

## PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA ODMIAN JĘCZMIENIA JAREGO W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI AZOTU

KAZIMIERZ NOWOROLNIK

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

knoworolnik@iung.pulawy.pl

**Synopsis.** W latach 2008–2010 przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG-PIB w Puławach doświadczenie wazonowe z jęczmieniem jarym, posługując się wazonami Mitscherlicha. Badano reakcje odmian: Mercada, Rubinek, Signora i Toucan (seria 1, 2008–2009) oraz Kormoran, Rufus, Skald i Victoriana (seria 2, 2009–2010) na 3 poziomy nawożenia azotem ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ): 1, 2 i 3 g N·wazon<sup>-1</sup>. Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna, elementy plonowania, zawartość białka w ziarnie (metodą Kjeldahla) i celność ziarna. Obliczono także plon białka. Wszystkie badane odmiany jęczmienia jarego dodatkowo reagowały plonem ziarna na zwiększanie dawki azotu z 1 do 2 g N·wazon<sup>-1</sup>, a sześć z nich – Rubinek, Toucan, Mercada, Signora, Kormoran i Rufus wykazały dalszy istotny wzrost plonu przy dawce 3 g N·wazon<sup>-1</sup>. Większe procentowo przyrosty plonu przy dawce 3 g N w porównaniu z dawką 1 g N·wazon<sup>-1</sup> wykazały odmiany: Rubinek, Toucan, Kormoran i Rufus. Wraz ze wzrostem dawki azotu zwiększała się istotnie zawartość białka ogólnego w ziarnie oraz wielkość plonu białka wszystkich badanych odmian. Największą przyrost plonu białka wyróżniły się pastewne odmiany: Mercada, Rubinek i Rufus. Wzrost plonu pod wpływem nawożenia N był efektem zwiększenia liczby kłosów w wazonie wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin.

**Słowa kluczowe** – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, plon ziarna – *grain yield*, zawartość białka – *protein content*, elementy plonowania – *yield components*

### WSTĘP

Nawożenie azotem jest jednym z najważniejszych czynników agrotechnicznych determinujących poziom plonu ziarna i białka zbóż. Jest jedynym czynnikiem dodatnio wpływającym zarówno na plon ziarna, jak i na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego [Noworolnik 2003]. Dodatni wpływ innych czynników siedliskowo-agrotechnicznych na plon ziarna wiąże się przeważnie z ujemnym wpływem na zawartość białka w ziarnie. Stwierdzono współdziałanie nawożenia azotem z właściwościami odmian jęczmienia [Baethgen i in. 1995, Fatyga i in. 1995, Noworolnik 2008, 2010, Noworolnik i Leszczyńska 2002, 2005, Weston i in. 1993]. Wiąże się to z różnicami w zakresie niektórych cech morfologiczno – fizjologicznych odmian (zdolność roślin do krzewienia się, wymagania świetlne, sprawność wykorzystania pobranego azotu, sztywność i elastyczność źdźbeł). Słabiej reagować na wzrastający poziom nawożenia azotem mogą odmiany silniej krzewiące się, o większych wymaganiach świetlnych i podatniejsze na wyleganie.

Duża liczba wprowadzonych w ostatnim okresie do praktyki nowych odmian jęczmienia jarego uzasadnia celowość systematycznego badania ich wymagań odnośnie dawki azotu. Obecnie w doborze znajduje się większa liczba odmian browarnych niż odmian pastewnych, przy znacznie mniejszym zużyciu ziarna na cele browarne niż na cele pastewne. Ponieważ po-

ziom plonowania nowych odmian browarnych nie jest niższy od odmian pastewnych, często w praktyce wysiewa się odmiany browarne z przeznaczeniem na cele pastewne. Dobra wartość browarna odmian jest powiązana z niską zawartością białka w ziarnie, odwrotnie jak w odniesieniu do wartości pastewnej. Zauważono, że niektóre odmiany browarne charakteryzowały się większym od innych odmian wzrostem plonu ziarna, przy mniejszym wzroście zawartości białka w ziarnie, pod wpływem zwiększania dawki azotu [Noworolnik 2008, 2010, Noworolnik i Leszczyńska 2002, 2005, Weston i in. 1993]. Takie odmiany powinny być cenne dla plantatorów jęczmienia browarnego, gdyż przez podwyższenie dotychczas zalecanej dla jęczmienia browarnego dawki azotu można by zwiększyć plon ziarna, a tym samym zysk z uprawy, nie pogarszając zbytnio jakości browarnej. Należy sprawdzić, czy w przypadku stosowania wysokich dawek azotu odmiany browarne mogą dorównywać plonami odmianom pastewnym, przy mniejszej zawartości białka w ich ziarnie.

Celem badań było określenie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna oraz zawartości białka w ziarnie na wzrastający poziom nawożenia azotem. W hipotezie badawczej zakładano niejednakowy wpływ nawożenia azotem na plonowanie i zawartość białka w ziarnie odmian jęczmienia.

## MATERIAŁ I METODY

W latach 2008–2010 przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG-PIB w Puławach dwie serie doświadczeń wazonowych z jęczmieniem jarym, posługując się wazonami Mitscherlicha. Badano reakcje odmian: Mercada, Rubinek, Signora i Toucan (seria 1, 2008–2009) oraz Kormoran, Rufus, Skald i Victoriana (seria 2, 2009–2010) na 3 poziomy nawożenia azotem ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ): 1, 2 i 3 g N·wazon<sup>-1</sup>. Z tych odmian, Signora, Toucan, Kormoran i Victoriana są typu browarnego. Dawki 1 i 2 g N·wazon<sup>-1</sup> dzielono na dwie części: 60% przed siewem + 40% przy końcu krzewienia, a dawkę 3 g N·wazon<sup>-1</sup> dzielono na trzy części: 60% przed siewem + 25% przy końcu krzewienia + 15% przed kłoszeniem. Nawożenie innymi składnikami mineralnymi stosowano w dawkach: 0,8 g P; 1,7 g K; 0,4 g Mg; 50 mg Fe; 5 mg B i 3 mg Cu na wazon. Siewu dokonano przy końcu marca. W fazie 2 liści pozostawiono (po przerywce) po 10 roślin w wazonie. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% polowej pojemności wodnej. Doświadczenie założono metodą serii niezależnej, w 4 powtórzeniach.

Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna, elementy plonowania, zawartość białka w ziarnie (metodą Kjeldahla) i celność ziarna (sito Vogla 2,5 mm). Obliczono także plon białka. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, oceniając różnice przy pomocy testu Tukeya ( $p = 0,05$ ).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Stwierdzono istotny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i główne elementy jego struktury (tab. 1 i 2), przy współdziałaniu nawożenia N z odmianami (tylko w latach 2009–2010). Interakcja nawożenia azotem z latami badań była nieistotna. Wszystkie odmiany plonowały istotnie wyżej przy dawce 2 g N w porównaniu z dawką 1 g N·wazon<sup>-1</sup>. Dalszy istotny wzrost plonu ziarna jęczmienia (średnio z odmian) stwierdzono na dawce 3 g N·wazon<sup>-1</sup> w latach 2008–2009. Większe procentowo przyrosty plonu na dawce 3 g N w porównaniu z dawką 1 g N·wazon<sup>-1</sup> wykazały odmiany: Rubinek, Toucan (2008–2009) oraz Kormoran i Rufus (2009–2010). Wzrost plonu ziarna w miarę podwyższania dawki N był efektem silniejszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin generującego zwiększenie liczby kło-

Tabela 1. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie odmian jęczmienia jarego (seria 1, 2008–2009)  
 Table 1. Effect of nitrogen fertilization on yielding of spring barley cultivars (series 1, 2008–2009)

| Odmiana<br><i>Cultivar</i>                                   | Dawka N<br>g-wazon <sup>-1</sup><br><i>N rate</i><br><i>g-pot<sup>-1</sup></i> | Plon ziarna<br><i>Grain yield</i>                  |     | Liczba<br>kłosów<br>w wazonie<br><i>Ear number</i><br><i>per pot</i> | Masa 1000<br>ziaren<br><i>1000 grain</i><br><i>weight</i><br>(g) | Liczba<br>ziaren<br>w kłosie<br><i>Grain</i><br><i>number per</i><br><i>ear</i> |
|--|--|--|-----|--|--|---|
|  |  | g-wazon <sup>-1</sup><br><i>g-pot<sup>-1</sup></i> | %   |  |  |   |
| Mercada  | 1  | 51,3   | 100 | 46,7   | 49,2   | 22,2  |
|  | 2  | 64,9   | 127 | 58,3   | 49,8   | 21,3  |
|  | 3  | 74,7   | 146 | 69,0   | 50,1   | 19,9  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 63,6   | –   | 58,0   | 49,7   | 21,1  |
| Rubinek  | 1  | 50,1   | 100 | 46,9   | 50,3   | 21,5  |
|  | 2  | 70,3   | 141 | 66,1   | 51,4   | 20,4  |
|  | 3  | 76,3   | 153 | 74,8   | 49,2   | 20,2  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 65,5   | –   | 62,6   | 50,3   | 20,7  |
| Signora  | 1  | 47,2   | 100 | 46,8   | 51,9   | 19,3  |
|  | 2  | 61,5   | 130 | 63,0   | 51,3   | 19,2  |
|  | 3  | 65,3   | 138 | 70,8   | 50,5   | 18,1  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 58   | –   | 60,2   | 51,2   | 18,9  |
| Toucan   | 1  | 48,3   | 100 | 48,2   | 47,1   | 23,2  |
|  | 2  | 63,6   | 132 | 68,1   | 45,3   | 21,1  |
|  | 3  | 75,1   | 155 | 77,6   | 44,2   | 21,8  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 62,3   | –   | 64,6   | 45,5   | 22,0  |
| Średnio<br><i>Mean</i>                                       | 1  | 49,4   | 100 | 47,2   | 49,5   | 21,4  |
|  | 2  | 65,0   | 132 | 63,9   | 49,4   | 20,5  |
|  | 3  | 72,8   | 148 | 73,8   | 48,3   | 19,9  |
| NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : dla – <i>for</i> |  |  |     |  |  |   |
| Odmian – <i>Cultivar</i>                                     |  | 6,3  | –   | 6,2  | 2,7  | r.n.  |
| Dawki N – <i>N rate</i>                                      |  | 5,7  | –   | 6,5  | r.n.   | r.n.  |
| Interakcji – <i>Interaction</i>                              |  | r.n.   | –   | r.n.   | 2,8  | r.n.  |

r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

Tabela 2. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie odmian jęczmienia jarego (seria 2, 2009–2010)  
 Table 2. Effect of nitrogen fertilization on yielding of spring barley cultivars (series 2, 2009–2010)

| Odmiana<br><i>Cultivar</i>                                   | Dawka N<br>g·wazon <sup>-1</sup><br><i>N rate</i><br>g·pot <sup>-1</sup> | Plon ziarna<br><i>Grain yield</i>            |     | Liczba<br>kłosów<br>w wazonie<br><i>Ear number</i><br>per pot | Masa 1000<br>ziaren<br><i>1000 grain</i><br>weight<br>(g) | Liczba<br>ziaren<br>w kłosie<br><i>Grain</i><br>number per<br>ear |
|--|--|--|-----|---|---|---|
|  |  | g·wazon <sup>-1</sup><br>g·pot <sup>-1</sup> | %   |   |   |   |
| Kormoran   | 1  | 50,4   | 100 | 44,8  | 50,5  | 22,3  |
|  | 2  | 70,6   | 140 | 70,0  | 51,6  | 20,0  |
|  | 3  | 76,3   | 151 | 87,5  | 48,2  | 17,8  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 65,8   | –   | 67,6  | 50,2  | 19,9  |
| Rufus  | 1  | 49,6   | 100 | 45,0  | 48,5  | 23,1  |
|  | 2  | 70,7   | 142 | 69,8  | 47,3  | 23,3  |
|  | 3  | 78,5   | 158 | 87,7  | 46,8  | 19,2  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 66,3   | –   | 67,5  | 47,5  | 22,0  |
| Skald  | 1  | 47,7   | 100 | 46,3  | 50,5  | 20,8  |
|  | 2  | 67,7   | 142 | 67,8  | 50,3  | 19,9  |
|  | 3  | 61,8   | 130 | 73,5  | 47,8  | 18,0  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 59,1   | –   | 62,5  | 49,5  | 19,6  |
| Victoriana   | 1  | 55,2   | 100 | 47,7  | 51,7  | 22,4  |
|  | 2  | 72,5   | 131 | 70,6  | 50,3  | 20,3  |
|  | 3  | 70,0   | 127 | 77,2  | 46,1  | 19,5  |
|  | średnio – <i>mean</i>  | 64,9   | –   | 65,0  | 49,3  | 20,7  |
| Średnio<br><i>Mean</i>                                       | 1  | 50,7   | 100 | 45,8  | 50,3  | 22,3  |
|  | 2  | 70,4   | 139 | 69,7  | 49,9  | 20,9  |
|  | 3  | 71,5   | 141 | 81,4  | 47,2  | 18,5  |
| NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : dla – <i>for</i> |  |  |     |   |   |   |
| Odmian – <i>Cultivar</i>                                     |  | 5,1  | –   | 5,9   | 2,8   | 1,5   |
| Dawki N – <i>N rate</i>                                      |  | 5,0  | –   | 4,8   | 2,6   | 1,4   |
| Interakcji – <i>Interaction</i>                              |  | 5,7  | –   | r.n.  | r.n.  | r.n.  |

r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

sów na jednostce powierzchni. Silniejszą dodatnią reakcją na wzrost dawki azotu pod względem liczby kłosów w wazonie wykazały odmiany: Rubinek, Toucan (2008–2009) oraz Kormoran i Rufus (2009–2010). Cechy produkcyjności kłosa jęczmienia jarego były mniej zróżnicowane pod wpływem dawki N niż liczba kłosów. Masa 1000 ziaren (średnio z odmian) zmniejszyła się istotnie przy dużej dawce azotu w latach 2009–2010, a w latach 2008–2009 obserwowano tendencję do jej zmniejszenia. Interakcję nawożenia azotem z odmianami stwierdzono w pierwszym cyklu badań. Wyraźną niższą masę 1000 ziaren na dawce 3 g N·wazon<sup>-1</sup> wykazała odmiana Toucan, zaś u odmiany Mercada obserwowano tendencję do wyższej masy 1000 ziaren na tej dawce. Odmiany badane w latach 2008–2009 reagowały niższą liczbą ziaren w kłosie na dawce 3 g N·wazon<sup>-1</sup> w porównaniu z dawką 1 g N·wazon<sup>-1</sup>, natomiast u odmian badanych w drugim cyklu stwierdzono spadek liczby ziaren w kłosie w miarę podwyższania dawki N.

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem do 3 g N·wazon<sup>-1</sup> uzyskano duży wzrost zawartości białka i plonu białka w ziarnie wszystkich badanych odmian (tab. 3 i 4). Trochę mniejsze zwiększenie zawartości białka w ziarnie wykazały odmiany browarne. Plon białka przy dawce 3 g N·wazon<sup>-1</sup> był blisko dwukrotnie wyższy w stosunku do dawki 1 g N·wazon<sup>-1</sup>. Największą wyższą plonu białka wyróżniły się pastewne odmiany: Mercada, Rubinek i Rufus. Celność ziarna zmniejszyła się przy dużej dawce azotu, w największym stopniu u odmian: Toucan, Skald i Victoriana.

Stwierdzono istotne zróżnicowanie odmian pod względem wielkości plonu ziarna i elementów plonowania. Większym plonem ziarna wyróżniła się odmiana Rubinek, w stosunku do odmiany Signora (2008–2009) oraz odmiany: Kormoran, Rufus i Victoriana w porównaniu z odmianą Skald (2009–2010). Dużym rozkrzewieniem produkcyjnym charakteryzowały się odmiany: Kormoran i Rufus (2009–2010) oraz Toucan (2008–2009). Odmiany Toucan i Rufus charakteryzowały się na tle innych odmian niską masą 1000 ziaren, a wyższą liczbą ziaren w kłosie.

Wysoką zawartością białka w ziarnie odznaczały się wszystkie badane odmiany pastewne (Mercada, Rubinek, Skald i Rufus), a wśród odmian browarnych – Victoriana. Mniejszą celność ziarna wykazały odmiany: Toucan i Rufus. Wysokim plonem białka wyróżniały się odmiany: Mercada, Rubinek, Rufus i Victoriana.

W literaturze naukowej brakuje informacji na temat reakcji nowych odmian jęczmienia jarego (badanych w niniejszej pracy) w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna na wzrastający poziom nawożenia azotem. We wcześniejszych doświadczeniach wazonowych IUNG-PIB w Puławach porównano reakcję starszych odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem [Noworolnik 2008, 2010, Noworolnik i Leszczyńska 2002, 2005]. Różniły się one reakcją na dawkę 3 g N·wazon<sup>-1</sup>, gdyż część z nich wykazała nieistotne zwiększenie plonu ziarna przy tej dawce w stosunku do dawki 2 g N·wazon<sup>-1</sup>, a inne plonowały istotnie wyżej. Reasumując wyniki tych prac można stwierdzić, że odmiany z natury słabiej krzewią się, silniej zwiększają plon ziarna i liczbę kłosów w wazonie pod wpływem dużej dawki N. Azot jest bowiem czynnikiem stymulującym rozkrzewienie produkcyjne roślin, bardziej efektywnym w przypadku odmian charakteryzujących się niższym współczynnikiem rozkrzewienia produkcyjnego.

Wyniki licznych prac [Baethgen i in. 1995, Koziara i in. 1999, Noworolnik 2008, 2010, Noworolnik i Leszczyńska 2002, 2005, Wyszyński i in. 2007] podobnie jak niniejszych wskazują na niewielkie zmiany liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren pod wpływem nawożenia azotem. Dla większości odmian zmiany te były nieistotne, a niektóre odmiany wykazywały istotną niższą cech produkcyjności kłosa w przypadku dużego zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni. Dodatni wpływ nawożenia azotem (60–90 kg N·ha<sup>-1</sup>) na plon ziarna jęczmienia jarego stwierdzono także w doświadczeniach polowych [Fatyga i in. 1995, Forlin 1987, Grashoff i Antuono 1997, Liszewski i Chrzanowska-Drożdż 1995, Noworolnik 2003, Pecio 2002, Wy-

Tabela 3. Wpływ nawożenia azotem na cechy jakościowe odmian jęczmienia jarego (seria 1, 2008–2009)

Table 3. Effect of nitrogen fertilization on quality features of spring barley cultivars (series 1, 2008–2009)

| Odmiana<br><i>Cultivar</i>                                   | Dawka N – g-wazon <sup>-1</sup><br><i>N rate – g-pot<sup>-1</sup></i> | Zawartość białka<br>w ziarnie<br>(% s.m.)<br><i>Protein content<br/>in grain (% DM)</i> | Plon białka<br>g-wazon <sup>-1</sup><br><i>Protein yield<br/>g-pot<sup>-1</sup></i> | Celność ziarna<br><i>Grain fraction<br/>&gt; 2,5 mm (%)</i> |
|--|---|---|---|---|
| Mercada  | 1   | 10,6  | 5,44  | 86  |
|  | 2   | 12,5  | 8,12  | 85  |
|  | 3   | 13,9  | 10,38   | 87  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 12,3  | 7,82  | 86  |
| Rubinek  | 1   | 10,8  | 5,40  | 90  |
|  | 2   | 12,5  | 8,79  | 90  |
|  | 3   | 14,4  | 10,99   | 87  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 12,6  | 8,25  | 89  |
| Signora  | 1   | 9,7   | 4,58  | 90  |
|  | 2   | 11,2  | 7,38  | 88  |
|  | 3   | 12,1  | 7,90  | 86  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 11,0  | 6,38  | 88  |
| Toucan   | 1   | 9,6   | 4,64  | 86  |
|  | 2   | 11,0  | 7,00  | 81  |
|  | 3   | 12,1  | 9,09  | 79  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 10,8  | 6,73  | 82  |
| Średnio<br><i>Mean</i>                                       | 1   | 10,2  | 5,03  | 88  |
|  | 2   | 11,8  | 7,67  | 86  |
|  | 3   | 13,2  | 9,61  | 85  |
| NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : dla – <i>for</i> |   |   |   |   |
| Odmian – <i>Cultivar</i>                                     |   | 0,7   | 0,66  | 5   |
| Dawki N – <i>N rate</i>                                      |   | 0,8   | 0,70  | 6   |
| Interakcji – <i>Interaction</i>                              |   | r.n.  | r.n.  | r.n.  |

r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

Tabela 4. Wpływ nawożenia azotem na cechy jakościowe odmian jęczmienia jarego (seria 2, 2009–2010).

Table 4. Effect of nitrogen fertilization on quality features of spring barley cultivars (series 2, 2009–2010)

| Odmiana<br><i>Cultivar</i>                                   | Dawka N – g-wazon <sup>-1</sup><br><i>N rate – g-pot<sup>-1</sup></i> | Zawartość białka<br>w ziarnie<br>(% s.m.)<br><i>Protein content<br/>in grain (% DM)</i> | Plon białka<br>g-wazon <sup>-1</sup><br><i>Protein yield<br/>g-pot<sup>-1</sup></i> | Celność ziarna<br><i>Grain fraction<br/>&gt; 2,5 mm (%)</i> |
|--|---|---|---|---|
| Kormoran   | 1   | 9,7   | 4,89  | 85  |
|  | 2   | 11,1  | 7,84  | 85  |
|  | 3   | 11,8  | 9,00  | 82  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 10,9  | 7,17  | 84  |
| Rufus  | 1   | 10,4  | 5,17  | 82  |
|  | 2   | 12,3  | 8,70  | 81  |
|  | 3   | 13,5  | 10,6  | 77  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 12,1  | 8,02  | 80  |
| Skald  | 1   | 10,5  | 5,01  | 87  |
|  | 2   | 11,9  | 8,06  | 85  |
|  | 3   | 13,0  | 8,03  | 80  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 11,8  | 6,97  | 84  |
| Victoriana   | 1   | 10,6  | 5,85  | 89  |
|  | 2   | 11,8  | 8,56  | 84  |
|  | 3   | 13,0  | 8,89  | 82  |
|  | średnio – <i>mean</i>   | 11,7  | 7,60  | 85  |
| Średnio<br><i>Mean</i>                                       | 1   | 10,3  | 5,22  | 86  |
|  | 2   | 11,7  | 8,24  | 82  |
|  | 3   | 12,8  | 9,15  | 80  |
| NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : dla – <i>for</i> |   |   |   |   |
| Odmian – <i>Cultivar</i>                                     |   | 0,8   | 0,71  | 5   |
| Dawki N – <i>N rate</i>                                      |   | 0,8   | 0,65  | r.n.  |
| Interakcji – <i>Interaction</i>                              |   | r.n.  | r.n.  | r.n.  |

r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

szyński i in. 2007]. Wzrost zawartości białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego i plonu białka w miarę zwiększania poziomu nawożenia azotem stwierdzono także we wszystkich cytowanych pracach [Bertholdson 1999, Fatyga i in. 1995, Forlin 1987, Grashoff i Antuono 1997, Kruczek 1995, Noworolnik 2008, 2010, Pecio 2002, 2005, Wróbel 1993]. Większy wzrost zawartości białka występował przeważnie w przypadku mniejszego zwiększenia plonu ziarna jęczmienia jarego między dużą a małą dawką azotu. Ujemny wpływ nawożenia azotem na celność ziarna stwierdzono również w badaniach Pecio [2002].

### WNIOSKI

1. Wszystkie badane odmiany jęczmienia jarego dodatnio reagowały plonem ziarna na zwiększenie dawki azotu z 1 do 2 g N-wazon<sup>-1</sup>, a większość z nich (poza Skald i Victoria) wykazały dalszy istotny wzrost plonu przy dawce 3 g N-wazon<sup>-1</sup>. Większe procentowo przyrosty plonu przy dawce 3 g N w porównaniu z dawką 1 g N-wazon<sup>-1</sup> wykazały odmiany: Rubinek, Toucan, Kormoran i Rufus.
2. Wzrost plonu pod wpływem nawożenia N był efektem zwiększenia liczby kłosów.
3. Wraz ze wzrostem dawki azotu do 3 g N-wazon<sup>-1</sup> zwiększała się istotnie zawartość białka ogólnego w ziarnie oraz wielkość plonu białka wszystkich badanych odmian. Największą przyrostem plonu białka wyróżniły się pastewne odmiany: Mercada, Rubinek i Rufus.

### PIŚMIENNICTWO

- Baethgen W. E., Christianson C. B., Lamothe A. G. 1995. Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield and yield components of malting barley. *Field Crop Res.* 43: 87–99.
- Bertholdson N. O. 1999. Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. *Europ. J. Agron.* 10: 1–8.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M. 1995. Wysokość i jakość plonów jęczmienia jarego pod wpływem różnych dawek azotu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 278, Rol. 65: 29–36.
- Forlin C. 1987. Utvecklingsrelaterad Forlin godsling korn och havre. *Aktuellt Svalof*, 1: 14–16.
- Grashoff C., Antuono L. F. 1997. Effect of shading and nitrogen application on yield, grain size distribution and concentrations of nitrogen and water soluble carbohydrates in malting spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Europ. J. Agron.* 6: 275–293.
- Koziara W., Borówczak F., Grześ S. 1999. Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. *Pam. Puł.* 112: 115–120.
- Kruczek G. 1995. Plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421: 233–237.
- Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B. 1995. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od przedplonu i nawożenia mineralnego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 262, Rol. 63: 93–100.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Wyd. IUNG Puławy, Monogr. Rozpr. Nauk.* 8: ss. 66.
- Noworolnik K. 2008. Wpływ odmian i dawki azotu na strukturę plonu i zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 25(1): 261–269.
- Noworolnik K. 2010. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna nowych odmian jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 152: 191–198.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2002. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 221: 67–72.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2005. Wpływ dawki azotu na plonowanie odmian jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym. *Biul. IHAR* 237/238: 67–73.



- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 22(4): 4–112.
- Pecio A. 2005. Zróżnicowanie zawartości białka w ziarnie odmian jęczmienia browarnego zależnie od stanu odżywienia roślin azotem. *Pam. Puł.* 139: 145–160.
- Weston D.T., Horsley R.D., Schwarz P.B., Goos R.J. 1993. Nitrogen and planting date effects on low-protein spring barley. *Agron. J.* 85: 1170–1174.
- Wróbel E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość białka ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych na paszę. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 449, *Agricultura* 56, Supl. B: ss. 53.
- Wyszyński Z., Gozdowski D., Pietkiewicz S., Łoboda T. 2007. Plon ziarna jęczmienia jarego i jego składowe w zależności od rodzaju i dawki nawozów azotowych. *Fragm. Agron.* 24(2): 418–426.

K. NOWOROLNIK

#### **EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING AND GRAIN QUALITY OF SPRING BARLEY CULTIVARS**

##### **Summary**

Two series of pot experiment (Mitscherlich pot) were carried out to determine the response of new spring barley cultivars: Mercada, Rubinek, Signora and Toucan (series 2008–2009) Kormoran, Rufus, Skald and Victoriana (series 2009–2010) to three nitrogen rates – 1, 2 and 3 g N per pot. Grain yield, yield components, protein content in grain, protein yield and grain fraction > 2,5 mm of cultivars were estimated. The all cultivars showed significant increase of grain yield at 2 g N per pot. The Rubinek, Toucan, Mercada, Signora, Kormoran and Rufus cultivars showed further significant increase of grain yield at 3 g N per pot. All cultivars showed great increase of protein content in grain, as well as protein yield increment with increase of nitrogen rate to 3 g N per pot. The highest protein yield increase showed Mercada, Rubinek and Rufus cultivars. The increase of grain yield was related to increase of productive tillering rate.