowej Polski.

METODY

W latach 2000–2002 na Polu Doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW w RZD w Chylicach przeprowadzone zostało ściśle dwuczynnikowe doświadczenie polowe z jęczmieniem jarym odm. Rastik. Doświadczenie założono na glebach klasy IIIb kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego – lata 2000 i 2002 oraz IIIa kompleksu pszennego dobrego – rok 2001. Przedplonem jęczmienia były rośliny okopowe na oborniku, buraki cukrowe w latach 2000 i 2002 oraz ziemniaki w roku 2001. Doświadczenie założono w układzie split-plot (A-B) w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 30 m². Czynnikiem doświadczenia były: A – termin siewu (najwcześniejszy w warun-

kach pogodowych danego roku – 07 IV 2000, 04 IV 2001 i 28 III 2002 oraz opóźniony o 3 tygodnie). B – dawka azotu (0, 30, 60, 90 kg N/ha).

Warunki pogodowe w okresach wegetacyjnych 2000–2002 różniły się ilością i rozkładem opadów (tab. 1). Rok 2000 charakteryzował się znacznym niedoborem opadów. Niedobór opadów i wysokie średnie temperatury na początku wegetacji 2000 r. były przyczyną braku wschodów roślin jęczmienia wysianego w opóźnionym terminie. W roku 2001 suma opadów od początku kwietnia do końca lipca wynosiła 285,7 mm i przewyższała potrzeby opadowe jęczmienia, ale znaczne niedobory wystąpiły w maju i mniejsze w czerwcu. W roku 2002 opady były mniejsze od zapotrzebowania (192,2 mm) [Dzieżyc i in. 1987]. Niedobór wystąpił w kwietniu i wpłynął negatywnie na wschody oraz krzewienie roślin.

Tabela 1. Sumy miesięcznych opadów w mm i średnie temperatury powietrza w °C na polu doświadczalnym SGGW w RZD Chylicach oraz zapotrzebowanie na wodę wg Dzieżycy i in. [1987]
Table 1. Sum of monthly precipitation in mm and average monthly air temperatures in °C in WAU Experimental Station in Chyllice and demands of plants according to Dzieżyc et al. [1987]

| Rok | IV | V | VI | VII |
|---|--|------|------|-------|
| | Suma opadów miesięcznych, mm Sum of monthly precipitation, mm | | | |
| 2000 | 11,5 | 22,9 | 9,1 | 160,1 |
| 2001 | 92,5 | 24,6 | 64,3 | 104,3 |
| 2002 | 11,1 | 66,4 | 71,7 | 43,0 |
| 1953-1982 | 38,5 | 56,1 | 85,7 | 87,1 |
| Zapotrzebowanie opadów wg Dzieżycy i in. [1987] Precipitation demands to Dzieżyc et al. [1987] | | | | |
| | 39 | 59 | 82 | 87 |
| Średnie miesięczne temperatury, °C Mean monthly temperatures, °C | | | | |
| 2000 | 12,2 | 15,1 | 17,6 | 16,5 |
| 2001 | 8,9 | 11,4 | 11,9 | 18,4 |
| 2002 | 8,5 | 17,4 | 17,3 | 20,3 |
| 1953-1982 | 8,2 | 14,0 | 17,7 | 18,8 |

Azot wysiewano w formie saletry amonowej. Dawki 30 i 60 kg N/ha stosowano jednorazowo przed siewem, a dawkę 90 kg N/ha dzielono na dwie – 60 kg N/ha przed siewem i 30 kg N/ha w fazie strzelania w źdźbło (DC 32). Wysiewano 400 kielkujących ziaren/m².

Przed zbiorem z 1 m² pobrano próby roślin i ustalono składowe plonu ziarna, tj. liczbę kłosów na 1 m², liczbę ziaren w kłosie i masę tysiąca ziaren. Zbiór w okresie koniec lipca–początek sierpnia wykonano kombajnem poletkowym, ziarno zważono, określono wilgotność i plon przedstawiono w t/ha po przeliczeniu na 15% zawartości wody. W doświadczeniu oceniano plon ziarna i jego skła-

dowe tj. liczbę kłosów na m², liczbę ziarn w kłosie i MTZ. Oceniano także zawartość białka, plon białka i wyrównanie ziarna.

Zawartość azotu w suchej masie ziarna oznaczono metodą Kiejdahla i przeliczono na białko ogólne (N×6,25). Wyrównanie ziarna (udział ziaren pozostałych na sitach 2,2×25 mm) oznaczono wg normy branżowej BN-69/9131-02. Ponieważ w roku 2000 termin siewu wystąpił na jednym poziomie, wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji dla układu nieortogonalnego oraz wykonano analizę wg modelu liniowego postaci: $y_{ijkl} = m + g_l + r_i + e_{il} + a_j + ra_{ij} + e_{ijl} + b_k + rb_{ik} + ab_{jk} + rab_{ijk} + e_{ijkl}$, gdzie y_{ijkl} – wartość badanej cechy dla poszczególnych poziomów czynników (A-termin siewu, B – dawka N), lat badań (R) i bloków, m – średnia ogólna, g_l – efekt blokowy l-tego bloku, r_i , a_j , ra_{ij} , b_k , rb_{ik} , ab_{jk} , rab_{ijk} – efekty główne poszczególnych poziomów czynników A, B oraz lat oraz ich współdziałań, e_{il} , e_{ijl} , e_{ijkl} – losowe błędy doświadczalne (I, II, III).

Wyrównanie ziarna nie było oceniane statystycznie.

WYNIKI

Istotność różnic między średnimi badanych cech spowodowaną stosowanymi czynnikami, przedstawia tabela 2. Wielkość plonu ziarna jęczmienia i badanych cech była różna w zależności od lat i stosowanych czynników (tab. 3). Najwięk-

Tabela 2. Istotność różnic w wartościach cech spowodowanych stosowanymi czynnikami i w latach
Table 2. Significance of differences in means determined by the applied factors in years

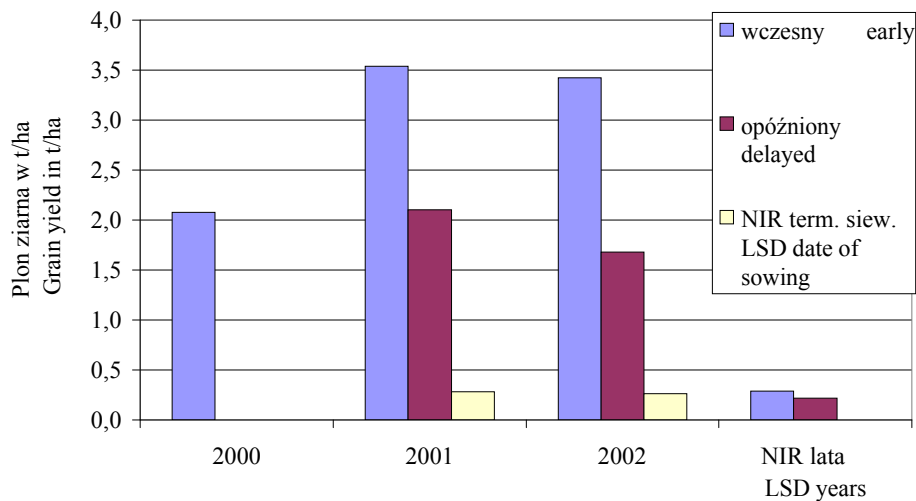
| Cecha Trait | Istotność cechy Significance of trait | | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| | lata years | termin siewu date of sowing | dawka nawo- żenia n rate of n | lata × termin years × date of sowing | termin × dawka date of swing × rate of n |
| Plon ziarna Grain yield | xx | xx | xx | x | x |
| Liczba kłosów numer Numer of spikes | xx | xx | xx | - | - |
| Liczba ziarn w kłosie Numer of kernels per spike | x | - | - | x | - |
| MTZ Mass of 1000 grains | xx | xx | - | xx | - |
| Zawartość białka Content of protein | xx | xx | xx | - | - |
| Plon białka Yield of protein | xx | xx | xx | xx | - |

xx istotność przy $\alpha = 0,05$ significance at $\alpha = 0.05$

x istotność przy $\alpha = 0,1$ significance at $\alpha = 0.1$

Tabela 3. Średnie wartości cech w zależności od lat i stosowanych czynników
 Table 3. Means of traits depending on years and applied factors

| Czynniki Factors | Plon ziarna Grain yield t/ha | Liczba kłosów na 1 m ² Number of spikes per 1 m ² | Liczba ziarn w kłosie Number of kernels per spike | MTZ Mass of 1000 grains g | Zawartość białka Protein content % | Plon białka Protein yield kg/ha | Wyrów- nianie ziarna Grain fraction % |
|-----------------------------|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|
| Rok Year | | | | | | | |
| 2000 | 2,1 | 315 | 15,7 | 41,8 | 18,4 | 383,2 | 87,4 |
| 2001 | 2,8 | 413 | 17,8 | 38,3 | 15,2 | 423,0 | 81,6 |
| 2002 | 2,5 | 371 | 17,3 | 40,4 | 15,6 | 393,9 | 82,2 |
| NIR LSD | 0,33 | 56 | 2,03 | 1,65 | 0,17 | 55,9 | |
| Termin siewu Date of sowing | | | | | | | |
| Wczesny Early | 3,0 | 429 | 16,7 | 42,5 | 15,9 | 468,9 | 89,3 |
| Opóźniony Delayed | 1,9 | 298 | 18,0 | 35,9 | 16,1 | 305,1 | 73,4 |
| NIR LSD | 0,28 | 47 | n.i. | 1,97 | 0,14 | 46,6 | |
| Dawka N Rate of N kg N/ha | | | | | | | |
| 0 | 2,3 | 333 | 16,8 | 40,9 | 16,8 | 346,9 | 84,2 |
| 30 | 2,6 | 375 | 17,7 | 39,6 | 17,7 | 404,9 | 82,3 |
| 60 | 2,7 | 390 | 17,5 | 40,0 | 17,5 | 439,8 | 84,0 |
| 90 | 2,6 | 408 | 16,9 | 38,9 | 16,9 | 422,1 | 84,0 |
| NIR LSD | 0,36 | 61 | n.i. | n.i. | 0,22 | 60,9 | |



Rycina 1. Plon ziarna w t/ha na tle współdziałania lat i terminów siewu
 Figure 1. Grain yield in t/ha depending on interactions between years and date of sowing

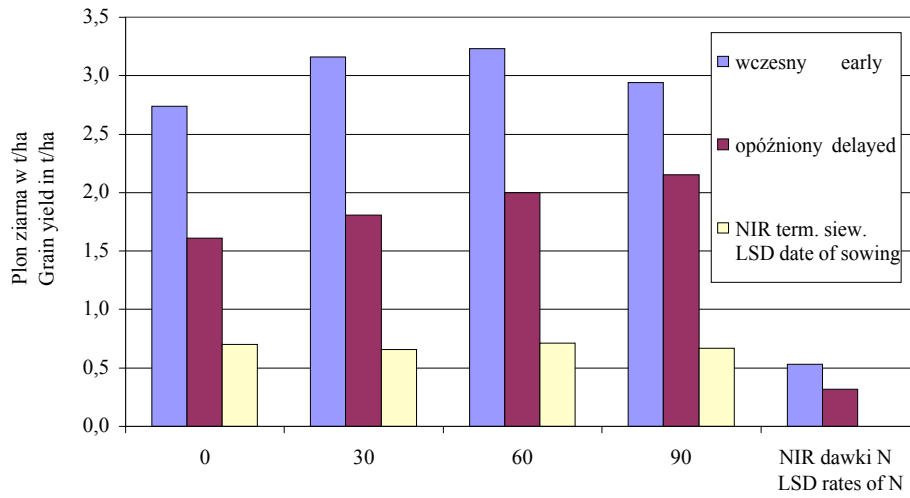
sze plony ziarna średnio dla czynników doświadczenia (2,8 t/ha) były w roku 2001, a najmniejsze (2,1 t/ha) w roku 2000. Plony ziarna z I terminu siewu (3,0 t/ha) były większe o 63% w porównaniu z drugim terminem (1,9 t/ha). Wystąpiło też współdziałanie lat i terminów siewu (ryc. 1). W r. 2000 w opóźnionym terminie siewu nie otrzymano plonu, wzeszły tylko pojedyncze rośliny. W latach 2001 i 2002 plonowanie jęczmienia w I terminie siewu było podobne, natomiast w II terminie siewu w r. 2002 plony ziarna były mniejsze o 25% w porównaniu z rokiem 2001. Nawożenie azotem zwiększało plon ziarna w porównaniu z kontrolą niezależnie od dawki. Plon istotnie różniący się od kontroli stwierdzono po zastosowaniu 60 kg N/ha (2,7 t/ha). Plon ten był większy o 17,4% w porównaniu z plonem uzyskanym w warunkach kontrolnych (2,3 t/ha). Stwierdzono też współdziałanie terminów siewu i dawki azotu dla plonów ziarna (ryc. 2). W opóźnionym terminie siewu plony ziarna zwiększały się ze wzrostem dawki N do 90 kg/ha. We wczesnym terminie siewu wpływ azotu na plonowanie miał charakter paraboliczny, przyrost plonu obserwowano do dawki 60 kg N/ha.

Podstawowa składowa plonu, liczba kłosów (szt./m²), była istotnie modyfikowana wpływem lat, terminów siewu i nawożenia azotem, nie stwierdzono współdziałań badanych czynników na wartość tej cechy (tab. 2 i 3). Największą liczbę kłosów uzyskano w r. 2001 (413 szt./m²). Istotnie więcej kłosów na 1 m² było w pierwszym terminie siewu (429) i przy stosowaniu 90 kg N/ha (408 szt./m²).

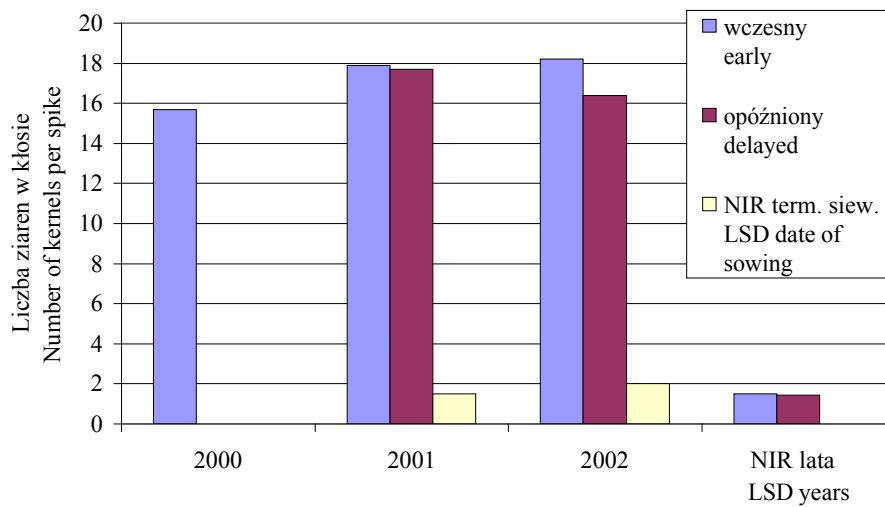
Na liczbę ziaren w kłosie istotnie wpływały lata i współdziałanie lat z terminem siewu (tab. 3 i ryc. 3). We wczesnym terminie siewu najmniej ziaren w kłosie było w roku 2000, a w opóźnionym terminie w r. 2002. W obydwu latach bardzo suchym miesiącem był kwiecień.

Masa tysiąca ziaren zależała od terminu siewu i lat, wystąpiło też współdziałanie lat i terminów siewu (tab. 3 i ryc. 4). Największą MTZ stwierdzono w 2000 r. (41,7 g), a najmniejszą w r. 2001 (38,3 g). We wczesnym terminie siewu MTZ była 42,5 g, w opóźnionym 35,9 g. Różnica na korzyść wczesnego terminu siewu wynosiła 18%. W roku 2002 spadek MTZ w opóźnionym terminie siewu w porównaniu z wczesnym siewem był większy niż w roku 2001.

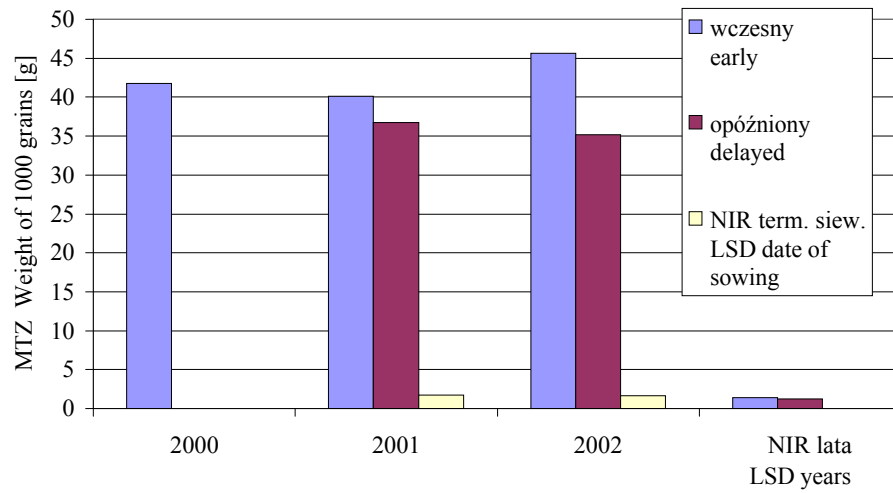
Zawartość białka w ziarnie była największa w suchym 2000 roku (18,4%), większa zawartość białka była także z obiektów z opóźnionym terminem siewu w porównaniu z wczesnym i z nawożonych dawką 30 kg N/ha w porównaniu z innymi poziomami nawożenia. Wielkość plonu ziarna wpływała silniej na ogólny plon białka z 1 ha niż zawartość białka w ziarnie. O istotności różnic decydowały te same czynniki co dla plonu ziarna. Wystąpiło także istotne współdziałanie lat i terminów siewu w kształtowaniu tej cechy (ryc. 5).



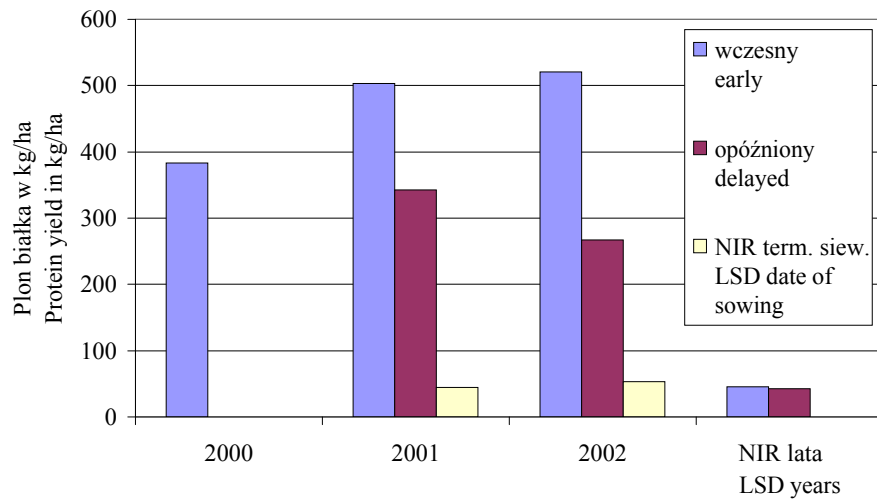
Rycina 2. Plon ziarna w t/ha na tle współdziałania terminów siewu i dawki N
 Figure 2. Grain yield in t/ha depending on interactions between years and rate of N



Rycina 3. Liczba ziaren w kłosie w zależności od współdziałania lat i terminów siewu
 Figure 3. Number of kernels per spike depending on interactions between years and date of sowing



Rycina 4. MTZ w g w zależności od współdziałania lat i terminów siewu
 Figure 4. Mass of 1000 grains in g depending on interactions between years and date of sowing



Rycina 5. Plon białka w kg/ha na tle współdziałania lat i terminu siewu
 Figure 5. Protein yield in kg/ha depending on interactions between years and date of sowing

Największe wyrównanie ziarna stwierdzono w roku 2000, ponieważ było ono ocenione tylko dla I terminu siewu (tab. 3). Wyrównanie ziarna w kolejnych dwu latach badań we wczesnym terminie siewu było zdecydowanie większe w porównaniu z opóźnionym terminem siewu. Wczesny termin siewu decydował o lepszych wschodach, większym udziale źdźbeł głównych, większej MTZ i wyrównaniu ziarna jęczmienia nagiego.

Formy jęczmienia jarego o ziarnie nieoplewionym charakteryzują się mniejszą produktywnością niż oplewione [Dziamba, Rachoń 1992; Rossnagel 2000]. W badaniach własnych największe plony ziarna jęczmienia odmiany Rastik uzyskano w r. 2001, o korzystniejszym rozkładzie opadów i większej ich ilości niż w pozostałych latach. Plon ziarna z tego roku był większy o 33% w porównaniu z rokiem 2000 o wybitnie suchej wiośnie i o 19% w porównaniu z rokiem 2001 o niedoborze opadów w kwietniu, co zdecydowało o słabszych wschodach roślin. Plonom tym towarzyszyła w roku 2001 większa liczba kłosów o 31% w porównaniu z rokiem 2000 i o 11% w porównaniu z rokiem 2002. Stwierdzono też w roku 2001 w porównaniu z rokiem 2000 istotnie większą liczbę ziarn w kłosie o 13,3%.

Wczesny termin siewu wpłynął na zwiększenie plonu ziarna o 63% w porównaniu z opóźnionym, a liczba kłosów we wczesnym terminie siewu była większa o 43% (lepsze wschody, intensywniejsze krzewienie). Przy wczesnym terminie siewu MTZ była większa o 18,4%. O plonie ziarna jęczmienia nieoplewionego decydowała w największym stopniu liczba kłosów na m². Wpływ innych składowych był mniejszy. Potwierdzają to liczne badania z różnymi gatunkami zbóż oraz z odmianami oplewionymi jęczmienia jarego [Noworolnik 1996, 1998; Noworolnik, Leszczyńska 1997; Zając i in. 1997; Ostrowska, Kucińska 1999].

Układ pogody w latach i termin siewu silniej modyfikowały cechy jakości ziarna niż zróżnicowane nawożenie N. Największą zawartość białka stwierdzono w najsuchszym 2000 roku oraz przy opóźnionym terminie siewu i dawce azotu 30 kg N/ha. Plon białka zależał od plonu ziarna, co znajduje potwierdzenie w badaniach cytowanych autorów.

WNIOSKI

1. Lata, w których przeprowadzono doświadczenia (2000–2002), istotnie wpływały na plonowanie jęczmienia nagiego. Większe wartości badanych cech uzyskano w latach o korzystniejszym przebiegu pogody, jedynie zawartość białka w ziarnie była większa w suchym roku 2000.

2. Wczesny termin siewu wpływał istotnie na większość badanych parametrów, zwiększał plon ziarna, liczbę kłosów, masę 1000 nasion, plon białka i wyrównanie ziarna.

3. W zakresie stosowanych dawek nawożenia azotem powodowało istotny przyrost plonu ziarna i białka przy dawce 60 kg N/ha w porównaniu z kontrolą. Liczba kłosów była istotnie większa po zastosowaniu 60 i 90 kg N/ha.

PIŚMIENNICTWO

- Dziamba S., Rachoń L. 1992. Produktywność nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego uprawianych w siewie czystym i mieszankach. *Fragm. Agron.* 1, 91-100.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314, 11-32.
- Mattsson M. 1992. Nitrate assimilation in barley: effects of nitrogen limitation, ontogeny and genotype. *Svalov, Sweden*, 27-46.
- Noworolnik K. 1996. Plonowanie mieszanek oraz czystych siewów jęczmienia jarego i owsa w zależności od terminu siewu. *Fragm. Agron.* 4, 67-72.
- Noworolnik K. 1996. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 197, 121-125.
- Noworolnik K. 1998. Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 207, 63-68.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 1997. Plonowanie odmian i rodów jęczmienia jarego w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 201, 225-229.
- Ostrowska D., Kucińska K. 1999. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i jakość ziarna jęczmienia jarego – Mat. Konf. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości płodów rolnych, SGGW Warszawa, 55-59.
- Rossnagel B.G. 1999. Hulless Barley – the Barley of the Future? *Proceedings of the Canadian Barley Symposium '99, Winnipeg – Canada.*
- Rossnagel B.G. 2000. Hulless Barley – Western Canada's Corn. *Proceedings of the 8th Int'l Barley Genetics Symposium, Adelaide, Australia.*
- Zajac T., Krawontka J., Szmigiel A. 1997. Oszacowanie determinacji plonu ziarna jęczmienia jarego na podstawie predykcji regresyjnej i zmienności elementów struktury plonu. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Ser. Rolnictwo* 34, 141-150.