INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 203–214
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Renata Kuśmierek-Tomaszewska

POTRZEBY DESZCZOWANIA JĘCZMIENIA BROWARNEGO W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU GLEBY

NEEDS OF SPRINKLER IRRIGATION IN PRODUCTION OF MALTING BARLEY DEPENDING ON THE TYPE OF SOIL

Streszczenie

W pracy oszacowano potrzeby interwencyjnego deszczowania jęczmienia jarego browarnego i zobrazowano ich dużą zmienność czasową. Zastosowano oryginalną metodę badawczą, bazującą na wynikach wieloletnich ścisłych doświadczeń polowych. Doświadczenia te prowadzono na obszarze szczególnie deficytowym w wodę (rejon Bydgoszczy) na dwóch rodzajach gleb: bardzo lekkiej na podłożu przepuszczalnym oraz lekkiej na podłożu zwięzłym. Łącznie przeprowadzono 17 eksperymentów jednorocznych, w trzech cyklach wieloletnich, obejmujących 13 sezonów wegetacyjnych.

Wykazano istotną zależność wysokości plonów ziarna na stanowiskach nie deszczowanych oraz przyrostów plonów ziarna pod wpływem deszczowania od wysokości opadów atmosferycznych w okresie wzmożonych potrzeb wodnych jęczmienia, obejmującym miesiące maj i czerwiec. Na podstawie analizy tych zależności oraz sum opadów maja i czerwca w latach 1971-2010 stwierdzono, że duże potrzeby deszczowania jęczmienia, wymagające zastosowania co najmniej 5 dawek nawodnieniowych (sumarycznie co najmniej 100-120 mm wody), występują w rejonie Bydgoszczy na glebie bardzo lekkiej w 30%, a na lekkiej w 12,5% lat. Zastosowanie deszczowania prowadzi w tych latach do znaczącego wzrostu plonów ziarna jęczmienia, wynoszącego co najmniej 2,50 $t \cdot ha^{-1}$. W aktualnych uwarunkowaniach ekonomicznych, wartość nawet tak wysokich efektów produkcyjnych deszczowania nie zapewnia opłacalności stosowania tego zabiegu. Argument przemawiający za celowością wprowadzenia deszczowania do technologii uprawy jęczmienia browarnego mogą stanowić korzystne zmiany jakości ziarna. W doświadczeniach wykazano, że deszczowanie spowodowało nie tylko wzrost i stabilizację wysokości plonu ziarna, ale przede wszystkim przyczyniło się do pozyskiwania surowca spełniającego kryteria przydatności browarnej, niezależnie od występujących w sezonie wegetacyjnym niedoborów opadów atmosferycznych.

Słowa kluczowe: jęczmień browarny, deszczowanie, opady atmosferyczne, rodzaj gleby

Summary

The study estimated the needs of emergency irrigation in malting barley and illustrated their high temporal variability. The original test method, based on the results of many years of field experiments was used. Experiments were carried out in the area of particular deficit in the water (region of Bydgoszcz) on two soil types: very light with a drained subsoil and light with a dense subsoil. A total of 17 annual experiments were carried out, in three multi-year cycles, involving 13 growing seasons.

There was a significant correlation between grain yield at a non-irrigated plots, and increases in grain yield under the influence of irrigation and the amount of precipitation during the period of increased water needs of barley, including the months May and June. Based on the analysis of these relationships and the total rainfall in May and June in the years 1971-2010, it was found that the great barley irrigation needs, requiring the use of at least 5 doses of irrigation (in total at least 100-120 mm of water) are found in the region of Bydgoszcz on the very light soil in 30% and on the light soil in 12.5% of the years. The use of irrigation in these years leads to a significant increase in grain yield of barley, of at least 2.50 t.ha^{-1}. In the current economic conditions, the value of even such high-production effects of sprinkler irrigation does not provide a cost-effectiveness of this treatment. An argument for the desirability of the introduction of irrigation for growing malting barley technology can be a beneficial change of grain quality. The experiments showed that irrigation resulted in not only the growth and stability of grain yield, but also contributed to the gathering of raw material that meets the criteria of suitability for brewing, regardless of the existing shortages of precipitation in the growing season.

Key words: *malting barley, sprinkler irrigation, precipitation, soil type*

WSTĘP

Plonowanie jęczmienia browarnego zależy w dużym stopniu od warunków klimatycznych i glebowych. Głównym czynnikiem ograniczającym jego produkcję w Polsce jest zmienność czasowa opadów atmosferycznych, skutkująca pojawiającymi się nieregularnie okresami suszy atmosferycznej i rolniczej. Jak wykazały badania Dudka i in. [2009], w rejonie centralnej Polski w dziesięcioleciu 1996-2005, odnotowano w okresie wzmożonych potrzeb wodnych zbóż jarych uprawianych na glebach piaszczystych, 13-15 posuch rolniczych, w zależności od rodzaju gleby. Dominowały posuchy umiarkowane (ciąg 7-13 dni braku wody łatwo dostępnej dla roślin w korzeniowej warstwie gleby). Posuchy intensywne (ciąg 14-20 dni) i bardzo intensywne (ciąg powyżej 20 dni) stanowiły 21% ogólnej liczby okresów posusznych.

Długotrwała susza w czasie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę wpływa ujemnie na wartość browarną jęczmienia, gdyż obok obniżki plonu ziarna przyczynia się do zwiększonej zawartości białka i łuski w ziarnie, zmniejszając jego celność oraz ekstraktywność słodu. Dlatego jęczmień browarny zale-

ca się uprawiać na glebach żyznych i zwięzłych, należących do kompleksu pszennego bardzo dobrego i pszennego dobrego oraz na glebach średnich, na których ujemne skutki długotrwałych posuch są mniejsze, w porównaniu do gleb lekkich i bardzo lekkich [Budzyński, Szempliński 2003; Noworolnik 2007; Pecio 2002].

Zabiegiem agromelioracyjnym przeciwdziałającym ujemnym skutkom występowania posuch rolniczych jest nawadnianie roślin. Mimo aktualnego regresu i ograniczeń wynikających z niekorzystnych uwarunkowań ekonomicznych i wielkości źródeł wody dyspozycyjnej, nawadnianie roślin w Polsce, jako jeden z elementów gospodarowania wodą w rolnictwie, wydaje się rozwiązaniem przyszłościowym. Do czynników przyspieszających rozwój nawodnień, obok podnoszenia wydajności produkcji roślinnej i zapewnienia stabilnych plonów o dobrej jakości, zaliczyć można potrzebę wzrostu nowoczesności i konkurencyjności gospodarstw rolniczych oraz przewidywane zmiany klimatyczne [Łabędzki 2009; Rzekanowski i in. 2010].

Z dotychczasowych badań nad potrzebami i efektami zastosowania deszczowania w uprawie roślin uprawy polowej, w tym zbóż, wynika, że w Polsce jest ono ze względów środowiskowych uzasadnione przede wszystkim na obszarach szczególnie deficytowych w wodę, obejmujących gleby lekkie zlokalizowane w strefach o najmniejszych przeciętnych opadach atmosferycznych w sezonie wegetacji [Borówczak 2009; Dzieżyc, Nowak 1993; Karczmarczyk 1999; Żarski 2006].

W niniejszej pracy dokonano syntezy badań własnych z nawadnianiem deszczownianym browarnych odmian jęczmienia jarego, prowadzonych na dwóch rodzajach gleb piaszczystych w rejonie Bydgoszczy. Jej celem było znalezienie zależności między ilością opadów atmosferycznych w okresie wzmożonych potrzeb wodnych roślin a wysokością plonów ziarna oraz efektami produkcyjnymi deszczowania, wyrażonymi przyrostami plonu i zmianami wskaźników jego jakości, ważnych dla przemysłu browarniczego. Założono, że opracowane na podstawie wieloletnich ścisłych eksperymentów polowych formuły, pozwolą na opracowanie zmienności czasowej potrzeb i związanych z nimi efektów zastosowania deszczowania jęczmienia browarnego na obszarach szczególnie deficytowych w wodę, umożliwiając prognozowanie i programowanie nawodnień.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły wyniki ścisłych eksperymentów polowych z deszczowaniem browarnych odmian jęczmienia jarego, wykonanych na dwóch polach doświadczalnych Katedry Melioracji i Agrometeorologii Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w rejonie Bydgoszczy oraz wyniki standardowych pomiarów opadów atmosferycznych, prowadzonych w miejscach badań. Doświadczenia te prowadzono na dwóch rodzajach gleb: bardzo lekkiej na pod-

łożu przepuszczalnym (miejscowość Kruszyn Krajeński – φ=53^{0}05', λ=17^{0}52', h=70m npm) oraz lekkiej na podłożu zwięzłym (miejscowość Mochle – φ=53^{0}13', λ=17^{0}51', h=98,5m npm). Łącznie przeprowadzono 17 eksperymentów jednorocznych, w trzech cyklach wieloletnich, obejmujących 13 sezonów wegetacyjnych (tab.1), różniących się wysokością opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca (od 27 do 178mm), a tym samym ilością wody zastosowanej za pomocą deszczowni (od 0 do 183mm).

Tabela 1. Wykaz doświadczeń z deszczowaniem browarnych odmian jęczmienia browarnego
Table 1. List of field experiments with irrigation in malting barley cultivars

Nr	Sezon wegetacyjny	Odmiana	Opady w okresie V-VI (mm)	Dawka nawodnieniowa (mm)
Gleba bardzo lekka na podłożu przepuszczalnym – Kruszyn Krajeński				
1	1987	Grit	102	75
2	1988	Grit	105	135
3	1989	Grit	52	183
4	1990	Grit	80	157
5	1991	Grit	143	80
6	2000	Brenda	55	135
7	2001	Brenda	79	70
8	2002	Brenda	94	75
9	2000	Rudzik	55	135
10	2001	Rudzik	79	70
11	2002	Rudzik	94	75
Gleba lekka na podłożu zwięzłym – Mochle				
12	2006	Poldek	82	90
13	2007	Poldek	178	30
14	2008	Poldek	27	180
15	2009	Mauritia	143	0
16	2010	Marthe	110	105
17	2010	Mauritia	110	105

Drugim czynnikiem w przeprowadzonych doświadczeniach było zróżnicowane nawożenie azotowe, w dwóch lub czterech wariantach. W niniejszej pracy uwzględniono średnie wyniki poszczególnych cech roślin, uzyskane w warunkach przeciętnego nawożenia w ilości 45 kg N·ha^{-1}. Szczegółowy opis doświadczeń, których wyniki są przedmiotem syntezy zamieszczono we wcześniejszych pracach własnych [Żarski 1992; Żarski, Dudek 2005; Żarski i in. 2009].

Glebę pola doświadczalnego w Kruszynie Krajeńskim stanowiła czarna ziemia zbrunatniała z poziomem orno-próchnicznym o miąższości 29 cm i uziarnieniu piasku słabo gliniastego. Pod nim (do 43cm) występował poziom przejściowy, zalegający na skale macierzystej o uziarnieniu piasku luźnego.

Gleba charakteryzuje się bardzo małą zdolnością do retencjonowania wody. W całym profilu (0-150cm) zapas wody przy stanie polowej pojemności wodnej wynosi zaledwie 79,3mm, w tym zapas wody dostępnej 53,8 mm, a w warstwie gleby o kontrolowanym uwilgotnieniu (poziom orno-próchniczny) odpowiednio 27,8 i 15,9 mm [Rolbiecki i in. 2007].

Glebę pola doświadczalnego w Mochlu stanowiła gleba płowa typowa wytworzona z piasków fluwioglacjalnych na płytko zalegającej glinie średniej, zaklasyfikowana do klasy bonitacyjnej IV a i kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego. Pod względem stopnia zwięzłości jest to gleba lekka na podłożu zwięzłym. Zawartość części spławianych w warstwie 0-50 cm wynosi 18%, a w warstwie 51-100 cm 46%. Zapas wody w 1 m warstwie gleby przy stanie polowej pojemności wodnej wynosi 215 mm.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

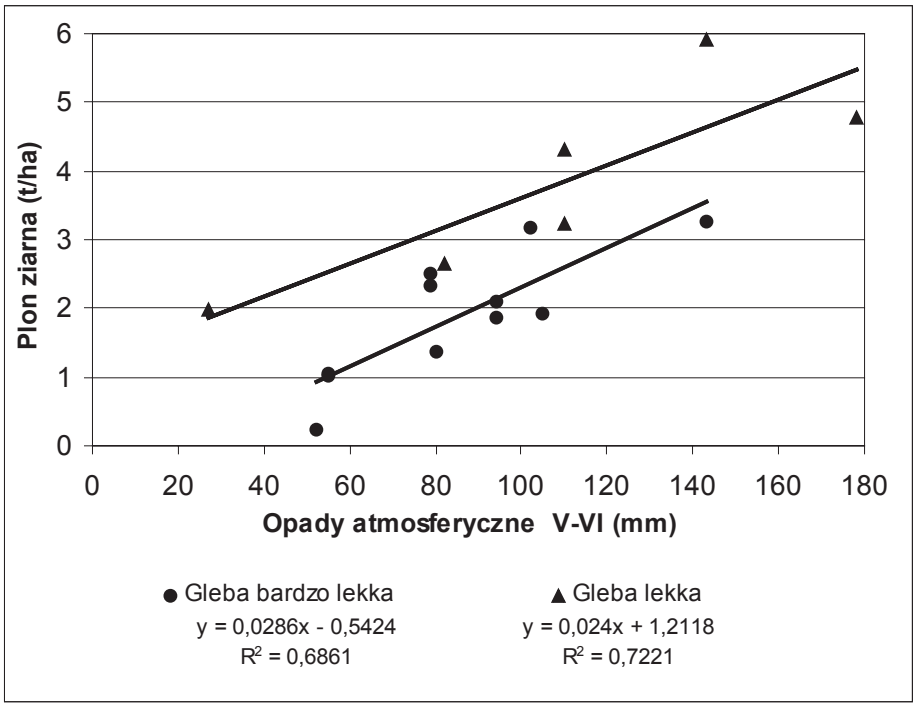
Wysokość plonów ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego, uprawianego bez deszczowania, wahała się od 0,24 do 5,90 $t \cdot ha^{-1}$, w zależności od roku przeprowadzenia doświadczenia oraz rodzaju gleby (tab. 2). Średni plon nie nawadnianych roślin na glebie bardzo lekkiej wynosił 1,89 $t \cdot ha^{-1}$, a zakres wahań sezonowych opisany współczynnikiem zmienności kształtował się na poziomie 49,8%. W warunkach uprawy jęczmienia na glebie lekkiej, średni plon ziarna wynosił 3,81 $t \cdot ha^{-1}$ i był ponad dwukrotnie wyższy niż uzyskany na glebie bardzo lekkiej, przy mniejszym współczynniku zmienności (38,3%).

Plony ziarna nie deszczowanego jęczmienia na obu rodzajach gleb zależały istotnie od ilości opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca, odpowiadającym okresowi wzmożonych potrzeb wodnych zbóż (rys.1). Silniejszą korelację stwierdzono w przypadku gleby lekkiej (R^2= 0,72), w porównaniu z bardzo lekką (R^2=0,69). Z przekształcenia równania regresji wynika, że każdy milimetr opadu atmosferycznego w okresie wymienionych dwóch miesięcy, zwiększał plon ziarna jęczmienia uprawianego na glebie bardzo lekkiej o 28,6 $kg \cdot ha^{-1}$, przy czym przy opadach mniejszych od 20mm plon byłby zerowy. Z kolei na glebie lekkiej, produktywność opadów atmosferycznych w kształtowaniu wysokości plonu ziarna była mniejsza (24,0 $kg \cdot ha^{-1} \cdot mm^{-1}$) niż na glebie bardzo lekkiej, jednak nawet przy całkowitym braku opadów w maju i w czerwcu, plon ziarna w tych warunkach glebowych wynosiłby 1,21 $t \cdot ha^{-1}$. Porównywalny poziom plonowania na glebie bardzo lekkiej był możliwy dopiero przy opadach atmosferycznych, wynoszących około 60mm w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę.

Tabela 2. Plony ziarna jęczmienia browarnego w zależności od czynnika wodnego oraz efekty deszczowania
Table 2. Malting barley grain yield, depending on the water factor and the effects of irrigation

Nr doświadczenia	Bez deszczowania t·ha^{-1}	Z deszczowaniem t·ha^{-1}	Przyrost plonu ziarna t·ha^{-1}	Przyrost plonu ziarna kg·ha^{-1}·mm
Gleba bardzo lekka na podłożu przepuszczalnym – Kruszyn Krajeński				
1	3,17	4,15	0,98	13,1
2	1,93	3,24	1,31	9,7
3	0,24	3,10	2,86	15,6
4	1,38	4,07	2,69	17,1
5	3,26	3,85	0,59	7,4
6	1,06	3,52	2,46	18,2
7	2,50	4,97	2,47	35,3
8	1,86	4,09	2,23	29,7
9	1,01	3,72	2,71	20,1
10	2,32	4,39	2,07	29,6
11	2,10	4,42	2,32	30,9
Średnio	**1,89**	**3,96**	**2,06 [109%]**	**19,1**
Współczynnik zmienności	49,8%	13,9%	-	-
Gleba lekka na podłożu zwięzłym – Mochle				
12	2,64	5,32	2,68	29,8
13	4,79	5,03	0,24	8,0
14	1,98	5,37	3,39	18,8
15	5,90	5,90	0	0
16	3,23	4,52	1,29	12,3
17	4,30	5,82	1,52	14,5
Średnio	**3,81**	**5,33**	**1,52 [40%]**	**17,9**
Współczynnik zmienności	38,3%	9,6%	-	-

Zastosowanie deszczowania w uprawie browarnych odmian jęczmienia jarego zwiększało i stabilizowało wysokość plonów ziarna. Na glebie bardzo lekkiej przeciętny plon roślin deszczowanych wynosił 3,96 t·ha^{-1}, a współczynnik zmienności zmniejszył się z 49,8 do 13,9% (tab. 2). Na glebie lekkiej średnio uzyskano 5,33 t ziarna z 1 ha, przy wahaniach sezonowych plonu wyrażonych współczynnikiem zmienności rzędu 9,6%. Warto zauważyć, że wysokość plonu ziarna jęczmienia deszczowanego na glebie bardzo lekkiej (3,96 t·ha^{-1}) była porównywalna z plonem nie deszczowanego jęczmienia na glebie lekkiej (3,81 t·ha^{-1}).

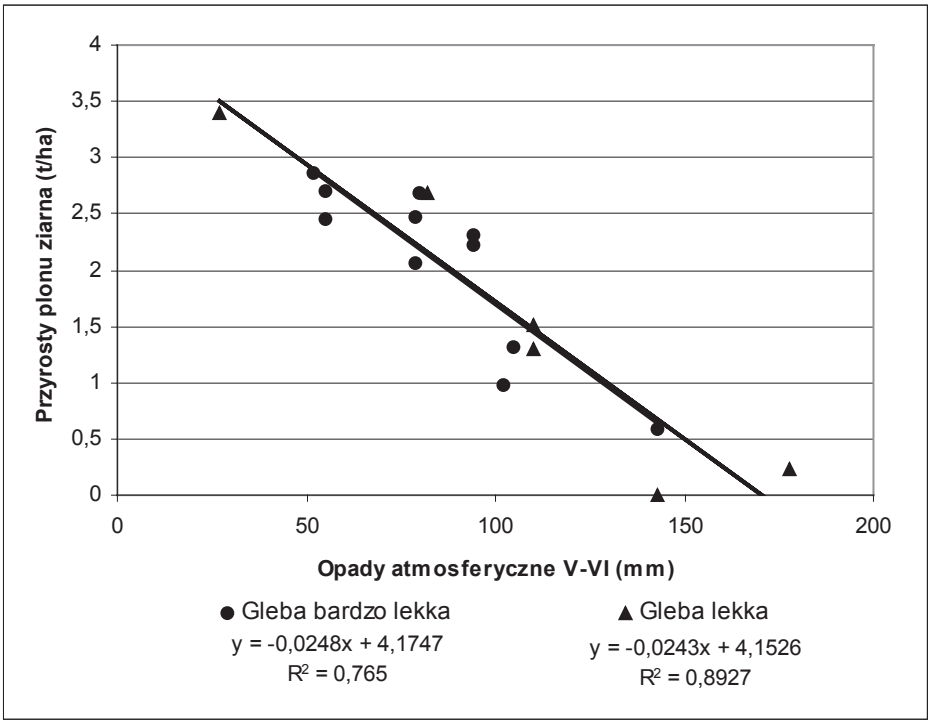


Rys. 1. Zależność wysokości plonów ziarna nie deszczowanego jęczmienia browarnego od ilości opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca w zależności od rodzaju gleby

Fig. 1. The correlation between the yield of grain of non-irrigated malting barley and the amount of precipitation during May and June, depending on soil type

Podobnie jak wysokość plonów ziarna roślin nie deszczowanych, także efekty deszczowania istotnie zależały od ilości opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca. Ogólnie efekty te były większe na glebie bardzo lekkiej, w porównaniu z lekką, jednak wynikało to głównie z mniejszej ilości opadów w sezonach prowadzenia doświadczeń w Kruszynie Krajeńskim (przeciętne opady w maju i czerwcu 85 mm), w porównaniu z Mochełkiem (108 mm). Okazało się bowiem, że proste regresji prostoliniowej, charakteryzujące zależność między sumą opadów atmosferycznych maj-czerwiec a wielkością przyrostów plonów ziarna pod wpływem deszczowania (rys. 2), na obu rodzajach gleb są niemal identyczne, przy czym bardziej ścisła zależność dotyczyła gleby lekkiej (R^2=0,89), w porównaniu z bardzo lekką (R^2=0,77). Z przekształcenia równań i przedłużenia prostych regresji, zgodnie z ogólną formułą Grabarczyka [1987], wynika, że przy opadach atmosferycznych rzędu 170 mm w okresie wzmożonego zapotrzebowania jęczmienia na wodę, zastosowanie

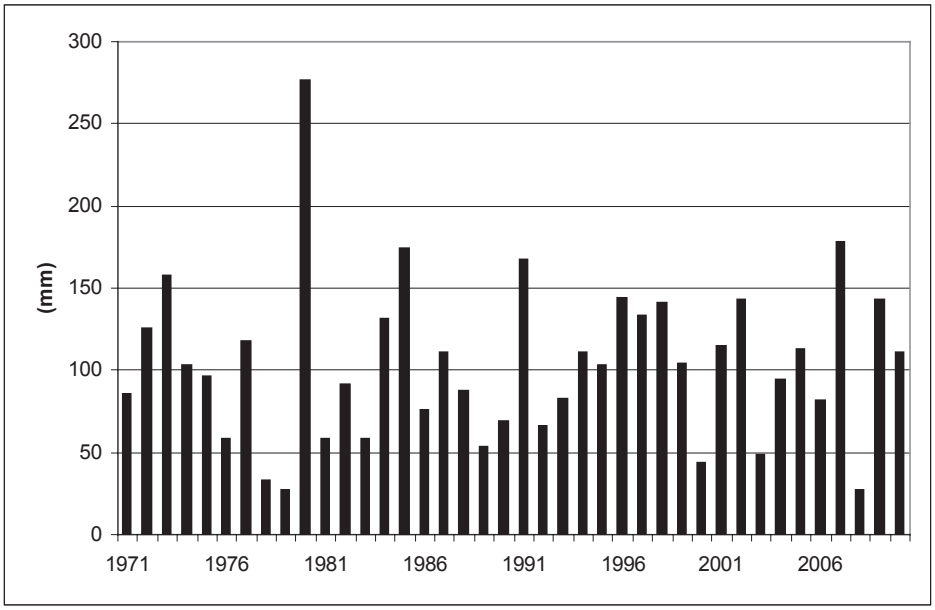
deszczowania nie spowodowałoby zwyżek plonu ziarna. Taką wysokość opadów atmosferycznych w okresie maj-czerwiec można zatem potraktować jako optymalną dla wzrostu i rozwoju jęczmienia, powodującą, że zastosowanie uzupełniającego nawadniania jest niepotrzebne. W przypadku wystąpienia niższych opadów od optymalnych, zastosowanie deszczowania prowadziło do przyrostów plonów ziarna, wynoszących 24,3-24,8 $kg \cdot ha^{-1}$ na każdy 1 mm deficytu opadów w stosunku do uznanej za optymalną wysokości 170 mm.



Rys. 2. Zależność efektów deszczowania jęczmienia browarnego od ilości opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca w zależności od rodzaju gleby
Fig. 2. Dependence of the effects of irrigation in barley on the amount of precipitation during May and June, depending on soil type

Analiza wysokości opadów atmosferycznych w okresie od 1 maja do 30 czerwca w latach 1971-2010 w rejonie Bydgoszczy wykazała, że ich średnia wieloletnia suma wynosi 104 mm. Zatem przeciętne niedobory opadów w okresie wzmożonego zapotrzebowania jęczmienia na wodę, zdefiniowane jako potrzeby deszczowania kształtują się na poziomie 66 mm. Opady atmosferyczne cechują się charakterystyczną dla klimatu Polski zmiennością czasową (rys. 3).

Okazało się, że tylko w 3 spośród analizowanych 40 lat (1980, 1985, 2007) były one wyższe od 170 mm. W pozostałych latach nie przekraczały wysokości optymalnej dla jęczmienia, generując teoretyczną potrzebę jego deszczowania. Przyjęto, że niedobory opadów o wysokości nie przekraczającej jednej dawki polewowej (25 mm na glebie bardzo lekkiej i 30 mm na glebie lekkiej) również nie skutkują potrzebą zastosowania deszczowania. Taka sytuacja dotyczyła dwóch dalszych sezonów wegetacji na glebie bardzo lekkiej (1973, 1991) oraz sześciu (1973, 1991, 1996, 1998, 2002, 2009) na glebie lekkiej. W pozostałych latach wystąpiły potrzeby deszczowania w uprawie jęczmienia, które sklasyfikowano jako małe (konieczność zastosowania 1-2 dawek nawodnieniowych), średnie (3-4 dawki nawodnieniowe) lub duże (więcej niż 4 dawki nawodnieniowe).



Rys. 3. Wysokość opadów atmosferycznych okresu maj-czerwiec w rejonie Bydgoszczy w latach 1971-2010
Fig. 3. The amount of precipitation in May-June period in the region of Bydgoszcz in the years 1971-2010

Stwierdzono, że duże potrzeby deszczowania jęczmienia, wymagające zastosowania co najmniej 5 dawek nawodnieniowych (sumarycznie co najmniej 100-120 mm wody), występują na glebie bardzo lekkiej w 30%, a na lekkiej w 12,5% lat (tab. 3). Zastosowanie deszczowania prowadzi w tych latach do

znaczącego wzrostu plonów ziarna jęczmienia, wynoszącego co najmniej 2,50 $t \cdot ha^{-1}$. W kolejnych 35-40% lat w zależności od rodzaju gleby, mamy do czynienia ze średnimi potrzebami deszczowania jęczmienia i prognozowanymi przyrostami plonu ziarna rzędu 1,51-2,50 $t \cdot ha^{-1}$. Są to efekty bardzo wysokie, które mogłyby mieć znaczenie w rozwoju krajowej produkcji surowca dla przemysłu browarniczego. Jednak w aktualnych uwarunkowaniach ekonomicznych, wartość nawet tak wysokich efektów produkcyjnych deszczowania nie zapewnia opłacalności stosowania tego zabiegu.

Tabela 3. Klasyfikacja potrzeb deszczowania jęczmienia browarnego w rejonie Bydgoszczy

Table 3. Classification of irrigation needs of malting barley in the region of Bydgoszcz

Klasyfikacja potrzeb deszczowania	Liczba jednorazowych dawek wody (25 lub 30mm)	Przewidywany przyrost plonu ziarna $t \cdot ha^{-1}$	Częstotliwość występowania (% lat)	
			Gleba bardzo lekka	Gleba lekka
Brak	-	< 0,50	12,5	22,5
Małe	1-2	0,51-1,50	17,5	30,0
Średnie	3-4	1,51-2,50	40,0	35,0
Duże	>4	> 2,50	30,0	12,5

Argument przemawiający za celowością wprowadzenia deszczowania do technologii uprawy jęczmienia browarnego mogą stanowić korzystne zmiany jakości ziarna. W doświadczeniach wykazano, że deszczowanie spowodowało nie tylko wzrost i stabilizację wysokości plonu ziarna, ale przede wszystkim przyczyniało się do pozyskiwania surowca spełniającego kryteria przydatności browarnej, niezależnie od występujących w sezonie wegetacyjnym niedoborów opadów atmosferycznych (tab. 4).

Tabela 4. Wskaźniki przydatności browarnej ziarna jęczmienia jarego (średnio z doświadczeń nr 1-15)

Table 4. Indicators of suitability of brewing barley grain (an average of 15 experiments)

Deszczowanie	Masa 1000 ziaren (g)	Wyrównanie ziarna (%)	Energia kiełkowania (%)	Zawartość białka (% s.m.)	Wskaźnik Bishopa
Bez deszczowania	37,4	69,3	91,1	12,8	78,1
Deszczowanie	44,5	90,8	95,6	11,0	80,0
Różnica	+7,1	+21,5	+4,5	-1,8	+1,9

W porównaniu z nie deszczowanymi, ziarno roślin deszczowanych cechowało się większą dorodnością, wyrównaniem na sicie 2,5mm i energią kiełkowania oraz zmniejszoną, średnio o 1,8%, zawartością białka. W rezultacie wskaźnik Bishopa określający teoretyczną ekstraktywność ziarna zwiększył się z 78,1 do 80%. Według badań Błażewicza i Dawidowicza [2006] ekstraktyw-

ność według Bishopa ściśle koreluje ze wskaźnikiem przydatności słodowniczej Q według Molina-Cano, uwzględniającym kompleksową ocenę wyróżników jakościowych słodu.

WNIOSKI

1. Wysokość plonów ziarna browarnych odmian jęczmienia jarego zależała istotnie od ilości opadów atmosferycznych w okresie wzmożonych potrzeb wodnych roślin, obejmujących miesiące maj i czerwiec. Dwukrotnie wyższe plony uzyskano na glebie lekkiej o podłożu zwięzłym, w porównaniu glebą bardzo lekką o podłożu przepuszczalnym.

2. Przyrosty plonów ziarna pod wpływem deszczowania na obu rodzajach gleb zależały istotnie od wysokości opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania jęczmienia na wodę. Optymalna wysokość opadów w tym okresie, przy których nie stwierdzono efektów deszczowania, wynosiła 170 mm.

3. Potrzeby deszczowania browarnych odmian jęczmienia jarego w rejonie Bydgoszczy, charakterystycznym dla obszarów deficytowych w wodę dla rolnictwa, występują na glebie lekkiej w 77,5, a na bardzo lekkiej w 87,5% lat. W 12,5% lat na glebie lekkiej i w 30% lat na glebie bardzo lekkiej są to duże potrzeby, wymagające zastosowania co najmniej 5 dawek nawodnieniowych, prowadzące do bardzo wysokich efektów deszczowania przekraczających 2,50 t ziarna z 1 ha.

4. Celowość deszczowania browarnych odmian jęczmienia jarego wynika nie tylko z wzrostu i stabilizacji plonu ziarna pod wpływem zastosowania tego zabiegu, ale przede wszystkim z korzystnych zmian jakościowych surowca, polegających na poprawie cech przydatności browarnej.

BIBLIOGRAFIA

Błażewicz J., Dawidowicz A. *Postępy w słodownictwie.* Materiały XI Szkoły Technologii Fermentacji, Łódź, 2006, s. 48-68.

Borówczak F. *Nawadnianie roślin uprawnych*. Materiały EFR na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich, Łosiów, 2009, s. 1-8.

Budzyński W., Szempliński W. *Jęczmień*. Rozdział w pracy zbiorowej *Szczegółowa uprawa roślin* pod red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego. Wyd. AR Wrocław, 2003, s. 195-238.

Dudek S., Żarski J., Kuśmierek-Tomaszewska R. *Klasyfikacja okresów posusznych na podstawie bilansu wody łatwo dostępnej w glebie.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 109-117.

Dzieżyc J., Nowak L. *Deszczowanie. Rozdział w pracy zbiorowej „Czynniki plonotwórcze-plonowanie roślin" pod red. J. Dzieżyca*. PWN Warszawa-Wrocław, 1993, s. 329-352.

Grabarczyk S. *Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju.* Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 314, 1987, s. 49-64.

Karczmarczyk S. (red.). *Zbiór referatów dotyczących problematyki nawadniania zbóż.* Fol. Univ. Agric. Stetin. 193, Agricultura (73), 1999, ss.220.

Łabędzki L. *Przewidywane zmiany klimatyczne a rozwój nawodnień w Polsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009. s. 7-18.

Noworolnik K. *Kształtowanie jakości ziarna jęczmienia jarego browarnego poprzez zabiegi agrotechniczne*. Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 9, 2007, s. 65-74.

Pecio A. *Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego*. Fragm. Agronom., 4(76), 2002, s. 4-112.

Rolbiecki S., Długosz J., Orzechowski M., Smólczynski S. *Uwarunkowania glebowo-klimatyczne nawodnień w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2, 2007, s. 89-102.

Rzekanowski C., Żarski J., Rolbiecki S. *Potrzeby, efekty i perspektywy nawadniania roślin na obszarach szczególnie deficytowych w wodę*. Postępy Nauk Rolniczych, 2010 (w druku).

Żarski J. *Efekty deszczowania zbóż jarych na glebie bardzo lekkiej*. Zeszyty Naukowe ATR Bydgoszcz, 180, Roln. 32, 1992, s. 101-108.

Żarski J., Dudek S. *Wpływ deszczowania na plonowanie jęczmienia browarnego.* Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 506, 2005, s. 575-582.

Żarski J. *Potrzeby i efekty nawadniania zbóż*. Rozdział w pracy zbiorowej *Nawadnianie roślin* pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL Poznań, 2006, 383-404.

Żarski J., Dudek S., Kuśmierek-Tomaszewska R. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie jęczmienia browarnego na glebie lekkiej.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 69-78.

Prof. dr hab. Jacek Żarski
Dr inż. Stanisław Dudek
Dr inż. Renata Kuśmierek-Tomaszewska
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6
tel. 052 3749537
e-mail: zarski@utp.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr. hab. Kazimierz Chmura*