

*Józef Błażewicz, Agnieszka Zembold-Guła, Jacek Żarski, Stanisław Dudek,  
Renata Kuśmierk-Tomaszewska*

**WPLYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTEM  
W TECHNOLOGII UPRAWY  
JĘCZMIENIA BROWARNEGO NA WYDAJNOŚĆ  
PROCESU SŁODOWANIA – WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ**

---

***EFFECT OF SPRINKLING IRRIGATION  
AND NITROGEN FERTILIZATION IN THE BREWING  
BARLEY CULTIVATION TECHNOLOGY ON THE  
MALTING PRODUCTIVITY – PRELIMINARY RESULTS***

**Streszczenie**

Celem pracy było określenie wpływu cech odmianowych, deszczowania i nawożenia azotowego na przydatność gospodarczą badanych odmian jęczmienia browarnego. Przydatność gospodarczą określono na podstawie plonu ziarna celnego oraz wydajności słodowania i masy słodu możliwej do pozyskania z powierzchni

1 hektara uprawy. Doświadczenie polowe przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2010 na glebie lekkiej w Mochełku koło Bydgoszczy. Stwierdzono, że wyższą przydatnością gospodarczą, określoną na podstawie plonu ziarna celnego oraz masy słodu i wydajności słodowania, charakteryzowała się browarnicza odmiana jęczmienia jarego 'Marthe'. Wprowadzenie deszczowania w technologii uprawy jęczmienia browarnego przyczyniło się do zwiększenia plonu ziarna celnego oraz wydajności procesu słodowania z jednostki powierzchni. Optymalny poziom nawożenia azotem deszczowanych upraw jęczmienia browarnego, pod względem wielkości plonu użytecznego ziarna oraz masy uzyskanego słodu, powinien wynosić 30 kg ha<sup>-1</sup>. Zwiększenie nawożenia do 60-90 kg ha<sup>-1</sup> nie spowodowało istotnego wzrostu masy ziarna celnego i słodu.

**Słowa kluczowe:** deszczowanie, nawożenie azotowe, jęczmień browarny, wydajność słodowania

### Summary

*The purpose of this study was to determine the effect of cultivar characteristic, irrigation and the four variants of nitrogen fertilization on economic usefulness of brewing barley grain cultivars. Economic suitability of brewing barley 'Mauritia' and 'Martha' cultivars was defined on the basis of plump grains yield, malting productivity and malt weight, which are possible to obtain from 1 hectare of cultivation. A field experiment was conducted during the growing season 2010 on sandy soil in Mochelek near Bydgoszcz. During irrigation, a total of five doses of 105 mm of water was used. From barley grain of thickness over 2.5 mm, Pilsner type malts were obtained in laboratory conditions. It was found that higher economic usefulness, determined on the basis of grain yield, malts weight and malting productivity was characterized by a brewing barley cultivar 'Marthe'. The introduction of irrigation in technology of brewing barley cultivation, regardless of nitrogen fertilization, has contributed to increased grain yield and malting productivity from unit area. Optimal level of nitrogen fertilization for tested cultivars of brewing barley is 30 kg ha<sup>-1</sup>. Increasing the nitrogen dose from 30 to 60-90 kg ha<sup>-1</sup>, did not result in significant increases in weight of plump grains and malts.*

**Key words:** sprinkling irrigation, nitrogen fertilization, brewing barley, malting productivity

### WSTĘP

Jęczmień jary ma duże znaczenie w całokształcie gospodarki zbożowej, a wynika to z uniwersalności jego zastosowania w przemyśle paszowym, kaszarskim i browarniczym.

Udział Polski w europejskich zbiorach jęczmienia w 2007 roku wynosił 4,9% (miejsce 8), natomiast w światowych 3% (miejsce 11) [GUS, 2010]. W 2008 r. sprowadzono z zagranicy 286,6 tys. ton jęczmienia, w tym 283,6 tys. ton z krajów UE, a 3,0 tys. ton z Europy Środkowo-Wschodniej [GUS, 2009].

Produkcja słodu stanowi najważniejsze przemysłowe wykorzystanie jęczmienia. W skali światowej przeznaczają się na nią około 10% zbiorów. Dużą wydajnością produkcji słodu cechuje się Unia Europejska, które wytwarza około 60% światowego jęczmienia browarnego i prawie 50% światowego słodu. Duża część słodu z UE przeznaczona jest jednak na eksport w różne strony świata. Spośród pojedynczych krajów największą produkcją słodu wyróżniają się z kolei Chiny (17%). W Polsce wykorzystuje się natomiast do tego celu 5-6 % rocznej produkcji jęczmienia [Davies, 2006; Pecio, 2002; Zdeb, 2001].

W uprawie jęczmienia browarnego szczególnie istotne jest nawożenie azotem. Azot jest składnikiem pokarmowym, który w największym stopniu wpływa nie tylko na plon ziarna jęczmienia, ale także na zawartość w nim białka. Stosując wysokie dawki azotu można uzyskać zadowalający plon, ale nie wpływa to korzystnie na jego jakość, dodatkowo sprzyja też wyleganiu roślin. Metoda dzielenia dawek azotu niesie również ryzyko podwyższenia zawartości

białka w ziarnie, dlatego najbezpieczniej jest zastosować azot w całości przed-siewnie.

Jęczmień jary ma spośród zbóż najkrótszy okres wegetacji. Jest jednak bardzo wrażliwy na okresowe, nawet krótkotrwałe niedobory lub nadmiary wo-dy. Upalna i sucha pogoda przyczynia się do skrócenia wegetacji jęczmienia [Gąsiorowski, 1997]. Występowanie okresów posusznych wywiera zasadniczy wpływ na pobieranie azotu i jego przemieszczanie się w roślinie. Wyniki badań wskazują, że obniżenie w glebie zapasu wody łatwo dostępnej, zarówno w fa-zach przed kwitnieniem, jak i w okresie wypełniania ziarna prowadzi do obniże-nia wysokości plonu i dorodności ziarna oraz zwiększenia zawartości białka w ziarnie, a zatem pogorszenia jego wartości browarnej [Kukuła i in. 1999, Pe-cio 2002; Pecio i Bichoński 2006; Qureshi i Neibling 2009; Thompson i wsp. 2004].

Mimo postępu odmianowego i agrotechnicznego, zmienność czasowa wa-runków meteorologicznych, stanowiąca podstawową cechę przejściowego agro-klimatu Polski, jest głównym czynnikiem ograniczającym produkcję wysokiej jakości jęczmienia browarnego [Błażewicz i Dawidowicz 2006; Pecio 2002]. Nawadnianie roślin, nie rozpowszechnione dotychczas w Polsce na szerszą skalę w produkcji polowej, jest zabiegiem skutecznie przeciwdziałającym ujemnym skutkom występowania posuch rolniczych.

Jęczmień jest zbożem najczęściej poddawany młódkowaniu i wykorzysty-wanym

w przemyśle browarniczym, gorzelniczym i spożywczym. W browarnictwie ma głównie znaczenie ilość i jakość ekstraktu uzyskanego z jednostki wagowej za-kupionego i przetworzonego na sód jęczmienia. Jest to bardzo ważny wskaźnik ekonomiczny wartości jęczmienia i sόδu. Stąd istotne jest, aby ziarno było bo-gate w skrobię i celne (pękate i wyrównane). Celem młódkowni jest nie tylko do-bra jakość sόδu, ale i odpowiednia wydajność technologiczna przy minimal-nych stratach młódkowniczych.

Podjęte badania miały na celu określenie wpływu cech odmianowych, deszczowania i nawożenia azotowego na przydatność gospodarczą jęczmienia browarnego. Przydatność gospodarczą określono na podstawie plonu ziarna celnego i wskaźników pozwalających na obliczenie wydajności młódkowania i masy sόδu możliwej do pozyskania z ziarna określonej odmiany zebranego z powierzchni 1 hektara uprawy w sezonie wegetacyjnym 2010.

## **MATERIAŁ I METODY**

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno jęczmienia jarego browarnych odmian ‘Mauritia’ i ‘Marthe’ oraz wyprodukowane z tego ziarna w warunkach laboratoryjnych 5-dniowe sódły typu pilzneńskiego. Badany materiał pochodził z uprawy prowadzonej w sezonie wegetacyjnym 2010, w Stacji Badawczej Wy-

działu Rolnictwa i Biotechnologii UTP Bydgoszcz w Mochelku, w której przeprowadzono doświadczenie polowe.

Zastosowano dwa warianty nawadniania:  $W_0$  – bez deszczowania (obiekty kontrolne) oraz  $W_1$  – deszczowanie zapewniające w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu zapas wody łatwo dostępnej w całym okresie wegetacji roślin. Liczba dawek nawodnieniowych i dawka sezonowa zależała od przebiegu warunków pogodowych. Łącznie zastosowano 105 mm wody w 5 dawkach w celu uzupełnienia niedoboru opadów w okresach posuchy.

Jęczmień uprawiano na czterech poziomach nawożenia azotem:  $N_0$  – bez nawożenia (obiekty kontrolne),  $N_1$  – nawożenie przedsiewne  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $N_2$  – nawożenie przedsiewne  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $N_3$  – nawożenie  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  (przedsiewnie  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  oraz pogłównie  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , zastosowane pod koniec fazy krzewienia). Szczegółowy opis eksperymentu polowego i jego założeń, a także warunków meteorologicznych panujących w czasie wegetacji roślin zamieszczono w pracy pt. „Ocena celowości stosowania deszczowania w technologii uprawy jęczmienia browarnego – wstępne wyniki badań”, zamieszczonej w tym samym tomie.

Ocenę technologiczną ziarna browarnych odmian jęczmienia oraz uzyskanych z nich sładów przeprowadzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowywania Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ziarno jęczmienia poddano frakcjonowaniu przy użyciu sit Vögl’a oraz oczyszczono. Po okresie spoczynku późniwego z frakcji ziarna o grubości  $>2,5 \text{ mm}$  wyprodukowano słody, w warunkach laboratoryjnych stosowanych do otrzymywania sładów typu pilzneńskiego.

Obliczono wyrównanie ziarna, plon ziarna celnego oraz poziom ubytków naturalnych słodowanej masy. Ubytki naturalne posłużyły do obliczenia masy suchej substancji sładu możliwej do wyprodukowania z powierzchni jednego hektara uprawy jęczmienia browarnego. Stopień wykorzystania substancji zawartych w ziarnie jęczmienia nazwano wydajnością procesu słodowania. Parametr ten wyznaczono na podstawie całkowitego plonu suchej substancji ziarna jęczmienia przypadającej na powierzchnię jednego hektara w stosunku do suchej masy wyprodukowanego z niego sładu.

Zróżnicowanie wielkości badanych parametrów oceniono na podstawie analizy wariancji, przy poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ . Grupy jednorodne, oznaczone kolejnymi literami alfabetu, określono za pomocą testu Duncana.

## **WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA**

Podstawowym warunkiem uzyskania dobrego sładu jest przerób jednorodnej masy, zawierającej ziarno o podobnej grubości, w której przemiany podczas słodowania mogą zachodzić z określoną intensywnością. Wyrównanie, czyli procentowy udział ziarniaków o grubości  $>2,5 \text{ mm}$ , nie powinno być mniejsze niż 85%.

Wyrównanie ziarna badanych odmian jęczmienia jarego wynosiło od 56,2% do 95,9%, w zależności od odmiany, deszczowania i wariantu nawożenia azotowego (tab. 1). Sezon wegetacyjny 2010 charakteryzował się bardzo nierównomiernym rozkładem opadów atmosferycznych w poszczególnych dekadach, mimo iż ich suma była wyższa od średniej z wielolecia. Pod wpływem zastosowania deszczowania zaobserwowano wzrost stopnia wyrównania ziarna, średnio o 20%.

**Tabela 1.** Wyrównanie (%) oraz plon ziarna celnego jęczmienia browarnego ( $\text{t ha}^{-1}$ )  
**Table 1.** Grain plumpness (%) and yield of brewing barley grain of thickness over 2.5 mm ( $\text{t ha}^{-1}$ )

Deszczowanie	Nawożenie azotowe	Wyrównanie ziarna		Plon ziarna celnego	
		Odmiana 'Mauritia'	Odmiana 'Marthe'	Odmiana 'Mauritia'	Odmiana 'Marthe'
Średnie dla czynników					
	W <sub>0</sub>	63,6 b	66,2 b	2,05 b	2,87 b
	W <sub>1</sub>	87,2 a	83,7 a	3,91 a	4,82 a
	NIR <sub>0,05</sub>	4,45	3,08	0,34	0,39
	N <sub>0</sub>	86,3 a	90,2 a	2,89 a	4,09 ab
	N <sub>1</sub>	72,6 b	74,3 b	3,13 a	4,26 a
	N <sub>2</sub>	72,0 b	68,7 c	2,89 a	3,59 bc
	N <sub>3</sub>	70,8 b	66,6 c	3,04 a	3,42 c
	NIR <sub>0,05</sub>	6,29	4,35	0,48	0,55
Współdziałanie deszczowanie × nawożenie					
W <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	78,2 c	84,6 b	2,52 c	3,86 cd
	N <sub>1</sub>	57,2 d	63,4 d	1,99 c	3,12 de
	N <sub>2</sub>	60,3 d	60,6 de	1,84 c	2,43 ef
	N <sub>3</sub>	58,7 d	56,2 e	1,88 c	2,05 f
W <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	94,3 a	95,9 a	3,25 b	4,33 bc
	N <sub>1</sub>	87,9 ab	85,2 b	4,26 a	5,41 a
	N <sub>2</sub>	83,7 bc	76,7 c	3,93 a	4,76 ab
	N <sub>3</sub>	82,8 bc	76,9 c	4,21 a	4,78 ab
	NIR <sub>0,05</sub>	8,89	6,15	0,67	0,78
	Średnie dla odmiany	75,4 a	74,9 a	2,99 b	3,84 a
	NIR <sub>0,05</sub>	2,63		0,25	

Zastosowanie nawożenia azotowego, niezależnie od deszczowania, przyczyniło się do istotnego obniżenia poziomu wyrównania ziarna obu testowanych odmian jęczmienia. Wraz ze wzrostem dawki nawozu azotowego następował spadek wyrównania ziarna z upraw nienawadnianych nawet o 19,5% (odmiana Mauritia) i 28,4% (odmiana Marthe), natomiast z upraw deszczowanych odpowiednio o 11,5% i 19%. Podobne zależności wykazały wcześniejsze badania [Błazewicz i in. 2008], w których stwierdzono, że duże dawki azotu nie sprzyjają tworzeniu plonu o wyrównanym ziarnie, a jedynie umożliwiają roślinie lepszy rozwój wegetatywny, zwiększając liczbę pędów i kłosów. Powodują one

także wzrost plonu, ale ziarno w swej masie może być drobne. W praktyce słodowniczej ważny jest natomiast udział w masie zbożowej ziarna dobrze wykształconego.

Plon ziarna celnego (o grubości  $>2,5$  mm) zależy od wysokości plonu całkowitego oraz wyrównania ziarna określonej odmiany. W technologicznej ocenie przydatności słodowniczej ziarna jęczmienia jest on ważnym wskaźnikiem określającym ilość ziarna nadającego się do słodowania.

Spśród badanych odmian jęczmienia, niezależnie od pozostałych czynników, większą średnio o 28% wysokością plonu ziarna celnego charakteryzowała się odmiana 'Marthe'. Wyniki te potwierdzają spostrzeżenia Pecio [2002], iż nowe odmiany jęczmienia charakteryzują się dużą zmiennością plonowania i wyrównania ziarna.

Deszczowanie spowodowało istotne zwiększenie plonu ziarna celnego. Zwyżka ta wyniosła  $1,89 \text{ t ha}^{-1}$  (odmiana Mauritia) i  $1,95 \text{ t ha}^{-1}$  (odmiana Marthe). Spośród wariantów nawożenia, zastosowana przedsięwzięta dawka azotu  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , przyczyniała się do uzyskania plonu o największym udziale ziaren o grubości  $>2,5$  mm. Podobnie jak w przypadku całkowitego plonu ziarna, zwiększenie dawki azotu z 30 do  $60\text{-}90 \text{ kg ha}^{-1}$ , nie przyniosło oczekiwanego przyrostu plonu użytkowego.

Masa słoðu otrzymanego z jednostki powierzchni wynosiła od 1,44 do  $4,26 \text{ t s.s. ha}^{-1}$  i zależała przede wszystkim od warunków wodnych, zróżnicowanych w wyniku deszczowania oraz od czynnika odmianowego (tab. 2).

Niezależnie od zastosowanych czynników, większą średnio o 29% masą uzyskanego słoðu charakteryzowała się odmiana 'Marthe'. W sezonie wegetacyjnym 2010 średni przyrost masy słoðu pod wpływem zastosowania deszczowania wyniósł 92% (odmiana Mauritia) i 69% (odmiana Marthe). W warunkach bez deszczowania zaobserwowano brak istotnego zróżnicowania masy słoðu z ziarna odmiany 'Mauritia' oraz istotne zmniejszanie masy słoðu z ziarna odmiany 'Marthe' wraz ze wzrostem zastosowanych dawek azotu. Na stanowiskach deszczowanych masa słoðu pozyskanego z jednostki powierzchni uprawnej jęczmienia nawożonego była istotnie wyższa, niż z uprawianego bez nawożenia. Zwiększenie dawki azotu z 30 do  $60\text{-}90 \text{ kg ha}^{-1}$ , nie przyniosło jednak oczekiwanych przyrostów masy.

Wydajność słodowania ziarna jęczmienia z jednostki powierzchni jest uwarunkowana głównie cechami odmianowymi, związanymi z plonem ziarna celnego i skłonnościami danej odmiany do zaniku masy, w formie tzw. ubytków naturalnych. W zależności od zastosowanych czynników wydajność słodowania z jednostki powierzchni wynosiła od 51,6% do 89,1%  $\text{s.s. ha}^{-1}$  (tab. 2). Niezależnie od odmiany oraz poziomu nawożenia, wprowadzenie deszczowania powodowało zwiększenie wydajności procesu w zakresie od 37,5% (odmiana Mauritia) do 27%  $\text{s.s. ha}^{-1}$  (odmiana Marthe). Zastosowanie nawożenia azotowego, z kolei istotnie obniżyło wydajność procesu słodowania ziarna testowanych odmian browarnych jęczmienia jarego.

**Tabela 2.** Masa słoðu (t s.s. ha<sup>-1</sup>) oraz wydajnoœć słoðowania ziarna jęczmienia browarnego (% s.s. ha<sup>-1</sup>)  
**Table 2.** Weight of malt (t d.m. ha<sup>-1</sup>) and malting productivity of brewing barley grain (% d.m. ha<sup>-1</sup>)

Deszczowanie	Nawożenie azotowe	Masa słoðu		Wydajnoœć słoðowania	
		Odmiana 'Mauritia'	Odmiana 'Marthe'	Odmiana 'Mauritia'	Odmiana 'Marthe'
Srednie dla czynników					
	W <sub>0</sub>	1,60 b	2,25 b	58,4 b	61,2 b
	W <sub>1</sub>	3,07 a	3,81 a	80,3 a	77,8 a
	NIR <sub>0,05</sub>	0,36	0,31	4,11	2,86
	N <sub>0</sub>	2,23 a	3,23 ab	78,5 a	83,6 a
	N <sub>1</sub>	2,46 a	3,35 a	67,3 b	68,7 b
	N <sub>2</sub>	2,28 a	2,84 bc	67,0 b	63,9 c
	N <sub>3</sub>	2,37 a	2,70 c	64,6 b	61,7 c
	NIR <sub>0,05</sub>	0,37	0,43	5,82	4,04
Współdziałanie deszczowanie × nawożenie					
W <sub>0</sub>	N <sub>0</sub>	1,95 c	3,03 cd	71,2 c	78,2 b
	N <sub>1</sub>	1,56 c	2,45 de	52,9 d	58,5 d
	N <sub>2</sub>	1,47 c	1,92 ef	56,4 d	56,3 de
	N <sub>3</sub>	1,44 c	1,60 f	53,0 d	51,6 e
W <sub>1</sub>	N <sub>0</sub>	2,51 b	3,42 bc	85,7 a	89,1 a
	N <sub>1</sub>	3,36 a	4,26 a	81,7 ab	79,0 b
	N <sub>2</sub>	3,10 a	3,77 ab	77,6 abc	71,5 c
	N <sub>3</sub>	3,30 a	3,79 ab	76,3 bc	71,8 c
	NIR <sub>0,05</sub>	0,53	0,61	8,22	5,71
	Średnie dla odmiany	2,34 b	3,03 a	69,4 a	69,5 a
	NIR <sub>0,05</sub>	0,20		2,44	

Wstępne wyniki badañ dotycz¹ce zróżnicowania masa słoðu i wydajnoœć procesu słoðowania ziarna jęczmienia z powierzchni 1 ha wskazuj¹, że dziêki zastosowaniu deszczowania nast¹piło pogodzenie wymagañ słoðowni z rolniczymi aspektami uprawy jęczmienia browarnego. Z punktu widzenia słoðowników nie jest waŹny plon ziarna danej odmiany, lecz jedynie jego jakoœć. RozbieŹnoœć celów rolników (maksymalizacja plonu) i słoðowników jest jedn¹ z przyczyn tego, że w Polsce brakuje dobrego jakoœciowo ziarna jęczmienia browarnego.

Jednym z załoŹeñ doœwiadczenia by³a ocena, czy w warunkach deszczowania moŹliwe b¹dzie zastosowanie wyŹszej dawki nawoŹenia niŹ w uprawie tradycyjnej, a zwiêkszone nawoŹenie azotowe przyczyni siê do wzrostu wysokoœci plonów, nie pogarszaj¹c jakoœci ziarna przeznaczonego do przemys³u browarniczego. Wyniki przeprowadzonych analiz nie potwierdzaj¹ powyŹszej teorii, wskazuj¹ jednak na duŹ¹ celowoœć wprowadzenia deszczowania do technologii produkcji jęczmienia browarnego, gdyŹ moŹe przyczyni siê do

rozwiązania wielu problemów surowcowych w sezonach wegetacyjnych z okresami posuchy rolniczej, w zasadniczy sposób pogarszających cechy użytkowe ziarna jęczmienia browarnego. W większości prac innych autorów, nawadnianie również przyczyniało się do poprawy wskaźników przydatności słodowniczej ziarna, w tym do obniżenia zawartości białka ogółem w ziarnie, zwiększało jego masę i celność oraz poprawiało energię kiełkowania [Koszański i wsp. 1995; Nowak i wsp. 2005; Wojtasik 2004].

## PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników jednorocznych badań można wyciągnąć następujące wstępne wnioski:

1. Wyższą przydatnością gospodarczą, określoną na podstawie plonu ziarna celnego oraz masy słoðu i wydajności słodowania, charakteryzowała się browarna odmiana jęczmienia jarego 'Marthe'.

2. Wprowadzenie deszczowania w technologii uprawy jęczmienia browarnego przyczyniło się do zwiększenia plonu ziarna celnego oraz wydajności procesu słodowania z jednostki powierzchni..

3. Optymalny poziom nawożenia azotem deszczowanych upraw jęczmienia browarnego, pod względem wielkości plonu użytecznego ziarna oraz masy uzyskanego słoðu, powinien wynosić 30 kg ha<sup>-1</sup>. Zwiększenie nawożenia do 60-90 kg ha<sup>-1</sup> nie spowodowało istotnego wzrostu masy ziarna celnego i słoðu.

*Pracę wykonano w ramach projektu badawczego PB-0865/B/P01/2009/37 finansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego*

## BIBLIOGRAFIA

- Błażewicz J., Dawidowicz A. *Postępy w słodownictwie*. Materiały XI Szkoły Technologii Fermentacji, Łódź, 2006, s. 48-68.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold A. *Wpływ czasu słodowania ziarna wybranych odmian jęczmienia browarnego na wydajność ekstraktu*. *Fragm. Agron.* 1(97), , 2008, 9-17.
- Davies N. *Malt and malt products*. W: *Brewing. New Technologies*. C.W. Bamforth (red.), CRC Press, Boca Raton 2006.
- Gąsiorowski H. (red.) *Jęczmień – chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1997.
- GUS. *Handel zagraniczny styczeń-grudzień 2008 r.* Warszawa 2009.
- GUS. *Roczniki Statystyki Międzynarodowej 2009*. Warszawa 2010.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Podsiadło C. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na jęczmień browarny i pastewny uprawiany na glebie kompleksu żyniego dobrego*. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, 267, 1995, s. 161-177
- Kukuła S., Pecio A., Górski T. *Związek pomiędzy wskaźnikiem klimatycznego bilansu wodnego a zawartością białka w ziarnie jęczmienia jarego*. *Fragm. Agron.*, 1999, 4, 81-89.



- Nowak L., Chylińska E., Dmowski Z. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem w zróżnicowanej dawce na skład chemiczny ziarna jęczmienia browarnego uprawianego na glebie lekkiej w rejonie Wrocławia*. Acta Sci. Pol., Formatio Circumictus, 4(2), 2005, 69-76
- Pecio A. *Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego*. Fragm. Agronom., 4(76), 2002, s. 4-112.
- Pecio A., Bichoński A. *Reakcja wybranych odmian jęczmienia browarnego na zróżnicowane nawożenie azotem*. Pam. Puł., 142, 2006, s. 333-348.
- Qureshi Z.A., Neibling H. *Response of two-row malting spring barley to water cutoff under sprinkler irrigation*. Agric. Water Manage., 96, 2009, s. 141-148.
- Thompson T.L., Ottman M.J., Riley-Saxton E. *Basal steam nitrate tests for irrigated malting barley*. Agronomy J., 96, 2004, 516-524.
- Wojtasik D. *Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej. Cz. II. Plon i jakość ziarna*. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2004, 3(2), 131-142.
- Zdeb R. *Ocena sytuacji na rynku jęczmienia browarnego oraz słodu w Polsce i na świecie*. Materiały VII Seminarium – Postępy w technologii i analityce piwa, Sobieszewo 2001, s. 17-29.

Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. nadzw.  
Mgr inż. Agnieszka Zembold-Guła  
Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
50-375 Wrocław, ul. C.K. Norwida 25/27  
tel. 71 320 52 37  
e-mail: jozef.blazewicz@wnoz.up.wroc.pl

Prof. dr hab. inż. Jacek Źarski  
Dr inż. Stanisław Dudek  
Dr inż. Renata Kuśmierk-Tomaszewska  
Katedra Melioracji i Agrometeorologii  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6  
tel. 52 3749537  
e-mail: zarski@utp.edu.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Cezary Podsiadło