INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr III/1/2015, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 593–602
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

DOI: http://dx.medra.org/10.14597/infraeco.2015.3.1.047

OCENA EFEKTYWNOŚCI DESZCZOWANIA JĘCZMIENIA JAREGO W ASPEKCIE POPRAWY PRZYDATNOŚCI SŁODOWNICZEJ ZIARNA

Jacek Żarski[1], Józef Błażewicz[2], Stanisław Dudek[1], Renata Kuśmierek-Tomaszewska[1], Agnieszka Geldarska[2]
[1]Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
[2]Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

EVALUATING THE EFFICIENCY OF SPRINKLER IRRIGATION IN SPRING BARLEY IN TERMS OF IMPROVING THE USABILITY OF GRAIN FOR MALTING

Streszczenie

Celem badań była ocena działania i współdziałania deszczowania oraz nawożenia azotem na kształtowanie się wysokości i jakości plonu ziarna jęczmienia jarego browarnej odmiany 'Signora' na glebie lekkiej o podłożu zwięzłym. Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2013-2014 na polu doświadczalnym Katedry Melioracji i Agrometeorologii UTP, zlokalizowanym w Mochełku koło Bydgoszczy. W okresie badań wystąpiły przeciętne potrzeby deszczowania jęczmienia, wynikające przede wszystkim z nierównomiernego rozkładu opadów atmosferycznych w badanych sezonach wegetacyjnych. Sezonowa dawka nawodnieniowa wyniosła średnio 72,5 mm. W badaniach szczególną uwagę zwrócono na cechy jakości ziarna wpływające na jego przydatność słodowniczą. Stwierdzono, że deszczowanie przyczyniło się do istotnej zwyżki plonu ziarna, choć efektywność jednostkowa tego zabiegu była niższa od osiąganej we wcześniejszych doświadczeniach z innymi odmianami. Ziarno jęczmienia pochodzące ze stanowisk deszczowanych zawierało istotnie mniej białka i lepsze wskaźniki wartości słodowniczej, w porównaniu do ziarna roślin nie deszczowanych. Optymalną dawką azotu zarówno w wa-

runkach deszczowania, jak i na stanowiskach nie deszczowanych, było 30 kg·ha^{-1}. Zastosowanie nawożenia pogłównego (wariant N_3) przyczyniło się co prawda do istotnego wzrostu ilości plonu, zwłaszcza w warunkach deszczowania, ale ziarno cechowała najniższa przydatność słodownicza.

Słowa kluczowe: deszczowanie, jęczmień browarny, nawożenie azotem, przydatność słodownicza ziarna

Summary

The aim of this study was to evaluate the effects and interaction of irrigation and nitrogen fertilization on the shape of the quantity and quality of grain yield of malting barley cultivar ‚Signora' cultivated on sandy soil with the concise undersoil. Field experiment was carried out in the years 2013-2014 on the experimental field of the Department of Land Reclamation and Agrometeorology UTP, located in Mochełek near Bydgoszcz. During the study period there were average needs of irrigation in barley, mainly due to the uneven distribution of rainfall in the studied growing seasons. Seasonal irrigation dose averaged 72.5 mm. The research focused on grain quality that affects its suitability for malting. It was found that irrigation resulted in a significant increase in grain yield, although the effectiveness of this treatment per unit was lower than those achieved in previous experiments with other cultivars. Barley grain derived from irrigated plots contained significantly less protein and had better indicators of malting, compared to the grains of plants not irrigated. The optimal dose of nitrogen in both the irrigation conditions and the non-irrigated was 30 kg·ha^{-1}. Admittedly, application of top-dressing (variant N_3) significantly increased the yield, especially within irrigation variants, but the grain had the lowest usefulness for malting.

***Key words**: irrigation, malting barley, nitrogen fertilization, grain suitability for malting process*

WSTĘP

Według badań ośrodka bydgoskiego (Rzekanowski i in. 2011, Żarski i in. 2011) potrzeby deszczowania jęczmienia jarego browarnego występują na glebach lekkich w centralnej części Polski w 77,5% lat. W 12,5% lat są to potrzeby duże wymagające zastosowania co najmniej 120 mm wody, przyczyniającego się do zwyżki plonu ziarna o co najmniej 2,5 t·ha^{-1}. Jednak ważniejszym argumentem niż wzrost ilości plonu, przemawiającym za wprowadzaniem deszczowania do technologii uprawy jęczmienia browarnego, są korzystne zmiany

jakości ziarna obserwowane pod wpływem tego zabiegu. Z dotychczasowych nielicznych badań na ten temat wynika jednoznacznie, że deszczowanie powodowało zmniejszenie zawartości białka ogólnego w ziarnie, zwiększało jego wyrównanie i poprawiało energię kiełkowania (Żarski 2009). Przeprowadzone w późniejszych latach badania, wzbogacone o ocenę innych parametrów jakościowych ziarna browarnych odmian jęczmienia, potwierdziły te korzystne tendencje (Błażewicz i in. 2011, Żarski i in. 2013). Nie badano jednak wpływu deszczowania na technologiczne cechy słodów i brzeczek, z których najważniejsze to ekstraktywność słodu, liczba Kolbacha oraz stopień ostatecznego odfermentowania brzeczki. Są to cechy, które składają się na kompleksową ocenę przydatności słodowniczej ziarna według zasad Molina-Cano, stosowanych także przez Europejską Unię Browarniczą – EBC oraz COBORU. Ocenę zróżnicowania tych cech przeprowadzano w Polsce głównie pod wpływem nawożenia azotem (Błażewicz i in. 2013, Dubis i in. 2012, Liszewski i in. 2012). W strefach klimatycznych, w których nawadnianie odgrywa podstawową rolę plonotwórczą, wykazano korzystny wpływ tego zabiegu na wymienione cechy wartości przetwórczej ziarna (Verma i in. 2003).

Celem badań była ocena działania oraz współdziałania deszczowania i nawożenia azotem na kształtowanie się wysokości i jakości plonu ziarna jęczmienia jarego browarnej odmiany ‘Signora’, ze szczególnym uwzględnieniem cech składających się na syntetyczną ocenę jakości słodowniczej (kompleksowy wskaźnik Q według Molina-Cano). Badania przeprowadzono w warunkach glebowych typowych dla uprawy jęczmienia, na których deszczowanie spełnia rolę nie podstawowego lecz interwencyjnego, uzupełniającego ewentualne niedobory wodne, zabiegu agrotechnicznego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pobrano z ścisłego doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonach wegetacyjnych 2013-2014 na polu doświadczalnym Katedry Melioracji i Agrometeorologii UTP, zlokalizowanym w Mochełku koło Bydgoszczy. Obiektem badań była odmiana browarna jęczmienia jarego ‘Signora’. Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej właściwej, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVa i kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego. Pod względem stopnia zwięzłości jest to gleba lekka na podłożu zwięzłym (piasek słabo gliniasty na płytko zalegającej glinie średniej).

Dwuczynnikowy eksperyment polowy wykonano metodą losowanych podbloków w układzie split-plot w czterech replikacjach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m^2. Pierwszym czynnikiem było deszczowanie w dwóch wariantach: W_0 – bez deszczowania, W_1 – deszczowanie zapewniające w korzeniowej warstwie gleby zapas wody łatwo dostępnej dla jęczmienia w całym

okresie wegetacji. Termin nawodnień ustalano na podstawie metody bilansowej Drupki (1976), monitorując wilgotność gleby na podstawie danych meteorologicznych z oddalonego ok. 500 m punktu pomiarowego. Drugim czynnikiem doświadczenia było nawożenie azotem w czterech wariantach: N_0 – bez nawożenia (obiekty kontrolne), N_1 – nawożenie przedsiewne 30 kg·ha^{-1}, N_2 – nawożenie przedsiewne 60 kg·ha^{-1}, N_3 – nawożenie 90 kg·ha^{-1} (przedsiewnie 60 kg ·ha^{-1} oraz pogłównie 30 kg ·ha^{-1}). Uprawę prowadzono według zasad poprawnej agrotechniki. Plon zbierano kombajnem poletkowym, przeliczono wyniki na 1 ha, uwzględniając 15% wilgotność ziarna.

Analizy technologiczne ziarna wykonano w laboratorium Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w próbach zbiorczych, w 3 replikacjach. Oznaczenie wyrównania ziarna wykonano przy użyciu Sortimatu firmy Pfeiffer Mess und Prüfgeräte. Zawartość białka w ziarnie oznaczono stosując transmisyjny pomiar w bliskiej podczerwieni w urządzeniu Infratec 1241 (Grain Analyzer firmy Foss). Z ziarna jęczmienia browarnego pochodzącego z sezonów 2013 i 2014 wyprodukowano w warunkach laboratoryjnych 5 – dniowe słody typu pilzneńskiego. Mikrosłodowanie przebiegało w pięciu etapach: przygotowanie prób, moczenie ziarna, kiełkowanie ziarna, suszenie słodów oraz odkiełkowywanie słodów (usuwanie korzonków zarodkowych). Ocena słodów polegała na oznaczeniu ekstraktywności słodu oraz liczby Kolbacha. Następnie ze słodów przygotowano brzeczki laboratoryjne metodą zacierania kongresowego przy użyciu zaciernicy typu LB12 Elektronic (firmy HB Labotech), oznaczając zawartość ekstraktu w brzeczce potrzebną do określenia ekstraktywności słodu i zawartość produktów hydrolizy enzymatycznej białek wymaganych przy obliczeniach liczby Kolbacha oraz stopień ostatecznego odfermentowania brzeczek. Wszystkie analizy i obliczenia wykonano zgodnie z analityką opracowaną przez Europejską Unię Browarniczą (Analytica EBC 1998).

Obliczenia statystyczne badanych cech wykonano stosując analizę wariancji dwuczynnikowego doświadczenia polowego w układzie zależnym z wykorzystaniem testu Tukey'a, badając osobno zróżnicowanie cech w sezonach wegetacji, pod wpływem deszczowania, pod wpływem nawożenia azotem oraz współdziałania wody i azotu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W objętych badaniami sezonach wegetacyjnych 2013 i 2014 r. wystąpiły średnie potrzeby deszczowania jęczmienia browarnego, wymagające zastosowania 3-4 dawek nawodnieniowych w łącznej wysokości odpowiednio 60 i 85 mm (tab.1). Nieco wyższe potrzeby w 2014 r. wynikały z większej liczby dni z wyczerpanym zapasem wody łatwo dostępnej w warstwie gleby o kontrolowa-

nym uwilgotnieniu, który stwierdzono także w I dekadzie lipca. Ogólnie jednak, mimo zróżnicowania ilości opadów w okresie krytycznym, oba sezony wegetacyjne pod względem potrzeb deszczowania nie różniły się zasadniczo. W obu sezonach deszczowanie prowadzono głównie w II i III dekadzie czerwca oraz w I dekadzie lipca.

Tabela 1. Opady atmosferyczne w dekadach okresu deszczowania jęczmienia jarego w latach 2013-2014 oraz zastosowane dawki nawodnieniowe
Table 1. Precipitation in decades of the irrigation period of spring barley in the years 2013-2014 and the applied doses of irrigation

Rok	Dekady okresu deszczowania jęczmienia jarego						
	II dekada maja	III dekada maja	I dekada czerwca	II dekada czerwca	III dekada czerwca	I dekada lipca	Łacznie
Opady atmosferyczne (mm)							
2013	9,1	64,6	5,8	0,0	43,5	35,0	158,0
2014	10,6	23,0	10,2	12,0	22,7	14,4	92,9
Liczba dni z wyczerpanym zapasem wody łatwo dostępnej w warstwie korzeniowej jęczmienia jarego na stanowiskach nie nawadnianych							
2013	0	0	0	8	4	0	12
2014	0	0	1	8	4	5	18
Dawki nawodnieniowe (mm)							
2013	-	-	-	20	20	20	60
2014	-	20	-	25	20	20	85

Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

Porównując cechy jęczmienia browarnego w sezonach wegetacyjnych (tab.2) można stwierdzić, iż w drugim roku badań uzyskano istotnie wyższe plony ziarna, które cechowała ponadto mniejsza zawartość białka ogólnego. Podobne wyniki dotyczące porównania plonowania odmian w latach 2013 i 2014 uzyskano w doświadczeniach porejestrowych COBORU (2014). Pozostałe parametry jakościowe nie różniły się istotnie w sezonach wegetacji, przy czym ich wartości wskazują na ogólnie bardzo dobrą i dobrą przydatność słodowniczą surowca. Szczególnie wysokie wartości dotyczyły najważniejszej cechy – decydującej w 40% o sumarycznej wartości browarnej ziarna – ekstraktywności słodu, klasyfikując otrzymane słody do najwyższej oceny w skali 9-stopniowej (powyżej 84,3% s.s.). Podobna korzystna klasyfikacja dotyczyła w 2014 r. liczby Kolbacha (powyżej 45,8%).

Tabela 2. Wpływ sezonu wegetacji na badane cechy jęczmienia browarnego
Table 2. Effect of the growing season on tested features of malting barley

Sezon wegetacyjny	Wysokość całkowitego plonu ziarna	Wyrównanie ziarna > 2,5 mm	Zawartość białka w ziarnie	Ekstraktywność 5-dniowych słodów	Liczba Kolbacha 5 – dniowych słodów	Stopień ostatecznego odfermentowania brzeczek
	$t \cdot ha^{-1}$	%	% s.s.	% s.s.	%	%
2013	5,29	98,7	11,43	85,2	43,5	82,5
2014	7,72	97,5	10,65	85,1	46,1	82,3
$NIR_{0,05}$	0,24	r.n.	0,77	r.n.	r.n.	r.n.

Źródło: Opracowanie własne; r.n. – różnica nieistotna
Source: Own elaboration; r.n. – the difference not significant

Tabela 3. Wpływ deszczowania na badane cechy jęczmienia browarnego
Table 3. Effect of sprinkler irrigation on tested features of malting barley

Warianty wodne	Wysokość całkowitego plonu ziarna	Wyrównanie ziarna > 2,5 mm	Zawartość białka w ziarnie	Ekstraktywność 5-dniowych słodów	Liczba Kolbacha 5 – dniowych słodów	Stopień ostatecznego odfermentowania brzeczek
	$t \cdot ha^{-1}$	%	% s.s.	% s.s.	%	%
W_0	6,25	97,9	11,50	84,9	43,8	82,2
W_1	6,76	98,4	10,57	85,5	45,7	82,6
$NIR_{0,05}$	0,37	r.n.	0,85	r.n.	r.n.	r.n.

Źródło: Opracowanie własne; r.n. – różnica nieistotna
Source: Own elaboration; r.n. – the difference not significant

Pod wpływem deszczowania, niezależnie od poziomu nawożenia azotem, stwierdzono istotny wzrost plonu ziarna o 0,51 $t \cdot ha^{-1}$, tj. o 8,2%. Efektywność jednostkowa wyniosła 7,0 $kg \cdot ha^{-1} \cdot mm^{-1}$. Wskaźniki efektywności produkcyjnej deszczowania były niższe od uzyskiwanych w poprzednich latach (Żarski 2009, Żarski i in. 2011, Błażewicz i in. 2011, Żarski i in. 2013), jednak wówczas występowały sezony wegetacyjne o dużych potrzebach deszczowania. Zgodne z dotychczasowymi ustaleniami były za to rezultaty dotyczące korzystnego wpływu deszczowania na cechy jakościowe ziarna. Ze stanowisk deszczowanych otrzymano bowiem ziarno o mniejszej istotnie zawartości białka oraz cechujące się tendencją do większego udziału frakcji > 2,5mm. Deszczowanie nie wpłynęło co prawda istotnie na badane cechy przydatności słodowniczej, jednak

w każdym przypadku wystąpiła tendencja do poprawy wartości przetwórczej surowca (tab.3).

Tabela 4. Wpływ nawożenia azotem na badane cechy jęczmienia browarnego
Table 4. Effect of nitrogen fertilization on tested features of malting barley

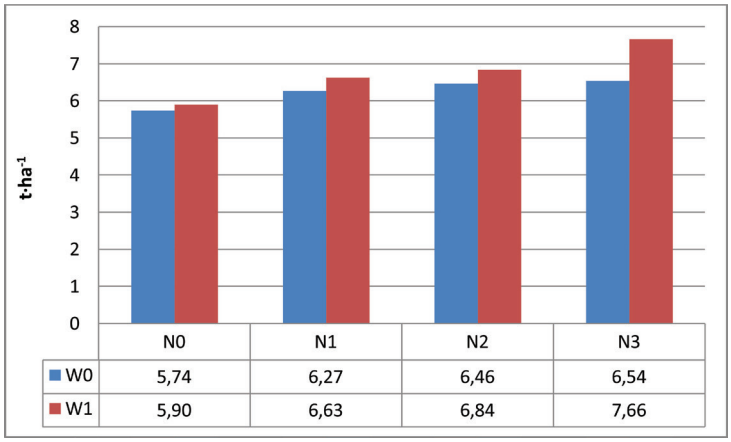
Warianty nawozowe	Wysokość całkowitego plonu ziarna	Wyrównanie ziarna > 2,5 mm	Zawartość białka w ziarnie	Ekstraktywność 5-dniowych słodów	Liczba Kolbacha 5 – dniowych słodów	Stopień ostatecznego odfermentowania brzeczek
	$t \cdot ha^{-1}$	%	% s.s.	% s.s.	%	%
N_0	5,82	98,0	10,50	85,8	45,7	82,0
N_1	6,45	98,5	10,40	85,9	45,0	82,7
N_2	6,65	97,9	10,55	85,1	44,6	82,9
N_3	7,10	98,1	12,70	83,9	43,8	81,8
$NIR_{0,05}$	0,61	r.n.	1,41	1,4	r.n.	r.n.

Źródło: Opracowanie własne; r.n. – różnica nieistotna
Source: Own elaboration; r.n. – the difference not significant

Nawożenie azotem, niezależnie od wariantu wodnego, działało istotnie także na wysokość plonu ziarna oraz zawartość białka (tab.4). Zastosowanie 30 kg azotu na 1 ha spowodowało wzrost plonu ziarna o 0,63 $t \cdot ha^{-1}$ (10,8%), a pod wpływem najwyższej dawki azotu, aplikowanej w 1/3 pogłównie, plon ten wzrósł o 1,28 $t \cdot ha^{-1}$ (22,0%), w stosunku do obiektu kontrolnego. Jednak zwiększenie nawożenia azotem do poziomu N_3 jednoznacznie przyczyniło się do obniżenia jakości ziarna, przede wszystkim ze względu na istotnie większą zawartość białka oraz istotnie mniejszą ekstraktywność 5-dniowych słodów. Podobne wnioski na podstawie wieloletnich badań wyciągnęli Błażewicz i in. (2013) oraz Liszewski i in. (2012). Z kolei Dubis i in. (2012) nie wykazali pogorszenia jakości słodowniczej ziarna na skutek zwiększenia dawki azotu.

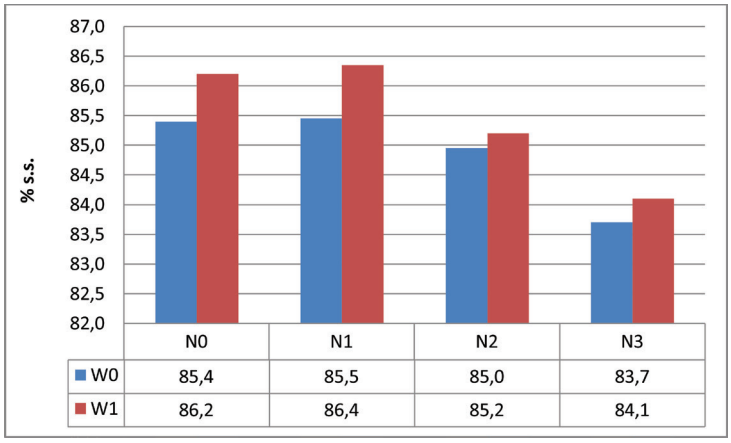
Istotne współdziałanie deszczowania i nawożenia azotem w kształtowaniu badanych cech jęczmienia jarego odmiany ‘Signora’ wykazano w przypadku wysokości plonu ziarna (rys.1) oraz ekstraktywności 5-dniowych słodów (rys.2). Z analizy zmienności tych cech wynika, że optymalnym poziomem nawożenia azotem, zarówno w warunkach deszczowania jak i na stanowiskach nie deszczowanych, była dawka 30 $kg \cdot ha^{-1}$ w całości stosowana przedsiewnie. 5-dniowe słody otrzymane z ziarna roślin nawożonych tą dawką cechowały się bowiem najwyższą ekstraktywnością, a plon ziarna, zwłaszcza roślin nie deszczowanych, nie odbiegał istotnie od wysokości plonu roślin nawożonych azotem w ilości 60 i 90 $kg \cdot ha^{-1}$. Podobny wniosek wyciągnięto na podstawie wcześniejszych rezultatów badań, prowadzonych w tym samym miejscu, ale z innymi odmianami

browarnymi jęczmienia – ‘Poldek’, ‘Marthe’ i ‘Mauritia’ (Błażewicz i in. 2011, Żarski i in. 2011, Żarski i in. 2013).



Rysunek 1. Współdziałanie deszczowania i nawożenia azotem w kształtowaniu wysokości całkowitego plonu ziarna jęczmienia browarnego odmiany ‘Signora’ (średnio 2013-2014)

Figure 1. Interaction of sprinkler irrigation and nitrogen fertilization in shaping the total quantity of grain yield of malting barley cultivar ‘Signora’ (average of 2013-2014)



Rysunek 2. Współdziałanie deszczowania i nawożenia azotem w kształtowaniu ekstraktywności 5-dniowych słodów jęczmienia browarnego odmiany ‘Signora’ (średnio 2013-2014)

Figure 2. Interaction of sprinkler irrigation and nitrogen fertilization in the formation of 5-day extractives of malt from malting barley ‘Signora’ (average of 2013-2014)

WNIOSKI

1. Spośród badanych cech jęczmienia browarnego istotnemu zróżnicowaniu w sezonach wegetacyjnych i pod wpływem czynników doświadczania podlegała wysokość całkowitego plonu ziarna oraz zawartość białka w ziarnie.
2. Deszczowanie przyczyniło się do istotnej zwyżki plonu ziarna, choć efektywność jednostkowa tego zabiegu była znacznie niższa od osiąganej w doświadczeniach prowadzonych w latach 2006-2012 z innymi odmianami. Ziarno pochodzące ze stanowisk deszczowanych zawierało istotnie mniej białka i miało lepsze wskaźniki wartości słodowniczej, w porównaniu do ziarna roślin nie deszczowanych.
3. Biorąc pod uwagę ilość i jakość plonu ziarna, optymalną dawką azotu zarówno w warunkach deszczowania, jak i na stanowiskach nie deszczowanych, było 30 $kg \cdot ha^{-1}$. Zastosowanie nawożenia pogłównego (wariant N_3) przyczyniło się, co prawda do istotnego wzrostu ilości plonu, zwłaszcza w warunkach deszczowania, ale ziarno cechowała najniższa przydatność słodownicza.

LITERATURA

Analytica – EBC, 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag. Nurnberg.

Błażewicz J., Zembold-Guła A., Żarski J., Dudek S., Kuśmierek-Tomaszewska R., 2011. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem w technologii uprawy jęczmienia browarnego na wydajność procesu słodowania – wstępne wyniki badań*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 6, 109-117.

Błażewicz J., Liszewski M., Zembold-Guła A., Kozłowska K., Szwed Ł., 2013. *Liczba Kolbacha jako ważny wskaźnik wartości przetwórczej ziarna jęczmienia browarnego.* Fragm. Agron., 30(3), 46-53.

COBORU, 2014. *Wstępne wyniki plonowania odmian*. Zboża jare. Słupia Wielka.

Dubis B., Hłasko-Nasalska A., Hulanicki P., 2012. *Yield and malting quality of spring barley cultivar Prestige depending on nitrogen fertilization.* Acta Sci. Pol., Agricultura, 11(3), 45-56.

Drupka S., 1976. *Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni.* PWRiL Warszawa.

Liszewski M., Błażewicz J., Zembold-Guła A., Szwed Ł., Kozłowska K., 2012. *Wpływ sposobu nawożenia azotem na ekstraktywność słodu jęczmiennego.* Fragm. Agron. 29(1), 93–104.

Rzekanowski C., Żarski J., Rolbiecki S. 2011. *Potrzeby, efekty i perspektywy nawadniania roślin na obszarach szczególnie deficytowych w wodę.* Postępy Nauk Rolniczych, 1, 51-63.

Verma R.P.S., Sharma R.K., Nagarajan S., 2003. *Influence of nitrogen and irrigation on malt and wort quality in barley.* Cereal Research Communications, vol. 31, 3-4, 437-444.

Żarski J., 2009. *Efekty nawadniania roślin zbożowych w Polsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 29-42.

Żarski J., Dudek S., Kuśmierek-Tomaszewska R., 2011. *Potrzeby deszczowania jęczmienia browarnego w zależności od rodzaju gleby.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 5, 203-214.

Żarski J., Dudek S., Kuśmierek-Tomaszewska R., Błażewicz J., Zembold-Guła A., 2013. *Ocena wpływu deszczowania i nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu dwóch odmian jęczmienia browarnego*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 2/I, 77-92.

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

Dr hab. inż. Józef Błażewicz, prof. nadzw. UP
Mgr inż. Agnieszka Geldarska
Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Wydział Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wpłynęło: 16.01.2015
Akceptowano do druku: 25.06.2015