

## WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA CECHY ROLNICZE ZIARNA JĘCZMIENIA BROWARNEGO\*

MAREK LISZEWSKI<sup>1</sup>, JÓZEF BŁAŻEWICZ<sup>2</sup>, KATARZYNA KOZŁOWSKA<sup>1</sup>, AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA<sup>2</sup>,  
ŁUKASZ SZWED<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, <sup>2</sup>Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania,  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

marek.liszewski@up.wroc.pl

**Synopsis.** W latach 2008–2009 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe z jęczmieniem jarm browarnym, założone metodą losowanych bloków (split-block) na glebie kompleksu pszenno-dobrego. Badanymi czynnikami było nawożenie azotem w dawkach ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20I), 60 (40+20II) oraz odmiany: Sebastian i Mauritia. Jęczmień nawożono N przedsięwzięciem oraz pogłównie (dawki dzielone) w dwóch fazach rozwojowych: I – pod koniec krzewienia, II – w fazie 2. kolanka. Dokonano oceny wybranych elementów struktury plonu oraz oszacowano plon ziarna ogółem i plon ziarna celnego. Określono również parametry jakościowe ziarna, takie jak: celność, masa 1000 ziaren oraz zawartość białka w ziarnie. Na podstawie masy 1000 ziaren i zawartości białka w ziarnie obliczono ekstraktywność teoretyczną słołów według Bishopa. Wyniki badań wskazują, że czynnikiem najsilniej decydującym o kształtowaniu cech browarnych ziarna był przebieg pogody. Niezależnie od lat badań stwierdzono, że nawożenie azotem wpłynęło na wzrost liczby kłosów produktywnych, a tym samym na wzrost plonu ziarna jęczmienia. Istotny przyrost plonu ziarna odnotowano przy nawożeniu azotem dawką do  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w porównaniu do obiektu kontrolnego (bez nawożenia N). Zastosowanie nawożenia pogłównego nie powodowało istotnej zmiany plonów ziarna. Niska suma opadów w okresie kłoszenia (2008 r.) przyczyniła się do ponadnormatywnego wzrostu zawartości białka przy nawożeniu pogłównym, niezależnie od niskiej zawartości N mineralnego w glebie.

**Słowa kluczowe** – *key words*: jęczmień browarny – *brewing barley*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, plon ziarna – *grain yield*, wzór Bishopa – *Bishop's formula*

### WSTĘP

Obecnie w Polsce jęczmień wykorzystywany jest coraz częściej do produkcji słołu browarnego [Kawka i in. 1998]. Aby jednak można było uzyskać z ziarna jęczmienia pełnowartościowy słoł, musi ono spełniać szereg wyróżników technologicznych [Gąsiorowski 1997]. Na wartość browarną słołu wpływają takie cechy jakościowe ziarna jak: celność, energia kiełkowania oraz zawartość białka [Klockiewicz-Kamińska 2005]. Duży wpływ na te cechy ma nawożenie azotem [Liszewski 2008, Liszewski i Błażewicz 2001, Pecio 2002]. Stosując wysokie dawki tego składnika można uzyskać wysoki plon ziarna, ale nie wpływają one korzystnie na jakość ziarna. Wraz ze zwiększającym się nawożeniem azotem wzrasta bowiem zawartość białka w ziarnie i białek rozpuszczalnych, wolnego azotu aminowego, aktywność  $\alpha$ - i  $\beta$ -amylazy oraz siła diastatyczna słołu [Pecio 2002]. Jednocześnie zmniejsza się celność ziarna oraz ekstraktywność uzyskiwanego słołu [Pecio i Bichoński 2003]. Stosowanie wysokich dawek azotu sprzyja również wyleganiu roślin [Liszewski i Błażewicz 2001].

\* Badania objęte finansowaniem przez MNiSzW projekt Nr N N312 199035

Uprawa jęczmienia browarnego ma na celu dążenie do osiągnięcia dwóch pozornie sprzecznych celów. Jednym jest uzyskanie możliwie dużego plonu dobrze wykształconego ziarna. Drugim celem jest otrzymanie ziarna o właściwych parametrach jakościowych. [Błażewicz 2004]. Wydawałoby się, że oba te cele nie są możliwe do spełnienia jednocześnie, ale należy dążyć do pogodzenia ich ze sobą.

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie i wybrane cechy technologiczne ziarna jęczmienia browarnego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w latach 2008–2009, na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego (RZD) Pawłowice (N 51°34', E 17°12') koło Wrocławia, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie, założone metodą losowanych bloków (split-block), obejmowało dwa czynniki zmienne. Pierwszym czynnikiem było nawożenie azotem w dawkach ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20 I), 60 (40+20 II); a drugim – odmiana: Sebastian i Mauritia. Nawożenie azotem zostało wykonane przedsięwzięcie i pogłównie (dawki dzielone) w dwóch fazach rozwojowych: I – pod koniec krzewienia, II – w fazie 2. kolanka.

Doświadczenie zostało założone na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej. Glebę zaliczono do klasy bonitacyjnej IIIb, zaliczonej do kompleksu przydatności rolniczej pszenneego dobrego. Odczyn gleby był kwaśny (w 2008 r.) i lekko kwaśny (w 2009 r.). W obu latach gleba pod doświadczenie była zasobna w magnez, którego zawartość wynosiła 96 (2008 r.) i 84  $\text{mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby (2009 r.) oraz charakteryzowała się niską zawartością fosforu (odpowiednio w latach: 97 i 102  $\text{mg P}_2\text{O}_5\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby), a także średnią i niską zawartością potasu (odpowiednio: 154 i 103  $\text{mg K}_2\text{O}\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby).

Wiosną każdego roku zostały pobrane próby glebowe, w celu oznaczenia N mineralnego w warstwie gleby od 0–60 cm. W roku 2009 zawartość N min w warstwie gleby od 0 do 60 cm była wyższa (o 25,4  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) niż w roku 2008, w którym wynosiła 30,4  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Uprawa jęczmienia nie odbiegała od zasad prawidłowej agrotechniki. Azot został podany w postaci 34% saletry amonowej, według schematu doświadczenia. Zastosowano przedsięwzięcie nawożenie fosforem w dawce 40  $\text{kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$  (w formie superfosfatu potrójnego) i potasem w dawce 60  $\text{kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$  (w formie soli potasowej). Przedplonem dla jęczmienia była pszenica ozima. Jęczmień wysiano w terminach 01.04.2008 r. i 06.04.2009 r., w ilości 300 szt. $\cdot\text{m}^{-2}$ , przy rozstawie rzędów 12,5 cm. Na poletkach przeprowadzono oprysk przeciw chwastom preparatami Aminopielik 450 D w ilości 1,0  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2008 r.) oraz Chwastox Turbo 340 SL w ilości 2,0  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2009 r.). Chroniąc jęczmień przed chorobami grzybowymi, w fazie 2. kolanka wykonano oprysk fungicydem Corbel 750 EC w ilości 1  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (w obu latach doświadczenia); zabieg powtórzono w fazie początku kłoszenia jęczmienia, stosując preparaty Amistar 250 SC w ilości 1  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2008 r.) i Artea 330 EC w ilości 0,5  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2009 r.). W obu latach badań liczba skrzypionek i mszyc zbożowych przekraczała ekonomiczny próg szkodliwości, dlatego zastosowano oprysk insektycydami Nurelle D 550 EC w ilości 0,6  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (w obu latach doświadczenia) oraz BI 58 w ilości 0,5  $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  (2008 r.). Zbiór został przeprowadzony przy użyciu kombajnu poletkowego w fazie dojrzałości pełnej jęczmienia. Podczas wegetacji prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju jęczmienia. Przed zbiorem zebrano rośliny z powierzchni 0,25  $\text{m}^2$  na każdym, poletku, w celu określenia liczby kłosów produktywnych, masy ziarna z kłosa i liczby ziarniaków w kłosie. Parametry jakościowe ziarna określono poprzez oznaczenie: celności ziarna przy użyciu sit Vögl, masy 1000 ziaren oraz zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla, zgodnie z zaleceniami analityki EBC [Analytica – EBC 1998]. Na podstawie

masy 1000 ziaren oraz zawartości białka w ziarnie o grubości  $> 2,5$  mm obliczono ekstraktywność teoretyczną przy pomocy wzoru Bishopa [Błażewicz i in. 2004, 2007].

Wyniki opracowano metodą analizy wariancji przy pomocy testu t-Studenta dla  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie dobowe temperatury okresu wegetacji, w obu latach badań (2008 i 2009), przekraczały średnią wieloletnią dla poszczególnych miesięcy (tab. 1). Jedynie w czerwcu w 2009 r. średnia dobowa temperatura powietrza była niższa o  $1,1^{\circ}\text{C}$  od średniej wieloletniej. Sumy miesięczne opadów w poszczególnych miesiącach były wyższe od średnich sum opadów z wielolecia. Jedynie w miesiącach maju, czerwcu i lipcu sezonu 2008 sumy te były niższe od średnich sum opadów z wielolecia. Suma opadów w sezonie 2009 znacznie przekroczyła (o  $170,8$  mm) średnią sumę opadów z wielolecia ( $251,9$  mm).

Tabela 1. Warunki pogodowe oraz współczynniki Sielianinowa w latach 2008–2009 wg stacji w Swojcu koło Wrocławia

Table 1. Weather conditions and Sielianinow's coefficient in 2008–2009 according to Station Swojec near Wrocław

Miesiąc Month	Temperatura Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )			Opady Rainfalls (mm)			Współczynnik Sielianinowa Stelianinow's coefficient	
	2008	2009	Średnia Mean 1976–2005	2008	2009	Średnia Mean 1976–2005	2008	2009
III	4,6	4,6	3,7	33,0	48,3	31,7	2,31	3,39
IV	8,9	12,0	8,3	87,1	30,9	30,5	3,27	0,86
V	14,3	14,2	14,1	37,3	67,6	51,3	0,84	1,53
VI	18,8	15,8	16,9	36,5	141,7	59,5	0,65	3,00
VII	19,8	19,5	18,7	65,6	134,2	78,9	1,06	3,24
Średnia/Suma Mean/Sum III–VII	13,3	13,2	12,3	259,5	422,7	251,9	–	–

Warunki atmosferyczne przed siewem sprzyjały uzyskaniu zadowolających wschodów jęczmienia, które wynosiły odpowiednio  $91,6\%$  (2008 r.) i  $90,3\%$  (2009 r.)

Słaboński [1985] stwierdził, że temperatura powietrza w fazie krzewienia nie powinna przekraczać  $18^{\circ}\text{C}$ , a opady powinny być umiarkowane. W obu latach badań warunki sprzyjały dobremu rozkrzewieniu się roślin, jednak bardziej rozkrzewiony był jęczmień w 2009 roku, na skutek większej ilości opadów w tym okresie.

Wielu autorów [Liszewski i Błażewicz 2001, Słaboński 1985] uważa, że warunki pogodowe w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia są bardzo ważne, ponieważ jęczmień browarny jest

wówczas najbardziej wrażliwy na niedobory wody. Optymalne warunki w tym okresie pozwalają na wytworzenie maksymalnej powierzchni asymilacyjnej, która stwarza możliwość osiągnięcia wysokich plonów ziarna, o właściwych parametrach browarnych [Pecio 2002, Słaboński 1985]. Pecio [2002] podaje, że w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia korzystna jest wysoka temperatura, od 17°C do 19°C i umiarkowane opady. W sezonie wegetacyjnym 2008 faza strzelania w źdźbło przebiegała przy optymalnej temperaturze powietrza, ale przy zbyt niskich opadach. Niekorzystny dla roślin przebieg pogody w tym okresie został potwierdzony obliczonymi współczynnikami Sielianinowa (maj – 0,84, czerwiec – 0,65) [Radomski 1987]. Takie warunki przyczyniły się do zakłócenia rozwoju wegetatywnego, co przejawiało się małymi przyrostami dobowymi źdźbła. Optymalne warunki podczas strzelania w źdźbło jęczmienia wystąpiły w sezonie 2009, kiedy dostateczna suma opadów w tym okresie pozwoliła na uzyskanie wysokich plonów ziarna

Pecio [2002] twierdzi, że w okresie po wykłoszeniu słoneczna i ciepła pogoda stwarza odpowiednie warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy i dobrego wypełnienia ziarna. Natomiast niedobór opadów w tym okresie wpływa niekorzystnie na jakość ziarna, powodując wzrost zawartości białka [Pecio i Kubsik 2006, Rozbicki 1994].

W sezonie 2008 opady atmosferyczne były niskie, co wpłynęło na podwyższenie zawartości białka w ziarnie. Natomiast w sezonie 2009, w czasie wypełniania ziarniaka i w okresie dojrzewania warunki pogodowe sprzyjały uzyskaniu ziarna o dobrych parametrach jakościowych.

Nawożenie azotem wpłynęło na wzrost liczby kłosów produktywnych, a w związku z tym na wzrost plonu ziarna jęczmienia, niezależnie od lat (tab. 2). Badania innych autorów [Kozia-ra i in. 1998, Liszewski 2008] potwierdzają również, że plon ziarna jęczmienia zależy przede wszystkim od liczby kłosów na jednostce powierzchni. W przeprowadzonym doświadczeniu nawożenie azotem w dawkach do 40 kg·ha<sup>-1</sup> spowodowało istotny wzrost tej cechy. Dalszy wzrost liczby kłosów powodowany zwiększeniem dawek azotu i ich podziałem nie był już istotny statystycznie. Jednak stwierdzono współdziałanie odmian z nawożeniem. Największą wartość badanej cechy odnotowano przy nawożeniu dawką 60 (40+20II) kg N·ha<sup>-1</sup> u odmiany Sebastian (1138 szt.). Wyższym krzewieniem produkcyjnym (o 69 szt.) charakteryzowała się odmiana Sebastian w porównaniu z odmianą Mauritia (896 szt.). Sezon wegetacyjny 2009 bardziej sprzyjał krzewieniu produkcyjnemu roślin niż sezon 2008, do czego przyczyniły się większe sumy opadów w roku 2009.

Nawożenie azotem nie różnicowało w sposób istotny liczby ziarniaków w kłosie oraz masy ziarna z kłosa. Natomiast czynnik odmianowy różnicował w sposób istotny badane cechy. Większą liczbą ziarniaków w kłosie i masą ziarna z kłosa charakteryzowała się odmiana Mauritia. Większe wartości badanych cech stwierdzono u roślin z sezonu 2008 (odpowiednio 20,6 szt. i 1,11 g) w porównaniu z rokiem 2009 (odpowiednio 18,5 szt. i 0,83 g). U jęczmienia jarego nawożenie N wpływa na wzrost masy ziarna z kłosa, jeśli w sezonie wegetacyjnym występują zbyt niskie opady i pojawia się problem okresowych niedoborów wody. Gdy opady atmosferyczne są obfite i równomiernie rozłożone, uzyskuje się większą liczbę kłosów na jednostce powierzchni i jednocześnie mniejszą masę ziarna z kłosa [Fatyga i in. 1995].

Stwierdzono istotny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia ogółem i plon ziarna celnego w obu latach badań, spowodowany głównie wzrostem liczby kłosów na jednostce powierzchni (tab. 3). Wielu autorów [Fatyga i in. 1995, Liszewski 1998, Liszewski i in. 1995] potwierdza zależność występującą pomiędzy nawożeniem azotem a wartościami elementów struktury plonu oraz wysokością plonu ziarna. Istotny przyrost plonu ziarna ogółem i ziarna celnego odnotowano przy nawożeniu azotem dawką do 40 kg·ha<sup>-1</sup>. Sezon wegetacyjny 2009 sprzyjał osiągnięciu wyższych plonów ziarna ogółem (o 18,0%) i plonów ziarna celnego (o 16,0%) w porównaniu z sezonem 2008 (odpowiednio: 4,09 i 4,00 t·ha<sup>-1</sup>).

Tabela 2. Cechy struktury plonu jęczmienia jarego (średnie z lat 2008–2009)  
 Table 2. Characteristics of the yield components of spring barley (means of 2008–2009)

Nawożenie azotem <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Odmiana <i>Cultivar</i>	Liczba kłosów produktywnych z 1 m <sup>2</sup> <i>Number of productive ears per m<sup>2</sup></i>	Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per ear</i>	Masa ziarna z kłosa <i>Weight of grains per ear</i> (g)
0	Sebastian	671	19,0	0,94
	Mauritia	618	19,9	1,01
20	Sebastian	937	18,9	0,92
	Mauritia	902	20,3	1,02
40	Sebastian	1037	19,7	0,93
	Mauritia	948	19,2	0,94
60	Sebastian	986	18,7	0,94
	Mauritia	1009	20,6	1,04
60 (40+20I)	Sebastian	1022	19,3	0,98
	Mauritia	967	20,5	1,04
60 (40+20II)	Sebastian	1138	19,4	0,91
	Mauritia	925	19,1	0,98
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla interakcji – <i>for interaction</i>		97	r.n.	r.n.
Średnie dla czynników – <i>Means for variables</i>				
0		644	19,4	0,98
20		919	19,6	0,97
40		993	19,5	0,94
60		998	19,7	0,99
60 (40+20I)		994	19,9	1,01
60 (40+20II)		1031	19,3	0,94
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		69	r.n.	r.n.
Sebastian		965	19,1	0,94
Mauritia		896	19,9	1,00
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		40	0,6	0,04
Lata – <i>Years</i>	2008	740	20,6	1,11
	2009	1119	18,5	0,83
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		40	0,6	0,04

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

Tabela 3. Plony ziarna jęczmienia jarego (t·ha<sup>-1</sup>)Table 3. Grain yields of spring barley (t·ha<sup>-1</sup>)

Nawożenie azotem (kg N·ha <sup>-1</sup> ) oraz odmiana <i>Nitrogen fertilization (kg N·ha<sup>-1</sup>) and cultivar</i>	2008	2009	Średnia <i>Mean</i>
<i>Plon ziarna – Grain yields</i>			
0	3,26	4,95	4,10
20	3,86	5,33	4,59
40	4,32	5,95	5,13
60	4,46	6,25	5,35
60 (40+20I)	4,35	6,36	5,35
60 (40+20II)	4,30	6,43	5,37
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,23	0,44	0,28
Sebastian	3,92	5,94	4,93
Mauritia	4,26	5,81	5,04
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,13	r.n.	r.n.
Lata – Years	4,09	5,88	4,99
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,16		–
<i>Plon ziarna celnego – Grain of choice quality yields</i>			
0	3,19	4,63	3,91
20	3,77	5,00	4,39
40	4,22	5,62	4,92
60	4,35	5,89	5,12
60 (40+20I)	4,25	5,95	5,10
60 (40+20II)	4,20	6,01	5,11
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,23	0,44	0,28
Sebastian	3,83	5,58	4,70
Mauritia	4,16	5,45	4,81
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,13	r.n.	r.n.
Lata – Years	4,00	5,52	4,76
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,16		–

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

Celność ziarna jęczmienia browarnego nie powinna być niższa niż 90% [Rozbicki 1994]. W badaniach własnych, niezależnie od zastosowanej dawki azotu celność ziarna obu odmian była wysoka i wynosiła średnio 95,8% (tab. 4). Wykazano, że w roku 2008 uzyskano istotnie większą celność ziarna (o 4%) niż w roku 2009 (93,8%). Liszewski i Błażewicz [2001] podają, że pogorszenie celności ziarna spowodowane jest sytuacją, w której wzrost krzewienia produkcyjnego powoduje konieczność odżywienia przez rośliny większej ilości ziarniaków. Zmniejszeniu ulega wtedy udział frakcji ziaren dorodnych.

Nawożenie azotem w sezonie wegetacyjnym 2009 różnicowało w sposób istotny masę 1000 ziaren. Istotnie wyższą masą 1000 ziaren charakteryzowała się odmiana Mauritia w porównaniu do odmiany Sebastian.

Klockiewicz-Kamińska [2005] uważa, że aby ziarno stanowiło dobry materiał do produkcji słodu zawartość białka w ziarnie jęczmienia browarnego powinna się mieścić w granicach od 9,5 do 11,5%. Pecio [2002] uważa, że w uprawie jęczmienia na cele browarne szczególnie ważne jest zaopatrzenie roślin w azot w fazie krzewienia i strzelania w źdźbło, aby rośliny mogły wytworzyć dużą powierzchnię asymilacyjną i zwiększyć plon ziarna. Na ogół sprzyja temu zastosowanie dawek dzielonych (z nawożeniem pogłównym). Jednak ten sposób nawożenia N niesie ryzyko podwyższenia zawartości białka w ziarnie, tak niepożądanego u jęczmienia browarnego. W roku 2008 po zastosowaniu nawożenia pogłównego zawartość białka w ziarnie dla obu badanych odmian przekroczyła zalecaną wartość. Jak stwierdza Błażewicz i in. [2003] również inne czynniki, oprócz nawożenia mogą wpływać na wzrost zawartości białka w ziarnie. Jedną z przyczyn mogą być, coraz częściej występujące w sezonie wegetacyjnym długotrwałe okresy suszy. Najczęściej niedobór opadów przed kłoszeniem, w fazie wypełniania i dojrzałości młecznej ziarna sprzyja wzrostowi zawartości białka w suchej masie [Kukuła i in. 1999, Pecio 2002]. Warunki takie wystąpiły w roku 2008, gdy opady atmosferyczne w okresie przed kłoszeniem i w czasie kłoszenia były zbyt niskie, co sprzyjało gromadzeniu białka w ziarnie. Wielu autorów [Hector i in. 1996, Timmer i in. 1993] podaje, że ustalenie dawki nawożenia azotem powinno być uzależnione od zawartości N mineralnego w glebie. Timmer i in. [1993] w swoich badaniach przyjęli jako optymalną łączną ilość azotu dostępną dla roślin (wprowadzoną do gleby w postaci nawozów i N mineralny w warstwie gleby 0–60 cm) wynoszącą 110 kg N·ha<sup>-1</sup>. Ustalili jednak, że ilość ta jest zbyt wysoka. Za odpowiednią łączną ilość azotu dostępną dla roślin jęczmienia uprawianego na cele browarne przyjęli więc maksymalnie 90 kg N·ha<sup>-1</sup> [Timmer i in. 1993]. W badaniach własnych, w roku 2008 zawartość N mineralnego w glebie była niższa (30,37 kg·ha<sup>-1</sup>) niż w kolejnym roku badań (55,80 kg·ha<sup>-1</sup>). Jednak średnia zawartość białka ogółem w ziarnie była wyższa w roku 2008 (11,0% s.m.), w porównaniu z rokiem 2009 (10,8% s.m.). Choć w sezonie 2008 łączna zawartość azotu dostępna dla roślin nieznacznie przekroczyła normę przyjętą przez Timmera i in. [1993], należy uznać, że to jednak czynnik pogodowy w największym stopniu zdecydował o podwyższonej zawartości białka w ziarnie w sezonie 2008. Przeprowadzone przez czeskich autorów badania z jęczmieniem browarnym w latach 2006–2008 potwierdzają decydujący wpływ warunków pogodowych na cechy jakościowe ziarna [Babianek i in. 2010].

W oparciu o masę 1000 ziaren oraz zawartość białka w ziarnie obliczono ekstraktywność teoretyczną słodu według wzoru Bishopa. Wykazano, że wraz ze wzrostem zawartości białka w ziarnie zmniejszeniu ulegała ekstraktywność teoretyczna słodu. Jak wykazali Błażewicz i Liszewski [2004] ekstraktywność jest parametrem decydującym o końcowej ocenie wartości browarnej ziarna.

Błażewicz i in. [2003] uważają, że przy zwiększonej liczbie kłosów na 1 m<sup>2</sup> jednocześnie zmniejsza się liczba i masa ziarna z kłosa oraz masa 1000 ziaren, a tym samym pogarsza się celność ziarna. W sezonie wegetacyjnym 2008 uzyskano istotnie wyższe średnie wartości cel-

Tabela 4. Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy ziarna oraz siodu jęczmienia jarego  
 Table 4. The effect of nitrogen fertilization on selected brewing features of spring barley grain and malt

Wyszczególnienie Specification	Celność ziarna Grain filling (%)			Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)			Białko Protein (% s.m. – DM)			Ekstraktywność siodu wg Bishopa Malt extractivity by Bishop		
	2008	2009	Średnia Mean	2008	2009	Średnia Mean	2008	2009	Średnia Mean	2008	2009	Średnia Mean
0	98,0	93,5	95,7	43,2	40,1	41,7	10,5	10,9	10,7	81,0	80,4	80,7
20	97,8	93,8	95,8	43,3	40,3	41,8	10,6	10,8	10,7	80,9	80,4	80,7
40	97,6	94,4	96,0	43,1	40,5	41,8	10,8	10,8	10,8	80,7	80,4	80,6
60	97,6	94,1	95,8	43,8	40,7	42,3	11,0	10,6	10,8	80,6	80,6	80,6
60 (40+20I)	97,7	93,5	95,6	43,9	38,8	41,4	11,6	11,0	11,3	80,2	80,2	80,2
60 (40+20II)	97,7	93,5	95,5	43,6	39,3	41,4	11,7	10,9	11,3	80,1	80,3	80,2
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	1,0	0,6	0,5	r.n.	0,4	0,4	0,2	0,3
Sebastian	97,7	93,8	95,8	42,6	38,9	40,8	11,1	11,0	11,0	80,5	80,2	80,3
Mauritia	97,8	93,7	95,7	44,4	41,0	42,7	11,0	10,7	10,8	80,7	80,6	80,6
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	0,4	0,6	0,3	r.n.	0,2	r.n.	r.n.	0,1	0,2
Lata – Years	97,7	93,8	95,8	43,5	39,9	41,7	11,0	10,8	10,9	80,6	80,4	80,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,4	–	–	0,3	–	–	r.n.	–	–	0,2	–	–

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference



ności ziarna, masy 1000 ziaren, a także zawartości białka ogółem w odniesieniu do roku 2009. W 2009 r., pomimo mniejszego udziału frakcji ziarna > 2,5 mm, uzyskano istotnie wyższy plon ziarna celnego.

## WNIOSKI

1. Wyniki badań wskazują, że czynnikiem najsilniej decydującym o plonie ziarna jęczmienia browarnego i jego cechach jakościowych był przebieg pogody.
2. Nawożenie azotem w dawkach 20 i 40 kg N·ha<sup>-1</sup> powodowało kolejne istotne przyrosty plonu ziarna ogółem i plonu ziarna celnego. Zwiększenie wielkości dawki nawożenia azotem do 60 kg N·ha<sup>-1</sup> nie miało istotnego wpływu na plonowanie jęczmienia, niezależnie od sposobu jej aplikacji.
3. W sezonie wegetacyjnym 2008 ziarno jęczmienia browarnego charakteryzowało się wyższą celnością w porównaniu do sezonu 2009, ale w przypadku zastosowania nawożenia pogłównego przekroczona została dopuszczalna zawartość białka w ziarnie. Sezon 2009 sprzyjał uzyskaniu wysokich plonów ziarna jęczmienia o dobrych parametrach jakościowych.

## PIŚMIENNICTWO

- Analytica – EBC, Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg 1998.
- Babianek P., Vavrousova P., Ryant P., Hrivna L., Cerkal R. 2010. The effect of selected factors of production on yields and contents of N-substances in malt barley grain. *Acta Univ. Agric. et Silv. Mendel. Brun.* 58: 19–24.
- Błażewicz J. 2004. Właściwości brzeczki i koncentratów słodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników siodu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 491, Rozpr. 217: ss. 94.
- Błażewicz J., Liszewski M., Płaskowska E. 2003. Wartość browarna ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda z sezonu wegetacyjnego 2000. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 1(34): 99–109.
- Błażewicz J., Liszewski M. 2004. Skuteczność wskaźnika Q i metody Bishopa w ocenie wartości browarnej jęczmienia. *Pam. Puł.* 135: 7–17.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Guła A. 2007. Usability of Bishop formula in evaluation of malting quality of barley grain. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(4A): 37–40.
- 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.
- Gąsiorowski H. 1997. Jęczmień chemia i technologia. *PWRiL Poznań*: ss. 282.
- Hector D.J., Fukai S., Goyne P.J. 1996. Adapting of barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities. *Proceed. 8<sup>th</sup> Australian Agron. Conf., Toowoomba, Queensland, Australia, 30 January – 2 February 1996*: 297–300.
- Kawka A., Klockiewicz-Kamińska E., Anioła J., Cierniewska A., Gąsiorowski H. 1998. Ocena niektórych wyróżników jakościowych odmian jęczmienia uprawianego w Polsce. *Pam. Puł.* 112: 85–91.
- Klockiewicz-Kamińska E. 2005. Metoda oceny wartości browarnej i klasyfikacja jakościowa odmian jęczmienia. *COBORU* 80: 3–15.
- Koziara W., Borówek F., Grześ S. 1998. Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. *Pam. Puł.* 112: 115–120.
- Kukuła S., Pecio A., Górski T. 1999. Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 16(4): 81–89.
- Liszewski M. 1998. Wpływ przedplonu na plonowanie jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 347, Rol. 73: 235–242.

- Liszewski M. 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowane technologie uprawy. Zesz. Nauk. UP Wrocław 565, Rozpr. 254: ss. 96.
- Liszewski M., Błażewicz J. 2001. Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. Cz. 1. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technol. Żyw. 407: 91–100.
- 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.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19(4): 7–97.
- Pecio A., Bichoński A. 2003. Stan odżywienia roślin azotem a plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 230: 285–294.
- Pecio A., Kubsik K. 2006. Wpływ warunków pogody w okresie wegetacji na plon i jakość jęczmienia browarnego. *Rocz. AR Poznań* 380, Rol. 66: 251–260.
- Radomski C. 1987. *Agrometeorologia*. PWN Warszawa: ss. 543.
- Rozbicki J. 1994. Jęczmień – uprawa na cele browarne, konsumpcyjne i paszowe. SGGW Warszawa: ss. 85
- Słaboński A. 1985. Jęczmień jary i ozimy. PWRiL Warszawa: ss. 92.
- Timmer R.D., Duijnhouwer I.D.C., van Laarhoven H.P.M., Angelino S.A.G.F., van Son C.G.M., van Gestel M.J.M.C. 1993. Prospects for growing malting barley outside the southwestern clay district of the Netherlands. *Jaarboekje Stichting Nederlands Instituut voor Brouwgerst, Mout en Bier.* 57: 39–43.
- Wojtasik D. 2004. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 119–129.

M. LISZEWSKI, J. BŁAŻEWICZ, K. KOZŁOWSKA, A. ZEMBOLD-GUŁA, Ł. SZWED

#### THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON AGRICULTURAL FEATURE OF BREWING BARLEY GRAIN

##### Summary

In years 2008–2009 strict field experiment with brewing spring barley set up with the method of split-block on the medium soil (the good wheaten soil complex) was conducted. The tested factors were nitrogen fertilization with doses of ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 20, 40, 60, 60 (40+20I), 60 (40+20II) and barley cultivars Sebastian and Mauritia. The barley was fertilized with nitrogen presowing and top-dressing (divided doses) in two stages of growth: I – at the end of tillering, II – in the stage of second node. Evaluation of the chosen elements of the yield components was made, as well as estimation of the total yield of the grain and the yield of the grain of choice quality. The parameters of the grain filling, weight of 1000 grains and the content of the protein in the grain were also evaluated. On the basis of weight of 1000 grains and the content of the protein in the grain malt extractivity by Bishop was calculated. The results of investigations show that the weather was the factor of the strongest influence on the brewing quality of the grain. It was affirmed, that regardless of the years of the investigations, fertilization with nitrogen has increased number of productive ears and as the same the growth of the yield of the barley grain. The significant increase of the yield of the grain was observed for nitrogen fertilization with the dose of up to  $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  comparing to control object (without nitrogen fertilization). The application of top-dressing fertilization did not cause the significant increase of the yield of the grain. Low sum of precipitation in period of earing (2008) contributed to the overnormative increase of the protein content in top-dressing fertilized objects, despite of low content of mineral nitrogen in the soil.