

# PRODUKCYJNE I EKONOMICZNE EFEKTY DESZCZOWANIA WYBRANYCH UPRAW W ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKACH POGODOWYCH I GLEBOWYCH

## PRODUCTION AND ECONOMIC EFFECTS OF SPRINKLING IRRIGATION OF CHOSEN CROPS UNDER DIFFERENT WEATHER AND SOIL CONDITIONS

*Jan Gruszka*

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych  
Oddział w Bydgoszczy

### Wstęp

Buraki cukrowe, ziemniaki i pszenica ozima to w gospodarstwach ogólnorolniczych podstawowe rośliny uprawne o charakterze towarowym i jako takie należą do roślin najczęściej deszczowanych.

Z syntezy krajowych doświadczeń z deszczowaniem roślin polowych (Dzieżyc, Nowak, 1992) wynika, że w zależności od kompleksów glebowych i wielkości opadów, przyrosty plonów buraków cukrowych wynosiły od 19,8 do 2,9 t ha<sup>-1</sup> (średnio 8,5 t ha<sup>-1</sup> - 21%), ziemniaków od 20,3 do 1,1 t ha<sup>-1</sup> (średnio 7,6 t ha<sup>-1</sup> - 29%), a pszenicy ozimej od 2,1 do 0,2 t ha<sup>-1</sup> (średnio 0,6 t ha<sup>-1</sup> - 16%). Górne wartości przyrostu plonów dotyczą z reguły gleb słabszych, dolne gleb dobrych.

Wysokie przyrosty plonów nie zawsze świadczą o opłacalności nawodnień. Często bowiem nawet duże przyrosty plonów, przy niskich cenach jednostkowych, nie pokrywają ponoszonych kosztów własnych tj. kosztów eksploatacji deszczowni i kosztów rolniczych związanych z pozyskaniem zwiększonego plonu.

W prezentowanym opracowaniu przedstawiono rolnicze i ekonomiczne efekty deszczowania wybranych roślin jakie uzyskano w latach 1983-1993 w warunkach deszczowni wielkoobszarowych zlokalizowanych na Kujawach.

## Warunki i metodyka badań

W pracy wykorzystano wyniki badań przeprowadzonych w Stacji Hodowli Roślin Polanowice (gmina Kruszwica w województwie bydgoskim) oraz w Zakładzie Rolnym Osówiec (gmina Orchowo w województwie konińskim).

Gleby w Polanowicach to czarnoziemy leśno-łąkowe kujawskie, wytworzone z glin zwałowych o składzie granulometrycznym glin lekkich pylastych. Pod względem przydatności rolniczej zaliczane są do kompleksu pszennego bardzo dobrego i pszennego dobrego a bonitacyjnie do klas II-IIIa.

Gleby w Osówcu to gleby brunatne, najczęściej wylugowane, o składzie granulometrycznym piasków gliniastych. Pod względem przydatności rolniczej są zaliczane do kompleksu żytniego dobrego i żytniego słabego a bonitacyjnie do klas IVb-V.

Średnie z wielolecia sumy opadów rocznych oraz opadów z okresu wegetacji, charakteryzujące warunki badań, wynosiły dla Polanowic 497,3 i 319,4 mm, a dla Osówca odpowiednio 514,7 i 332,6 mm. Różnice w średnich sumach opadów między obiektami były zatem niewielkie. W przypadku wartości średnich rocznych nie przekraczały 3,5%, a w przypadku średnich z okresu wegetacji - 4,1%.

Więszym zróżnicowaniem charakteryzowały się natomiast sumy opadów między poszczególnymi latami badań. W Polanowicach, w przypadku sumy opadów z okresu wegetacji, wskaźnik zmienności opadu (stosunek opadu najmniejszego do największego) wynosił 0,22 a w Osówcu 0,33. Oznacza to, że w latach prowadzenia badań opady w Osówcu były bardziej wyrównane niż w Polanowicach.

Charakterystyka opadowa lat i ich kwalifikacja pod względem wysokości opadów była w okresie badań na obu obiektach identyczna. Występujące w cyklu badań okresy wegetacji, w zależności od wielkości sum opadów, podzielono na trzy kategorie: okresy wegetacji o opadach poniżej średnich ( $p < 40\%$ ), okresy wegetacji o opadach średnich ( $p = 40-60\%$ ), oraz okresy wegetacji o opadach powyżej średnich ( $p > 60\%$ ). Graniczne sumy opadów w wyodrębnionych kategoriach opadowych okresów wegetacji wraz z towarzyszącymi im wartościami średniej temperatury zostały, dla obu obiektów, zestawione w tab. 1. Sklasyfikowane w powyższy sposób okresy wegetacji przyjęto jako tło do analizy uzyskiwanych efektów nawodnień.

Nawadnianie na glebach średnich prowadzono z reguły w krytycznych fazach rozwoju roślin. Natomiast na glebach lekkich, ze względu na małą retencję wody pozimowej, często zachodziła konieczność wcześniejszego rozpoczynania nawodnień.

Tabela 1  
Table 1

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań  
Meteorological conditions during the studies

Okresy wegetacji o sumach opadów Growing seasons with precipitation sums	Przedziały sum opadów, wartości średnie (mm) Ranges of precipitation sums, mean values (mm)	Przedziały temperatury, wartości średnie (°C) Ranges of temperatures, mean values (°C)
poniżej średnich below mean (1983, 1989, 1990, 1991, 1992)	85,2 - 282,3 (181,3)	13,8 - 15,5 (14,7)
średnich mean (1986, 1988, 1993)	284,7 - 333,1 (302,8)	13,9 - 14,5 (14,3)
powyżej średnich above mean (1984, 1985, 1987)	343,4 - 533,0 (405,1)	13,1 - 13,7 (13,4)

Zmienne w poszczególnych okresach wegetacji warunki meteorologiczne różnicowały także wysokość stosowanych sezonowych dawek deszczowania (tab. 2).

Doświadczenia o charakterze łanowym zakładano jako jednoczynnikowe, dwuobjektowe w układzie zrównoważonym w czterech powtórzeniach, w oparciu o metodykę opracowaną przez Walewskiego [1989].

Sterowanie deszczowaniem prowadzono przy pomocy metody bilansowej w modyfikacji Drupki [1976] w oparciu o sumy opadów mierzone bezpośrednio na obiektach.

Przy zbiorach kontrolnych wykorzystywano maszyny i technologie stosowane w warunkach produkcyjnych. Powierzchnia „poletka” do zbioru uzależniona była każdorazowo od szerokości roboczej maszyny używanej do sprzętu poszczególnych płodów rolnych (lub jej wielokrotności) oraz od długości rurociągu deszczującego i mieściła się w przedziale: dla pszenicy ozimej 420-630 m<sup>2</sup>, a dla buraków cukrowych i ziemniaków 405-540 m<sup>2</sup>.

Obliczeń opłacalności deszczowania dokonano w skali bezpośredniego użytkownika przy poziomie cen i kosztów z końca 1996 r.

**Tabela 2**  
**Table 2**

Średnia wysokość zastosowanych sezonowych dawek deszczowania (mm)

Mean applied seasonal irrigation rates (mm)

Okresy wegetacji o sumach opadów Growing seasons with precipitation sums	Deszczowane uprawy Irrigated crops	Gleby średnie Medium- heavy soils	Gleby lekkie Light soils
poniżej średnich below mean	buraki cukrowe sugar beets	127	148
	ziemniaki potatoes	-	160
	pszenica ozima winter wheat	75	110
średnich mean	buraki cukrowe sugar beets	85	110
	ziemniaki potatoes	-	96
	pszenica ozima winter wheat	64	72
powyżej średnich above mean	buraki cukrowe sugar beets	63	64
	ziemniaki potatoes	-	-
	pszenica ozima winter wheat	60	66

W kosztach deszczowania uwzględniono roczne koszty amortyzacji oraz koszty robocizny, napraw i konserwacji, materiałów i części wymiennych, energii elektrycznej i transportu.

Wysokość kosztów rolniczych związanych z pozyskiwaniem zwiększonych plonów określono na podstawie normatywów opracowanych przez Prokopowicza [1989].

Za miarę opłacalności deszczowania przyjęto dochód czysty (różnica między wartością przyrostu plonów a sumą kosztów deszczowania i kosztów rolniczych) oraz wskaźnik opłacalności deszczowania (stosunek wartości przyrostu plonów do kosztów własnych).

## Wyniki badań

Produkcyjne efekty deszczowania, wyrażone przyrostem plonów w t ha<sup>-1</sup> były, niezależnie od kategorii gleb, istotne dla wszystkich badanych roślin. Ich wielkość zmniejszała się jednak stopniowo wraz z poprawą warunków opadowych (tab. 3).

**Tabela 3**  
**Table 3**

Produkcyjne efekty<sup>x/</sup> deszczowania w t ha<sup>-1</sup>  
Production effects<sup>x/</sup> of sprinkling irrigation in t ha<sup>-1</sup>

Wyszczególnieni Specification	Okresy wegetacji o opadach Growing seasons with precipitation									
	poniżej średnich below mean			średnich mean			powyżej średnich above mean			
	ND	D	D-ND	ND	D	D-ND	ND	D	D-ND	
<b>GLEBY ŚREDNIE - medium-heavy soils</b>										
buraki cukrowe sugar beets	32,3	43,6	11,3 **	37,8	44,7	6,90**	36,3	41,3	5,00**	
pszenica ozima winter wheat	5,97	7,31	1,34**	7,16	8,02	0,86**	6,73	7,21	0,48**	
<b>GLEBY LEKKIE - light soils</b>										
buraki cukrowe sugar beets	21,7	35,8	14,1 **	30,7	40,5	9,80**	35,7	42,3	6,60**	
ziemniaki potatoes	16,7	33,9	17,2 **	25,6	34,5	8,90**	-	-	-	
pszenica ozima winter wheat	3,11	5,13	2,02**	3,94	4,97	1,03**	4,86	5,48	0,62**	

<sup>x/</sup> wartości średnie dla lat - mean values for years

ND - wariant niedeszczowany - non-irrigated

D - wariant deszczowany - irrigated

\*\* - różnice istotne przy  $\alpha = 0,01$  - significant differences at  $\alpha = 0,01$

Uzyskiwane na glebach średnich zwwyżki plonów z tytułu deszczowania buraków cukrowych wynosiły (w kolejności od lat o opadach poniżej średnich do lat o opadach powyżej średnich) 35, 18 i 14%, a pszenicy ozimej odpowiednio 22, 12 i 7%.

Na glebach lekkich odpowiednie zwwyżki plonów dla buraków cukrowych wynosiły: 65, 32 i 18%, ziemniaków 103 i 35% (w latach o opadach powyżej średnich nie były one deszczowane) a pszenicy ozimej 65, 26, 13%. Przyrosty plonów jakie uzyskano pod wpływem deszczowania były zatem na glebach lekkich znacznie większe niż na glebach średnich. W przypadku buraków cukrowych były

one wyższe odpowiednio o 25, 42 i 32%, a w przypadku pszenicy ozimej o 50, 20 i 29%.

Jak wynika z danych (tab. 4), deszczowanie buraków cukrowych było opłacalne we wszystkich trzech kategoriach opadowych okresów wegetacji i to zarówno na glebie średniej jak i lekkiej.

**Tabela 4**  
**Table 4**

Ekonomiczne efekty<sup>x/</sup> deszczowania w zł/ha<sup>-1</sup> (poziom cen, jesień 1996 r)  
Economic effects<sup>x/</sup> of sprinkling irrigation in zł/ha<sup>-1</sup> (prices from the autumn of 1996)

Wyszczególnienie Specification	Okresy wegetacji o opadach Growing seasons with precipitation											
	poniżej średnich below mean				średnich mean				powyżej średnich above mean			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>GLEBY ŚREDNIE - medium-heavy soils</b>												
buraki cukrowe sugar beets	1522	490	1032	311	929	335	594	277	673	344	329	196
pszenica ozima winter wheat	804	352	452	228	516	254	262	203	288	323	-35	89
<b>GLEBY LEKKIE - light soils</b>												
buraki cukrowe sugar beets	1899	566	1333	335	1320	414	906	319	889	365	524	243
ziemniaki potatoes	2477	824	1653	301	1282	426	856	301	-	-	-	-
pszenica ozima winter wheat	1212	584	628	207	618	365	253	169	372	446	-74	83

<sup>x/</sup> wartości średnie dla lat - mean values for years

1 - wartość produkcji uzyskanej w wyniku deszczowania - P

production value obtained as a result of sprinkling irrigation - P

2 - koszty własne (koszty deszczowania + przyrost kosztów rolniczych) - K

prime costs (costs of sprinkling irrigation + increase in agricultural costs) - K

3 - dochód czysty

net profit

4 - wskaźnik opłacalności deszczowania  $W_o = (P/K)100\%$

profitability index of sprinkling irrigation

Najwyższą efektywność deszczowania uzyskano w okresach wegetacji, w których opady kształtowały się poniżej średniej. Ekonomiczne efekty deszczowania, podobnie jak i efekty produkcyjne malały wraz ze wzrostem opadów.

Uzyskany w wyniku deszczowania przyrost dochodu czystego z 1 ha buraków cukrowych uprawianych na glebie średniej wyniósł: 1032 zł (w okresach wegetacji o opadach mniejszych niż średnie), 594 zł (w okresach wegetacji o opadach średnich) i 329 zł (w okresach wegetacji o opadach większych niż średnie). Na glebach lekkich wzrost dochodu czystego wynosił odpowiednio 1333, 906 i 524 zł z hektara. Był on zatem na glebie lekkiej większy o 29, 52 i 59%.

Przyrost dochodu czystego z tytułu deszczowania 1 ha pszenicy ozimej na glebie średniej wyniósł 452 zł (przy opadach poniżej średnich) i 262 zł (przy opadach średnich). Na glebie lekkiej przyrost dochodu czystego kształtował się odpowiednio na poziomie 628 i 253 zł. Średnia (z okresów wegetacji o opadach poniżej średnich i średnich) opłacalność deszczowania pszenicy ozimej na glebach lekkich była o 23% wyższa niż na glebach średnich. Deszczowanie pszenicy ozimej w latach o opadach przekraczających średnią było nieopłacalne na obu kategoriach gleb.

Deszczowanie ziemniaków dało przyrost dochodu czystego w wysokości 1653 zł z hektara (w okresach wegetacji o opadach poniżej średnich) i 856 zł (w okresach wegetacji o opadach średnich). W okresach wegetacji o opadach powyżej średnich ziemniaków nie deszczowano.

W sposób zbliżony do uzyskiwanej wielkości dochodu czystego układały się również wskaźniki opłacalności deszczowania. Najwyższe wskaźniki opłacalności deszczowania notowano, niezależnie od gatunku rośliny, w okresach wegetacji o opadach poniżej średnich. Najniższe natomiast w okresach wegetacji o opadach powyżej średnich. W przypadku pszenicy ozimej, w okresach wegetacji o opadach przekraczających średnią z wielolecia, wskaźnik opłacalności był niższy od 100, co oznacza, że deszczowanie było nieefektywne.

## Wnioski

1. Najwyższe efekty rolnicze i najwyższą opłacalność deszczowania analizowanych roślin uzyskano w okresach wegetacji o opadach poniżej średnich. W miarę poprawy warunków opadowych efektywność deszczowania malała.

2. Deszczowanie buraków cukrowych było opłacalne na obu gatunkach gleb we wszystkich trzech kategoriach opadowych okresów wegetacji.

3. Deszczowanie pszenicy ozimej było opłacalne na obu gatunkach gleb ale tylko w okresach wegetacji o opadach poniżej średnich i średnich.

4. Przedstawione wyniki wskazują, że deszczowanie analizowanych roślin jest opłacalne nawet w aktualnych uwarunkowaniach gospodarczych.

## Literatura

- DRUPKA S. 1976. *Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni*. Warszawa: PWRiL, 312 ss.
- DZIEŻYC J., NOWAK L. 1992. *Wpływ nawodnienia deszczownianego na produkcję polową*. Roczn. AR Poznań. Melior. 10, s. 5-16.
- GRUSZKA J. *Sprawozdania oraz materiały z badań nad eksploatacją deszczowni wielkoobszarowych w GSWG za lata 1983-1993*. Maszynopisy.
- PROKOPOWICZ J. 1989. *Normatywy nakładów i kosztów produkcji roślinnej*. Mat. Instr. 71. Falenty: IMUZ, 112 ss.
- WALEWSKI R. 1989. *Metody statystyczne w badaniach łąkarskich i melioracyjnych*. Warszawa: PWRiL Bibl. Wiad. IMUZ 72, 120 ss.

## S u m m a r y

**Production and economic effects of sprinkling irrigation of chosen crops under different weather and soil conditions.** The presented results were obtained in the years 1983-1993 in two sites of large-area sprinkling machines located in Kujawy. Effects of sprinkling irrigation of sugar beets, potatoes and winter wheat were determined for light and medium-heavy soils against different in precipitation and temperature growing seasons. The results of irrigation decreased from dry and warm years to wet and cold ones, irrespective of a plant species. Sprinkling irrigation of sugar beets, on both light and medium-heavy soils, was effective even in the growing seasons with precipitation above mean. Sprinkling irrigation of winter wheat, irrespective of a soil species, was effective only in the growing seasons with precipitation below mean and mean. The effectiveness of sprinkling irrigation of sugar beets and winter wheat - measured by an increase in net profit value from 1 hectare - on light soils was respectively 41% and 23% higher than on medium-heavy soils. Sprinkling irrigation of the plant species in question proved profitable even under present economic conditions.

Jan Gruszka

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Oddział w Bydgoszczy

Al. Ossolińskich 12

85-093 Bydgoszcz