

ZAPOBIEGANIE SKUTKOM POSUCH NA PRZYKŁADZIE WIELOLETNICH BADAŃ Z DESZCZOWANIEM JĘCZMIENIA JAREGO

Jacek ŻARSKI, Stanisław DUDEK, Czesław RZEKANOWSKI

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Katedra Melioracji i Agrometeorologii

Słowa kluczowe: deszczowanie, jęczmień jary, opady atmosferyczne, posucha

Streszczenie

W pracy dokonano syntetycznej analizy wyników wieloletnich (1987-2003) ścisłych eksperymentów polowych z deszczowaniem jęczmienia jarego na luźnej glebie piaszczystej w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Badania na glebie o małej retencji wodnej i braku możliwości podsiąku umożliwiły bezpośrednią identyfikację skutków występowania posuchy na podstawie spadków plonowania jęczmienia jarego, którego zapotrzebowanie na wodę było pokrywane niemal wyłącznie przez bieżące opady atmosferyczne. Oceniono również możliwość eliminowania skutków występowania okresów posusznych w wyniku stosowania nawodnień deszczownianych. Uzyskane bardzo duże efekty deszczowania, które zależały w istotny sposób od nasilenia posuchy, powinny być brane pod uwagę w programowaniu nawodnień, ze względu na ich znaczenie dla poprawy wskaźników wydajności, jakości i stabilności produkcji roślinnej na glebach lekkich i bardzo lekkich.

WSTĘP

Związane z klimatem ryzyko uprawy roślin w Polsce wynika z częstego i nieregularnego występowania zjawisk atmosferycznych określanych jako niekorzystne dla rolnictwa [ATLAS..., 2001]. Do zjawisk takich zalicza się posuchy atmosferyczne, definiowane jako występujące w czasie wegetacji roślin dłuższe okresy całkowicie bezopadowe lub z niewielką ilością opadów atmosferycznych. O ile zdefiniowanie i jakościowe określenie posuchy jest dość proste, o tyle ilościowa

Adres do korespondencji: prof. dr hab. J. Żarski, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Wydział Rolniczy, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz; tel. +48 (52) 374-95-37, e-mail: zarski@atr.Bydgoszcz.pl

ocena tego zjawiska jest bardzo trudna, zwłaszcza podczas jej monitorowania operacyjnego [KASPERSKA-WOŁOWICZ, ŁABĘDZKI, BĄK, 2003].

Metod ilościowej identyfikacji posuch atmosferycznych jest bardzo dużo. Są to przede wszystkim metody pośrednie, oparte wyłącznie na wynikach pomiarów i obserwacji meteorologicznych oraz, rzadziej, bezpośrednio, w których wykorzystuje się rezultaty lustracji pól doświadczalnych lub produkcyjnych. Spośród czynników meteorologicznych najczęściej wykorzystuje się standardowy pomiar opadów atmosferycznych, wyznaczając ciągi dni bezopadowych [KOŹMIŃSKI, 1986] lub rozmaite wskaźniki odnoszące ilość opadu w badanym okresie do jego wielkości średniej wieloletniej lub prawdopodobieństwa wystąpienia, np. wskaźnik relatywnego opadu (*RPI*) według klasyfikacji KACZOROWSKIEJ [1962] lub wskaźnik standaryzowanego opadu (*SPI*) propagowany w Polsce przez ŁABĘDZKIEGO [2002]. Do identyfikacji i określania stopnia nasilenia posuchy wykorzystuje się również pomiary bezpośrednie lub obliczenia różnych rodzajów parowania, zestawiając je następnie z opadami atmosferycznymi. Jednym z najnowszych wskaźników tego typu jest standaryzowany klimatyczny bilans wodny [ŁABĘDZKI, BĄK, 2004].

Posuchy atmosferyczne na ogół przyczyniają się do zmniejszenia plonowania roślin uprawnych w porównaniu z wielkością średnią wieloletnią. Ich szkodliwość zależy od wielu czynników, zwłaszcza od długości ich trwania i stopnia nasilenia, a także od fazy wzrostu i rozwoju roślin. Jednak największy wpływ na stopień szkodliwości posuch atmosferycznych w produkcji roślinnej mają warunki glebowe. Okresy posuszne są szczególnie niebezpieczne na glebach bardzo lekkich i lekkich na przepuszczalnym podłożu, cechujących się małą zawartością części spławianych i próchnicy, małą retencją wodną oraz ograniczoną możliwością podsiąku. W tych warunkach glebowych każdy, nawet kilkudniowy okres bezopadowy, występujący w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę, przyczynia się do istotnego zmniejszenia ilości, a często również pogorszenia jakości plonu. Sprawia to, że obszary o przewadze gleb bardzo lekkich i lekkich uznawane są za tereny trudne do zagospodarowania rolniczego, a zatem problemowe pod względem gospodarczym i społecznym.

Do metod skutecznie zapobiegających ujemnym skutkom posuch atmosferycznych zaliczyć można nawadnianie roślin. W warunkach pól uprawnych najskuteczniejszym sposobem nawadniania jest deszczowanie, umożliwiające precyzyjne dozowanie dawek wody, stosownie do zmieniającego się, w zależności od przebiegu wegetacji i warunków meteorologicznych, zapotrzebowania roślin na wodę. Celowość stosowania deszczowania w różnych warunkach glebowych i regionach klimatycznych oraz efekty rolnicze tego zabiegu były przedmiotem wielu przeprowadzonych w kraju doświadczeń, których wyniki były następnie materiałem licznych syntez [GRABARCZYK, 1987; DZIEŻYC, 1988; DZIEŻYC, NOWAK, 1993]. Mimo zachęcających wyników badań (przyrosty plonów i poprawa jakości surowców roślinnych) zabieg ten w Polsce nie powszechnił się i obecnie jego rola w zwięk-

szaniu produktywności upraw polowych jest znikoma. Przyczyn tego należy upatrywać przede wszystkim w braku ekonomicznej efektywności przedsięwzięcia, wynikającej z niedostatecznych, w porównaniu z nakładami, efektów produkcyjnych.

W niniejszej pracy przyjęto założenie, że najlepszym wskaźnikiem świadczącym o celowości nawadniania są stwierdzone bezpośrednio w skali doświadczalnej ujemne skutki występowania posuch atmosferycznych, a także przyrodniczo-rolnicze efekty zastosowania deszczowania w technologii produkcji roślin uprawnych. Jej głównym celem było przedstawienie tych skutków oraz uzyskiwanych dzięki deszczowaniu efektów, na przykładzie jęczmienia jarego, testowanego w wieloletnim eksperymencie polowym.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Źródłem materiału do niniejszego opracowania były wyniki ścisłych eksperymentów polowych z deszczowaniem jęczmienia jarego pastewnego, prowadzonych nieprzerwanie w latach 1987-2003 w Kruszynie Krajeńskim koło Bydgoszczy. Rejon badań należy do obszarów o szczególnie niskich opadach atmosferycznych, charakteryzujących się częstym występowaniem okresów posusznych. Według badań KASPERSKIEJ-WOŁOWICZ i in. [2003], co roku w okresie wegetacyjnym w rejonie Bydgoszczy można spodziewać się wystąpienia posuchy atmosferycznej trwającej 11–15 dni dwukrotnie, trwającej 16–20 dni – jeden raz, a co drugi rok – trwającej dłużej niż 20 dni. Możliwość wystąpienia posuchy dotyczy każdego miesiąca okresu wegetacyjnego, zwłaszcza kwietnia, maja, czerwca i września.

Jęczmień jary był uprawiany co roku po roślinach okopowych tą samą metodą oraz według podobnego schematu doświadczenia (split-plot). Powierzchnia pojedynczego poletka do zbioru wynosiła nie mniej niż 24 m², a liczba powtórzeń – 3 lub 4. Stosowano jednakowe zabiegi agrotechniczne w zbliżonych terminach. Różnicowano czynnik wodny (bez deszczowania i deszczowanie za pomocą deszczowni GR-1 metodą sterowania na podstawie opadów atmosferycznych GRABARCZYKA, ŻARSKIEGO i DUDKA [1992], zapewniające zawartość wody w warstwie korzeniowej gleby w przedziale zawartości łatwo dostępnej dla roślin) oraz nawozowy (dwa – 60 i 120 kg N·ha⁻¹ lub cztery – 60, 80, 100 i 120 kg N·ha⁻¹ poziomy nawożenia azotowego). W niniejszym opracowaniu wykorzystano cechy opisujące plonowanie średnie z poszczególnych wariantów nawozowych. Jednorazowe dawki nawodnieniowe wynosiły od 10 do 20 mm netto, a sezonowe – od 50 do 190 mm, w zależności od wysokości opadów atmosferycznych.

Doświadczenia prowadzono na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z piasku słabo gliniastego, na płytce zalegającym piasku luźnym. Cechowała się ona małą zawartością części spławialnych w warstwie orno-próchnicznej (7%), i jeszcze mniejszą (3–5%) w poziomach podornych. Tak mała zawartość frakcji

splawialnych (poniżej 10%) umożliwia zaklasyfikowanie jej do kategorii agronomicznej gleb bardzo lekkich. Gleba ta jest zaliczana jednocześnie do VI klasy bonitacyjnej (we fragmentach do V) oraz do kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo słabego (we fragmentach żytniego słabego). Połowa pojemność wodna gleby w 1-metrowej warstwie wynosiła zaledwie 87 mm, a retencja użyteczna – niespełna 70 mm, co wpływało na słabą zdolność omawianej gleby do ciągłego zaopatrywania roślin w wodę.

WYNIKI BADAŃ

IDENTYFIKACJA POSUCHY I SKUTKI JEJ WYSTĄPIENIA

W celu identyfikacji wystąpienia posuchy atmosferycznej w okresie wzmożonego zapotrzebowania jęczmienia jarego na wodę (przyjęto okres od 1 maja do 30 czerwca, odpowiadający fazom wzrostu i rozwoju od początku krzewienia do początku dojrzałości mlecznej), zestawiono sumy opadów atmosferycznych w tym okresie, mierzonych na polu doświadczalnym w sposób standardowy (tab. 1). Na podstawie opadów wyznaczono wskaźniki relatywnego opadu (*RPI*) oraz standaryzowanego opadu (*SPI*) dla tego okresu i określono wynikającą z ich wartości kategorię opadową i stopień uwilgotnienia. Z zestawienia wynika, że podczas 17-letnich badań, warunki posuszne w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę wystąpiły w czterech przypadkach (1989, 1992, 2000, 2003). Również w czterech przypadkach okresy te były wilgotniejsze od przeciętnych (1991, 1993, 1996, 1997). W pozostałych latach badań w maju i w czerwcu zanotowano warunki opadowe zbliżone do przeciętnych. Stwierdzono zgodność występowania wymienionych kategorii opadowych określonych według wskaźników *RPI* i *SPI*.

Stopień uwilgotnienia okresu wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę w istotny sposób wpływał na plony ziarna jęczmienia jarego. Zależność tych plonów od sumy opadów atmosferycznych w maju i czerwcu wyrażono za pomocą funkcji wielomianowej drugiego stopnia, uzyskując wysokie współczynniki korelacji badanych cech (rys. 1).

Skutkiem wystąpienia okresów posusznych był drastyczny spadek plonowania jęczmienia uprawianego na luźnej glebie piaszczystej. Plony ziarna w latach o suchych okresach wzmożonego zapotrzebowania na wodę wynosiły od 0 do 0,33 t·ha⁻¹, a więc były mniejsze od norm wysiewu. Można je uznać za bezpośredni wskaźnik klimatycznego ryzyka uprawy roślin na glebach bardzo lekkich, wynikającego z występowania posuch atmosferycznych w okresie dla nich krytycznym. Częstość pojawiania się takich posuch wynosiła w wieloletnim eksperymencie 23,5%, co oznacza, że przeciętnie raz na cztery lata na glebie o zawartości części splawianych w warstwie ornej i poziomach podornych mniejszej niż 10%, nie uzyskuje się praktycznie żadnej produkcji roślinnej. Potwierdza to tezę, że gospodaro-

wanie w takich warunkach glebowych jest mało celowe, nieefektywne produkcyjnie i ekonomicznie oraz całkowicie uzależnione od wysokości oraz rozkładu opadów atmosferycznych.

Tabela 1. Sumy opadów atmosferycznych oraz wskaźniki *RPI* i *SPI* charakteryzujące stopień uwilgotnienia okresu wzmożonego zapotrzebowania jęczmienia jarego na wodę w latach 1987–2003

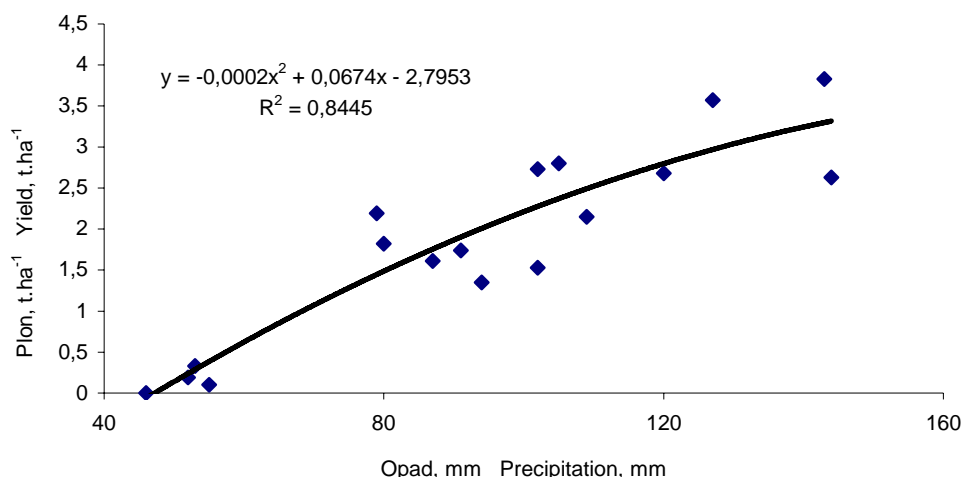
Table 1. Total rainfall and the *RPI* and *SPI* indices characterizing the rainfall category or moisture in the period of enhanced water requirements of spring barley in 1987–2003

Rok Year	Opady Rainfall mm	<i>RPI</i> %	Kategoria opadowa według wskaźnika <i>RPI</i> Rainfall category according to the <i>RPI</i> index	<i>SPI</i>	Stopień uwilgotnienia według wskaźnika <i>SPI</i> ¹⁾ Moisture according to the <i>SPI</i> index ¹⁾
1987	102	109	przeciętny average	0,24	normalny normal
1988	105	113	przeciętny average	0,33	normalny normal
1989	52	56	suchy dry	-1,58	bardzo suchy very dry
1990	80	86	przeciętny average	-0,46	normalny normal
1991	143	154	bardzo wilgotny very wet	1,32	wilgotny wet
1992	53	57	suchy dry	-1,53	bardzo suchy very dry
1993	120	129	wilgotny wet	0,75	wilgotny wet
1994	87	94	przeciętny average	-0,22	normalny normal
1995	102	110	przeciętny average	0,24	normalny normal
1996	144	155	bardzo wilgotny very wet	1,34	wilgotny wet
1997	127	137	wilgotny wet	0,93	wilgotny wet
1998	91	98	przeciętny average	-0,09	normalny normal
1999	109	117	przeciętny average	0,44	normalny normal
2000	55	59	suchy dry	-1,44	umiarkowanie suchy moderately dry
2001	79	85	przeciętny average	-0,48	normalny normal
2002	94	101	przeciętny average	0,01	normalny normal
2003	46	49	bardzo suchy very dry	-1,86	bardzo suchy very dry

¹⁾ Według ŁABĘDZKIEGO i BAKA [2004].

¹⁾ According ŁABĘDZKI and BAK [2004].

W latach średnich pod względem ilości opadów w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę, jęczmień jary plonował na średnim poziomie (1,99 t·ha⁻¹). W miarę zadowalające plony (średnio 3,18 t·ha⁻¹) wydawał tylko w latach wilgotnych.



Rys. 1. Zależność plonu ziarna jęczmienia jarego od ilości opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę

Fig. 1. Spring barley grain yields as dependent on the precipitation in the period of enhanced water requirements

EFEKTY DESZCZOWANIA JĘCZMIENIA JAREGO

Zastosowanie deszczowania w uprawie jęczmienia jarego na glebie bardzo lekkiej, charakteryzującej się przepuszczalnym podłożem, przyniosło bardzo duże efekty produkcyjne (tab. 2). Średni wieloletni przyrost plonu ziarna pod wpływem tego zabiegu wyniósł $2,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowi aż 145%. Równie wysoka była efektywność jednostkowa deszczowania, bowiem 1 mm wody nawodnieniowej przyczynił się do przeciętnego przyrostu plonu o $24,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Bezwzględne przyrosty plonu ziarna uzyskane pod wpływem nawadniania w poszczególnych latach istotnie zależały od ilości opadów w okresie krytycznym pod względem zapotrzebowania na wodę (rys. 2). Z równania funkcji liniowej obrazującej tę zależność wynika, że przyrosty te nie wystąpiłyby dopiero w warunkach opadów równych 200 mm. Największe bezwzględne efekty deszczowania zanotowano w latach suchych ($3,72 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), pośrednie – w latach przeciętnych ($2,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a najmniejsze – w latach wilgotnych ($1,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Z kolei efekty jednostkowe były największe w latach przeciętnych ($26,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$), nieco mniejsze – w latach suchych ($24,2 \text{ kg}$), a najmniejsze ($19,9 \text{ kg}$) – także w latach wilgotnych (tab. 2).

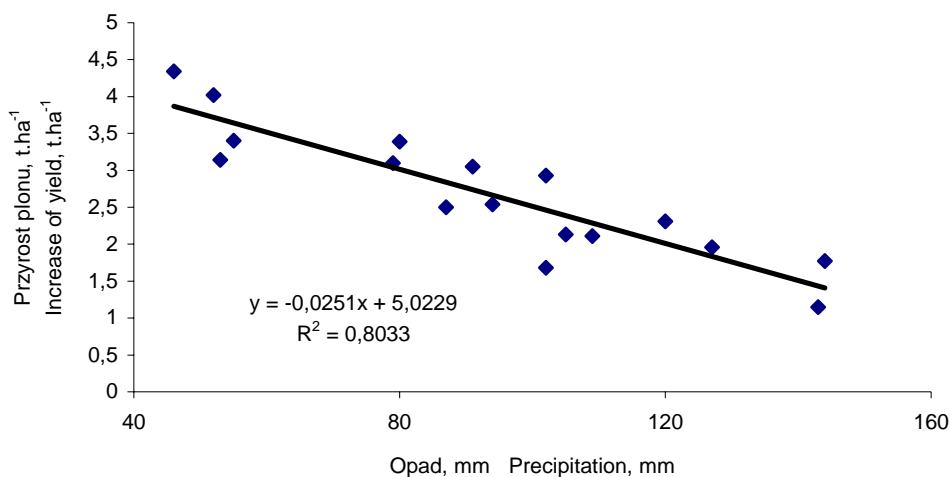
W przypadku stosowania nawodnień na glebach lekkich i bardzo lekkich niezmiernie ważną kwestią, oprócz spodziewanej wysokiej efektywności tego zabiegu, jest poziom plonowania roślin na stanowiskach deszczowanych. Średni wieloletni plon ziarna jęczmienia jarego w warunkach nawadniania wynosił $4,51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 2. Wpływ deszczowania na plony ziarna jęczmienia jarego w zależności od kategorii opadowej okresu wzmożonego zapotrzebowania na wodę**Table 2.** The influence of sprinkler irrigation on spring barley grain yields in relation to the precipitation category in the period of enhanced water requirements

Kategoria opadowa Precipitation category	Dawka wody Dose of irrigation mm	Plon ziarna Grain yields t·ha ⁻¹		Efekty deszczowania Sprinkler irrigation effects	
		O	W	t·ha ⁻¹	kg·ha ⁻¹ ·mm ⁻¹
Lata suche Dry years	154	0,16	3,88	3,72	24,2
Lata przeciętne Average years	100	1,99	4,59	2,60	26,0
Lata wilgotne Wet years	90	3,18	4,97	1,79	19,9
Średnio 1987–2003 Mean 1987–2003	110	1,84	4,51	2,67	24,3

Objaśnienia: O – bez deszczowania, W – deszczowanie.

Explanations: O – without sprinkler irrigation, W – sprinkler irrigation.



Rys. 2. Zależność przyrostów plonu ziarna jęczmienia jarego pod wpływem deszczowania od ilości opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę

Fig. 2. Increases in spring barley grain yields due to sprinkler irrigation in relation to the precipitation amount in the period of enhanced water requirements

Wielkość tę można uznać za wskaźnik produktywności najsłabszych kompleksów glebowych, możliwy do osiągnięcia pod warunkiem uzupełniania niedoborów wody za pomocą nawodnień. Plonowanie deszczowanego jęczmienia zależało od

stopnia posuszności okresu wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę. W latach suchych plony ziarna były najmniejsze i wynosiły przeciętnie $3,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, a w latach wilgotnych największe – $4,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wskazuje to na potrzebę poszukiwania sposobów pełniejszego pokrywania zapotrzebowania roślin na wodę w okresach posusznych.

Deszczowanie wpływało także istotnie na jakość plonu ziarna jęczmienia jarego. Ziarno pochodzące ze stanowisk nawadnianych było o wiele dorodniejsze, o zmniejszonej zawartości białka (tab. 3). Największe różnice wielkości cech charakteryzujących jakość plonu między wariantami wodnymi zanotowano w latach suchych, a więc w warunkach, kiedy efekty produkcyjne deszczowania były szczególnie duże.

Tabela 3. Wpływ deszczowania na masę tysiąca ziaren oraz zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od kategorii opadowej okresu wzmożonego zapotrzebowania na wodę

Table 3. The influence of sprinkler irrigation on the weight of thousand grains and protein content in grains of spring barley in relation to the rainfall category in the period of enhances water requirements

Kategoria opadowa Rainfall category	Masa tysiąca ziaren, g Thousand grain weight, g		Zawartość białka w ziarnie, % Protein content in grains, %	
	O	W	O	W
	Lata suche Dry years	35,4	46,5	16,6
Lata przeciętne Average years	35,7	44,7	13,0	12,0
Lata wilgotne Wet years	37,1	43,3	12,7	12,1
Średnio 1987-2003 Mean 1987-2003	36,4	44,8	13,7	12,3

Objaśnienia: O – bez deszczowania, W – deszczowanie.

Explanations: O – without sprinkler irrigation, W – sprinkler irrigation.

PODSUMOWANIE

Uprawa jęczmienia jarego na glebie o małej retencji wodnej i braku możliwości podsiąku, umożliwiła bezpośrednią identyfikację skutków występowania posuchy na podstawie spadków plonowania roślin, których zapotrzebowanie na wodę było pokrywane niemal wyłącznie przez bieżące opady atmosferyczne. W takich warunkach glebowych wystąpienie posuchy atmosferycznej w okresie krytycznym pod względem zapotrzebowania na wodę, tj. w maju i czerwcu, powodowało drastyczny spadek plonów ziarna jęczmienia do poziomu niższego niż norma jego wysiewu. Jak wynika z wieloletnich badań, możliwość pojawienia się takiej posuchy występuje w ich rejonie (okolice Bydgoszczy) przeciętnie raz na cztery lata.

Deszczowanie było bardzo skutecznym sposobem zapobiegania skutkom posuch atmosferycznych. Powodowało bardzo duże przyrosty plonów ziarna jęcz-

mienia jarego i poprawę jego jakości. Podobnie wysokie średnie efekty nawadniania jęczmienia osiągnęli w Polsce tylko KOSZAŃSKI, KARCZMARCZYK i PODSIADŁO [1999] na glebie kompleksu żytniego dobrego w warunkach klimatycznych Niziny Szczecińskiej.

W przypadku gleb bardzo lekkich, należących do kompleksów żytnich słabych, trzeba podkreślić także nieco szerszą rolę deszczowania. W tych warunkach glebowych zabieg ten można uznać za podstawowy czynnik plonotwórczy, bez którego produkcja roślinna jest ekstensywna, nieefektywna ekonomicznie i w związku z tym mało celowa. Zastosowanie deszczowania na glebach bardzo lekkich umożliwia uprawę roślin intensywnych, prowadząc do znacznego podniesienia poziomu produkcji [ŻARSKI, DUDEK, 2003].

Uzyskane w badaniach rezultaty deszczowania, przede wszystkim poziom plonowania deszczowanego jęczmienia jarego, powinny być brane pod uwagę w programowaniu nawodnień, ze względu na ich duże znaczenie dla poprawy wskaźników wydajności, jakości i stabilności produkcji roślinnej na glebach lekkich i bardzo lekkich.

LITERATURA

- Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. 2001. Pr. zbior. Red. Cz. Koźmiński, B. Michałska. Szczecin: AR, U Szczec. ss. 81.
- DZIEŻYC J., 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. Warszawa: PWN ss. 450.
- DZIEŻYC J., NOWAK L., 1993. Deszczowanie. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Pr. zbior. Red. J. Dzieżyc. Warszawa, Wrocław: PWN s. 329–352.
- GRABARCZYK S., 1987. Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 314 s. 49–64.
- GRABARCZYK S., ŻARSKI J., DUDEK S., 1992. Sterowanie deszczowaniem według opadów atmosferycznych. Roczn. AR Pozn. nr 234 s. 83–90.
- KACZOROWSKA Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo wystąpienia niedoboru i nadmiaru opadów. Pr. Geogr. IG PAN z. 33 ss. 109.
- KASPERSKA-WOŁOWICZ W., ŁABĘDZKI L., BAŁ B., 2003. Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 3. z. specj. (9) s. 39–56.
- KOSZAŃSKI Z., KARCZMARCZYK S., PODSIADŁO C., 1999. Response of some spring barley cultivars to irrigation and mineral fertilization. Part I. Grain and straw yield. Fol. Univ. Agricult. Stetin. 193 Agricult. (73) s. 125–130.
- KOŹMIŃSKI CZ., 1986. Przestrzenny i czasowy rozkład okresów bezopadowych trwających ponad 15 dni na terenie Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 268 s. 37–52.
- ŁABĘDZKI L., 2002. Drought risk estimation in the Bydgoszcz-Kujawy region using the standardized precipitation index (SPI). Proc. Intern. Conf. ICID. Bled, Slovenia. dostępny na CD-ROM.
- ŁABĘDZKI L., BAŁ B., 2004. Standaryzowany klimatyczny bilans wodny jako wskaźnik suszy. Acta Agroph. vol. 3(1) s. 117–124.
- ŻARSKI J., DUDEK S., 2003. Rola deszczowania w kształtowaniu plonowania wybranych upraw polowych. Pam. Puł. nr 132 s. 443–449.

Jacek ŻARSKI, Stanisław DUDEK, Czesław RZEKANOWSKI

**PREVENTION OF RESULTS OF DROUGHT OCCURRENCE
ON AN EXAMPLE OF LONG-TERM TRIALS
WITH SPRINKLER IRRIGATION OF SPRING BARLEY**

Key words: drought, rainfall, spring barley, sprinkler irrigation

S u m m a r y

A synthetic analysis of results from long-term field trials (1987–2003) on sprinkler irrigation of spring barley on a loose sandy soil at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz was made in the paper. Realization of experiments on the soil of characterized by low water retention and the lack of infiltration afforded possibilities for direct identification of the results of drought occurrence on the basis of decreases in yields of spring barley which water requirements were covered almost only by current rainfall. Possibility for elimination of the results of drought occurrence due to sprinkler irrigation. Very large results of sprinkler irrigation which were significantly dependent on the degree of drought intensity, can be taken into consideration in irrigation programming because of their importance for improvement of productivity indices, quality and stability of plant production on the light soils and the very light soils.

Recenzenci:

doc. dr hab. Jan Gruszka

prof. dr hab. Zdzisław Koszański

Praca wpłynęła do Redakcji 14.03.2005 r.