

SKUTKI WYSTĘPOWANIA POSUCH I EFEKTY NAWODNIEŃ DESZCZOWNIANYCH  
W ZACHODNIEJ CZĘŚCI NIŻU POLSKIEGO

Janusz Jankowiak

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

CEL, WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Naturalnymi wyznacznikami produkcji rolnej są warunki klimatyczne i glebowe „rolniczej przestrzeni produkcyjnej” [12]. Spośród czynników klimatycznych najsilniej na wysokość plonowania wpływają opady. Jak wykazuje wielu autorów [1,2,8,13], wpływ ten jest tym większy, im intensywność produkcji jest wyższa. Zmienność plonów pod wpływem opadów jest szczególnie duża na glebach lekkich, w strefie niskich opadów, gdzie ich przeciętne sumy są niższe od potrzeb większości gatunków roślin uprawnych. Wyłania się stąd ważny problem określenia z jednej strony skutków występujących niedoborów opadów i wyznaczenia celowego stopnia intensyfikacji produkcji w danym rejonie opadowym, a z drugiej strony - sposobów i efektów przeciwdziałania naturalnym ograniczeniom produkcji. W analizie zmienności plonów od opadów, która z konieczności musi być dokonywana w ujęciu czasowym, nie można pominąć innych czynników, determinujących efektywność zmiennej opadowej. Z podstawowych czynników produkcji, będących w dyspozycji człowieka, głównym czynnikiem decydującym o wysokości plonów, nawet w krajach o wysoko intensywnym rolnictwie, pozostaje nadal nawożenie mineralne [4]. Zmienność plonów pod wpływem opadów musi więc być badana na tle wzrastającego nawożenia mineralnego.

W prezentowanych badaniach dokonano oceny produkcyjnych i ekonomicznych skutków występowania niedoborów opadowych oraz efektów stosowania nawodnień deszczownianych w zachodniej części środkowego pasa Polski. Skutki niedoborów opadów naturalnych w produkcji określono

na podstawie analizy zależności plonów od opadów za okres wegetacji oraz nawożenia mineralnego w 3 Zakładach Doświadczalnych IUNG: Wierzbnie, Wielichowie i Baborówku za okres 10 lat. Posłużono się tutaj danymi z „kart dokumentacyjnych pól”, prowadzonych od wielu lat w ZD, obejmujących rejestrację wszystkich zaszcłości gospodarczych, dotyczących poszczególnych pól płodozmianowych.

Efekty nawodnień deszczownianych ustalono w oparciu o polowe doświadczenia ścisłe z nawadnianiem deszczownianym roślin, wykonywane od 1969 roku w wymienionych trzech Zakładach Doświadczalnych w ramach badań własnych Instytutu, resortowego problemu badawczego R-117 i obecnie w ramach rządowego problemu badawczego PR-7.

Materiały z badań w skali produkcyjnej analizowano za pomocą współczynników zmienności [11], rachunku regresji prostoliniowej i kwadratowej oraz regresji kwadratowej wielokrotnej [3, 10]. Rozkład opadów analizowano przy pomocy testu Warda [7]. Wyniki polowych doświadczeń ścisłych opracowano metodami statystycznymi ogólnie stosowanymi.

Punkty, w których przeprowadzono badania, reprezentują gleby od bardzo lekkich do średnich (współczynnik bonitacji gleb Wierzbna wynosi 1,22, Wielichowa 1,68, a Baborówka 2,00) i położone są w I strefie celowości stosowania nawodnień, wyznaczonej przez Drupkę [1] na podstawie wskaźników klimatycznych, opracowanych przez Matula.

## WYNIKI

Dla syntetycznej oceny zależności plonów od opadów, a także wyeliminowania wpływu zróżnicowanych warunków glebowych dla poszczególnych roślin w latach badania, nie analizowano oddzielnie gatunków roślin, a plony z tzw. hektara przeliczeniowego wyrażono w jednostkach zbożowych. Podyktowane to było również celowością odniesienia plonów do jednolitego kryterium opadowego (sumy opadów za okres wegetacji, z uwzględnieniem miesięcznego rozkładu przy analizie testem Warda). Przyjęto typową dla warunków glebowych, w których przeprowadzono badania, strukturę hektara przeliczeniowego, spełniającą wymogi zmianowania norfolkskiego i obejmującą:

- 25% okopowych ( $\frac{1}{2}$  buraki cukrowe i  $\frac{1}{2}$  ziemniaki),
- 25% pastewnych (kukurydza na kiszonkę),
- 50% zbożowych ( $\frac{1}{2}$  ozime i  $\frac{1}{2}$  jare).

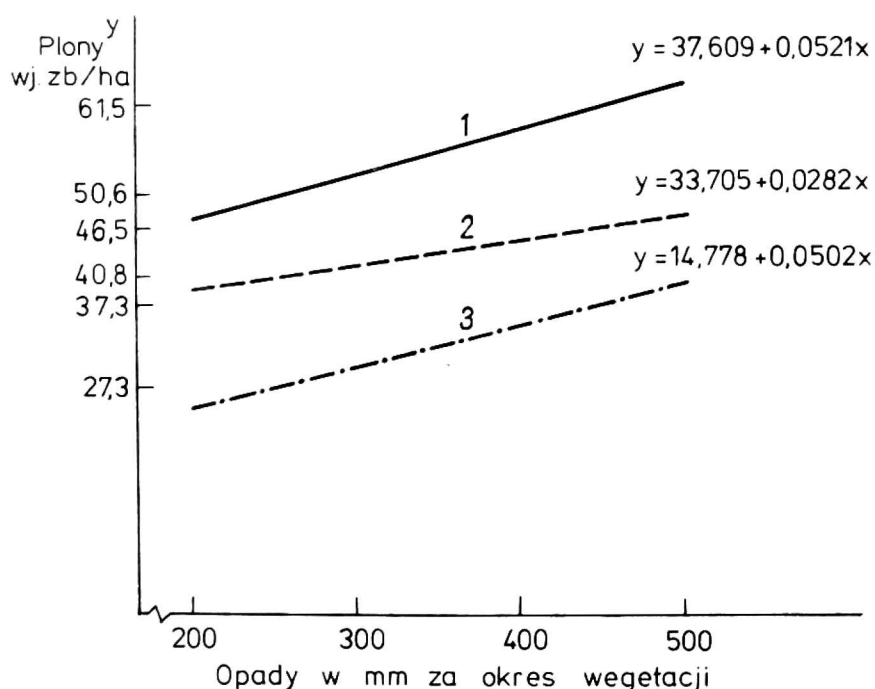
Plony w jednostkach zbożowych z 1 ha przeliczeniowego, sumy opadów i średnie nawożenie mineralne NPK 1 ha przeliczeniowego z 3 zakładów w latach 1969-1978 oraz wyniki średnie, interwał wielkości i współczynniki zmienności za okres 10 lat

Lata	Wierzbno				Wielichowo				Baborówko			
	plony w j.zboż. z 1 ha przelicz.	suma opadów w okresie weg.(IV-IX) w mm	średnie nawożenie NPK w kg na 1 ha	plony w j.zboż. z 1 ha przelicz.	suma opadów w okresie weg.(IV-IX) w mm	średnie nawożenie NPK w kg na 1 ha	plony w j.zboż. z 1 ha przelicz.	suma opadów w okresie weg.(IV-IX) w mm	średnie nawożenie NPK w kg na 1 ha	plony w j.zboż. z 1 ha przelicz.	suma opadów w okresie weg.(IV-IX) w mm	średnie nawożenie NPK w kg na 1 ha
1969	24,4	402,9	264	40,8	489,4	269	37,1	244,2	296			
1970	24,5	255,6	327	34,3	228,6	339	45,1	235,7	418			
1971	25,6	280,4	266	37,8	276,6	368	43,8	337,4	369			
1972	29,5	326,5	266	41,3	309,9	349	58,5	306,0	355			
1973	34,0	341,1	318	45,0	354,3	367	56,1	320,6	408			
1974	39,6	403,7	310	52,6	426,8	330	61,6	344,6	426			
1975	33,4	275,0	337	45,5	339,0	313	56,3	242,7	479			
1976	34,1	358,0	399	46,8	332,1	379	59,5	261,3	446			
1977	37,2	452,7	403	46,3	484,3	358	57,9	419,1	431			
1978	39,7	384,6	371	46,5	273,1	371	56,0	274,6	431			
$\bar{x}$	32,2	348,0	326	43,7	351,4	344	53,2	298,6	406			
Interwał wartości	24,4-39,7	255,6-452,7	264-403	34,3-52,6	228,6-489,4	269-379	37,1-61,6	235,7-419,1	296-479			
Wz %	18,2	18,5	16,0	19,5	25,3	9,7	15,3	19,5	12,9			

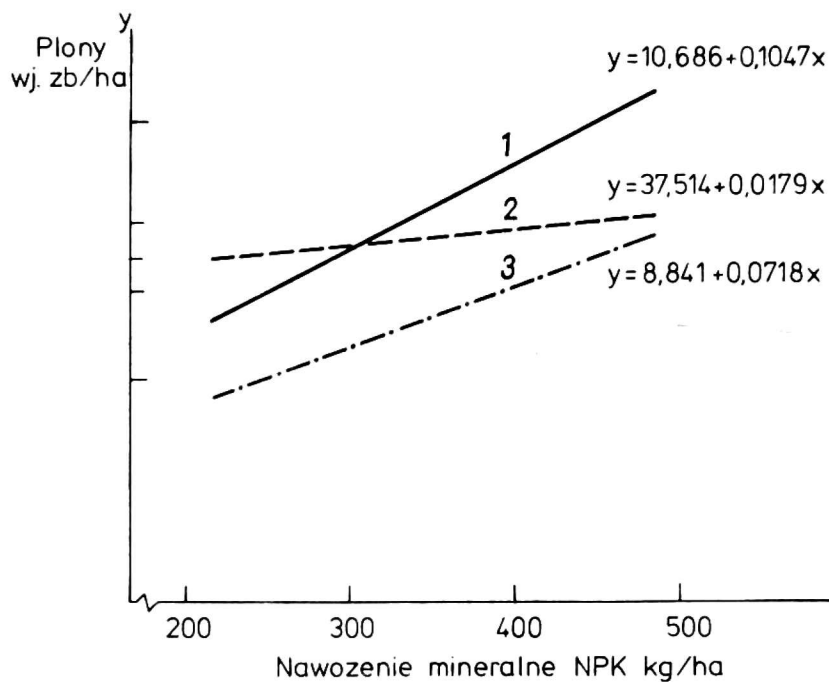
W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące plonów z 1 ha przeliczeniowego, sumę opadów za okres wegetacji oraz średnie nawożenie mineralne dla 3 badanych ZD za okres 10 lat (1969-1978). Zamieszczono tam również wyniki średnie z 10 lat dla poszczególnych zakładów, interwały analizowanych wielkości oraz wartości współczynników zmienności.

Z danych wynika, że zmienność plonów w latach była podobna, jak zmienność opadów. Zbieżność wartości współczynnika zmienności plonów i opadów była największa w warunkach najlżejszych gleb. Zmienność nawożenia wykazywała mniejszy związek z wysokością plonów niż zmienność opadów. Wystąpiła przy tym duża nieregularność różnic pomiędzy zakładami. Wynika to niewątpliwie ze zróżnicowanego stopnia i innych przedziałów wzrostu nawożenia w poszczególnych zakładach.

Dla szerszej oceny wpływu opadów i nawożenia na plony wykonano analizę regresji tych zmiennych. Uzyskano zależności prostoliniowe, które przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Z przebiegu prostych regresji wynika, że oddziaływanie opadów na plony jest silne, związane zarówno z warunkami glebowymi, jak i poziomem średnich opadów (większe przy niższym poziomie opadów średnich). Podobne skutki i związki z warunkami glebowymi oraz poziomem czynnika i stopniem jego wzrostu wyka-



Rys. 1. Wykresy prostych regresji plonów w j.zb./ha w zależności od opadów za okres wegetacji dla 3 zakładów doświadczalnych:  
1 - Baborówko, 2 - Wielichowo, 3 - Wierzbno



Rys. 2. Wykresy prostych regresji plonów w j.zb./ha w zależności od nawożenia mineralnego NPK kg/ha dla 3 zakładów doświadczalnych: 1 - Baborówko, 2 - Wielichowo, 3 - Wierzbno

zywało nawożenie mineralne. Charakterystyczna jest też zgodność kierunku prostych regresji plonów od opadów i nawożenia w poszczególnych zakładach, wskazująca na podobny stopień oddziaływania tych czynników na plony. W celu określenia wpływu zmienności opadów na wysokość plonów, na tle wzrastającego nawożenia mineralnego (na różnych jego poziomach), wykonano analizę regresji wielokrotnej trzech badanych zmiennych. Analizę przeprowadzono na podstawie wyników średnich z 3 zakładów. Zamieszczono je w tabeli 2.

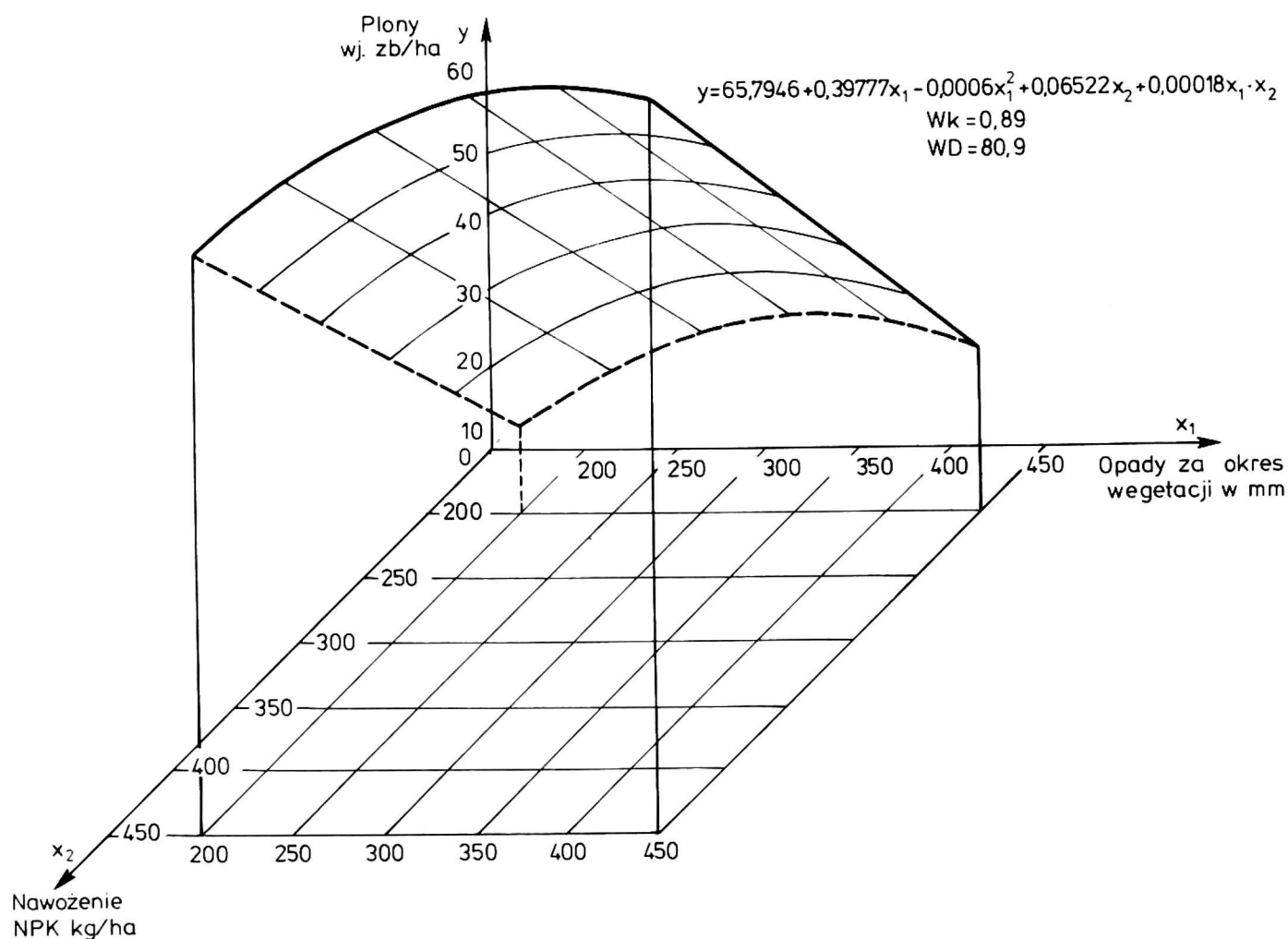
Wyniki analizy regresji wielokrotnej przedstawiono graficznie, w postaci tzw. powierzchni reakcji (na rys. 3). Przestrzenne ułożenie i kształt powierzchni reakcji potwierdzają silny wpływ opadów i nawożenia na plony, zmieniający się krzywoliniowo w różnych przedziałach tych czynników, wskazujący optymalne ich relacje oraz większą współzależność w wyższych poziomach. Wartość współczynnika determinacji WD wykazuje, że o zmienności plonów w analizowanej grupie zakładów w 80,9% decydowały badane czynniki: opady i nawożenie.

Na podstawie zależności określonych równaniem regresji wielokrotnej obliczono plony dla lat charakterystycznych pod względem opadów, wydzielonych wg zasad opracowanych przez Kaczorowską [6] oraz dla

T a b e l a 2

Średnie plony przeliczeniowe z 1 ha, sumy opadów oraz nawożenie mineralne NPK na 1 ha przeliczeniowy z 3 zakładów w latach 1969-1978

Lata	Plony w jedn.zboż. z 1 ha przeliczeniowego	Suma opadów za okres wegetacji (IV - IX) w mm	Nawożenie NPK w kg czyst. składnika na 1 ha przeliczeniowy
1969	34,1	378,8	276,3
1970	34,8	239,9	361,3
1971	35,7	298,1	334,5
1972	43,1	314,1	323,2
1973	45,0	338,7	364,4
1974	51,3	391,7	355,3
1975	45,1	285,6	376,3
1976	46,8	317,1	407,9
1977	47,1	452,0	397,2
1978	47,4	310,8	391,0



Rys. 3. Wykres przestrzenny („powierzchnia reakcji”) wzrostu plonów w zależności od opadów za okres wegetacji ( $x_1$ ) i nawożenia mineralnego NPK ( $x_2$ ) na podstawie kwadratowej regresji wielokrotnej

trzech poziomów nawożenia mineralnego, korespondujących z wysokością nawożenia (już częściowo stosowanego w praktyce i docelowego). Z uzyskanych danych wynika, że plony w latach suchych są niższe średnio o 23%, w latach bardzo suchych średnio o 37%, a w latach skrajnie suchych średnio o 66% od plonów w latach przeciętnych. Różnice zwiększają się wraz ze wzrostem nawożenia. Najwyższe plony w warunkach klimatycznych, w których zlokalizowane były badania, uzyskuje się w latach wilgotnych. W latach bardzo wilgotnych i skrajnie wilgotnych następuje już spadek plonów. W latach bardzo wilgotnych średnie plony są nawet nieco niższe niż w przeciętnych.

T a b e l a 3

Obliczone plony w jednostkach zbożowych, średnie dla poszczególnych kategorii lat i przedziałów opadów przy trzech poziomach nawożenia mineralnego NPK

Lp.	Kategorie lat wg opadów	Przedziały opadów i średnie dla przedziałów w mm wg kategorii lat	Plony w jedn.zboż. z 1 ha przeliczeniowego przy po- ziomach nawożenia mineral- nego NPK/ha		
			350	400	450
1.	Skrajnie suche	<165 $\bar{x}$ 150	12,6	17,2	21,8
2.	Bardzo suche	165-247 <u>206</u>	26,5	31,6	36,7
3.	Suche	248-297 <u>273</u>	38,1	43,8	49,5
4.	Przeciętne	298-364 <u>331</u>	43,8	50,1	56,3
5.	Wilgotne	365-412 <u>388</u>	45,5	52,2	58,9
6.	Bardzo wilgotne	413-494 <u>453</u>	42,6	49,9	57,3
7.	Skrajnie wilgotne	494< $\bar{x}$ 533	32,2	40,2	48,3

Z przedstawionych w tabeli 3 danych nie można wnioskować o plonach średnich dla wielolecia. Aby określić wielkości przeciętne dla wielolecia, należy wziąć pod uwagę częstotliwość występowania charak-

terystycznych pod względem opadów grup lat. Kaczorowska [6] w badaniach nad przestrzennym i czasowym rozmieszczeniem opadów w Polsce wykazała, że na Niżu Polskim sumy roczne opadów w okresie 100-letnim tworzą symetryczny układ rozdzielczy o następujących proporcjach: 50% lat przeciętnych, po 20% lat suchych i wilgotnych, po 4-5% lat bardzo suchych i bardzo wilgotnych. Lata skrajnie suche i skrajnie wilgotne występują niesystematycznie w analizowanym przedziale czasu, wykazując jednak tendencję do zachowania równej proporcji względem siebie (np. 1 : 1 w okresie 100 lat).

Autor [5] w badaniach wykonanych dla Wierzbna za okres 33 lat na podstawie sum opadów za okres wegetacji i ich miesięcznego rozkładu uzyskał dość podobny szereg rozdzielczy, a mianowicie: 57,5% lat przeciętnych, 24,2% lat mokrych i 18,1% lat suchych. W badanym okresie nie wystąpiły, według stosowanych kryteriów, lata bardzo suche i bardzo mokre oraz skrajnie suche i skrajnie mokre. Do dalszej analizy posłużono się (ze względu na zbieżność ocenianych w pracy i w przytoczonych wynikach danych opadowych za okres wegetacji, a także ze względu na bliższe podobieństwo przestrzenne) danymi autora, uzupełnionymi wynikami Kaczorowskiej odnośnie występowania lat bardzo suchych i bardzo mokrych. Pominięto natomiast w analizie udział lat skrajnie suchych i skrajnie mokrych, ze względu na podane tendencje do ich występowania w równowadze i w nieznacznej liczbie. W efekcie otrzymano następujący szereg rozdzielczy dla wielolecia, który zastosowano do dalszych obliczeń:

- 52,9% - lat przeciętnych,
- 16,9% - " suchych,
- 4,0% - " bardzo suchych,
- 22,2% - " mokrych,
- 4,0% - " bardzo mokrych.

W tabeli 4 podano średnie dla wielolecia plony z 1 ha przeliczeniowego w wybranych grupach lat pod względem opadów oraz średnie z wszystkich lat według ich udziału w wieloleciu dla trzech poziomów nawożenia mineralnego NPK. Przedstawione dane wskazują, że średnie plony z lat suchych i bardzo suchych są o 8,0-9,3 j.zb./ha niższe niż w latach przeciętnych i o 8,4-10,1 j.zb./ha niższe niż średnie z grupy lat od przeciętnych do bardzo wilgotnych. Większe różnice występują przy wyższym nawożeniu mineralnym. Można więc stwierdzić, że straty w plonach w wyniku występowania niedoborów opadowych w warunkach, w których przeprowadzono badania, kształtują się na poziomie 8 j.zb. z 1 ha w porównaniu do plonów z lat przeciętnych przy nawożeniu śred-



nim 350 kg NPK/ha i mogą wzrastać do 9,3 j.zb./ha przy wzroście nawożenia o dalsze 100 kg NPK/ha. Straty te są większe, jeżeli plony z lat suchych i bardzo suchych odnieść do lat wilgotnych, w których plonowanie jest najwyższe.

T a b e l a 4

Plony i różnice plonów w jedn. zboż. w wybranych grupach lat wg opadów oraz średnie z wszystkich lat w wieloleciu przy trzech poziomach nawożenia mineralnego

Grupy lat wg opadów	Plony w j.zb. z 1 ha przeliczeniowego przy poziomach nawożenia mineralnego		
	350	400	450
I. Suche i bardzo suche	35,8	41,5	47,0
II. Przeciętne	43,8	50,1	56,3
III. Przeciętne, wil- gotne i bardzo wilgotne	44,2	50,7	57,1
Średnie dla wielolecia	42,5	48,7	54,9
Różnice pomiędzy gru- pami			
II-I	8,0	8,6	9,3
III-I	8,4	9,2	10,1

Obniżenie produkcji w wyniku występowania lat posusznych wywołuje oczywiście odpowiednie skutki ekonomiczne. Jeżeli za podstawę oceny wziąć relacje przychodów do kosztów bezpośrednich produkcji, to można stwierdzić, że straty ekonomiczne na skutek występowania lat suchych wynoszą średnio około 3 tys. zł na 1 ha przeliczeniowy. Obrazują to wyniki zamieszczone w tabeli 5. Straty ekonomiczne w całej gospodarce są niewątpliwie większe, niżby to wynikało z wielokrotności strat z jednostki powierzchni. Nakładają się tu wieloprzestrzenne skutki, wynikające z wahań produkcji i zakłóceń w przyjętym rytmie jej rozwoju.

Jednym ze sposobów zmniejszania skutków występowania posuch jest nawadnianie deszczowniane. Ma ono jednak ograniczony zasięg ze względu na zasoby wody dostępnej dla rolnictwa, a także kosztowność tych inwestycji. Może jednak znaczną rolę odegrać w rejonach najbardziej

T a b e l a 5

Obniżenie dochodu czystego z 1 ha przeliczeniowego w latach suchych i bardzo suchych, w porównaniu do lat przeciętnych oraz wilgotnych i bardzo wilgotnych

Grupy lat pod względem opadów	Średnie plony w j.zb. z 1 ha przeliczen.	Koszty bezpośrednie w zł/1 ha <sup>⊛</sup>	Przychód z produkcji z 1 ha	Dochód czysty z 1 ha	Różnica dochodu czystego w zł/ha
Suche i b. suche	35,8	13 907	16 110	2 203	-
Przeciętne	43,8	14 602	19 710	5 108	2 905
Wilgotne i bardzo wilgotne	44,2	14 626	19 890	5 264	3 061

<sup>⊛</sup> Według metodyki określania ekonomicznej efektywności inwestycji wodnych, melioracyjnych i zaopatrzenia wsi w wodę [9].

T a b e l a 6

Średnie przyrosty plonów wybranych roślin w j.zb./ha oraz średnie na 1 ha przeliczeniowy, pod wpływem deszczowania (z 3 zakładów doświadczalnych)

Gatunki roślin	Przyrosty plonów w j.zb./ha <sup>⊛</sup>
Buraki cukrowe	22,1
Ziemniaki	19,8
Kukurydza na kiszonkę	12,8
Pszenica ozima	6,8
Jęczmień jary	7,4
Owies	6,6
Średnio z 1 ha przeliczeniowego	11,9

<sup>⊛</sup> Uwzględniono tylko przyrosty plonu podstawowego, bez ubocznego.

posusznych. W tabeli 6 przedstawiono przyrosty plonów roślin, wchodzących w skład przyjętego 1 ha przeliczeniowego i średnie dla tego hektara, jakie powoduje nawadnianie deszczowniane w tych samych wa-

runkach, w których oceniano skutki niedoborów opadów naturalnych dla skali produkcyjnej. Prezentowane wyniki, jak już zaznaczono, są średnimi z polowych doświadczeń ścisłych, prowadzonych w różnych przedziałach czasu w latach 1969-1978. Jak wynika z tabeli, przyrosty plonów pod wpływem nawadniania są znacznie zróżnicowane w zależności od gatunków roślin. Wynoszą one średnio na porównywaną 1 ha przeliczeniowy 11,9 j.zb. Przyrost ten koreluje z wielkością obliczonych strat w produkcji w wyniku niedoboru opadów naturalnych. Podobieństwo jest ściślejsze, jeżeli weźmiemy pod uwagę straty w produkcji określone w stosunku do lat wilgotnych. Te relacje należy uznać za miarodajne, gdyż za pomocą nawadniania deszczownianego tworzy się optymalne warunki wilgotności roślinom, takie jakie występują w warunkach naturalnych w latach wilgotnych, kiedy plony są najwyższe. W świetle innych badań efekty nawadniania w przeliczeniu na 1 ha mogą być znacznie wyższe niż tutaj przedstawione. Wynika to z możliwości i celowości nasycania zmianowań większą liczbą roślin intensywnych, o najwyższej reakcji na nawadnianie.

#### WNIOSKI

1. W analizowanym 10-leciu w warunkach klimatyczno-glebowych, w których wykonano badania, opady za okres wegetacji oraz wzrastające nawożenie mineralne decydowały w 80,9% o zmienności plonów określonych dla 1 ha przeliczeniowego. Stopień zależności plonów od opadów był podobny, jak od nawożenia mineralnego.

2. Dynamika zmian plonów pod wpływem każdego z badanych czynników zależała zarówno od stopnia jego wzrostu, jak i przedziału wielkości, w jakim się on odbywał. Na ogół w niższych przedziałach zmienność była wyższa. Poziom badanych czynników miał większe znaczenie dla wysokości plonów niż gleba.

3. Stwierdzone zależności plonów od opadów i nawożenia wskazują, że występowanie lat suchych i bardzo suchych powoduje średnio w wieloleciu obniżenie plonów o 8,0-9,3 j.zb. z 1 ha przeliczeniowego w stosunku do plonów w latach przeciętnych i o 8,4-10,1 j.zb./ha w stosunku do średnich z grupy lat przeciętnych, wilgotnych i bardzo wilgotnych. Większych różnic plonów należy się spodziewać przy wyższym nawożeniu mineralnym.

4. Straty w plonach w wyniku występowania lat posusznych obniżają dochód czysty z 1 ha przeliczeniowego przeciętnie o około 3 tys. zł.

5. Przyrosty plonów pod wpływem nawadniania deszczownianego, określone dla analizowanego 1 ha przeliczeniowego w tych samych warunkach, w jakich badano straty w produkcji w wyniku niedoboru opadów naturalnych, wynoszą średnio 11,9 j.zb. Korelują one ze stratami powodowanymi przez niedobory opadów, ocenianymi w stosunku do lat wilgotnych, w których w naturalnych warunkach analizowanego rejonu uzyskuje się plony najwyższe.

#### LITERATURA

1. Drupka S.: Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. Nowe Technologie. PWRiL, Warszawa, 1976.
2. Dzieżyc J.: Kompleksowe działanie nawozów mineralnych i wody na plonowanie roślin. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 79, 1968.
3. Elandt E.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa, 1964.
4. Fotyma M.: Nowe kierunki w nawożeniu roślin uprawnych. Zakł. Dośw. Baborówko. IUNG Puławy, 1978.
5. Jankowiak J.: Wpływ zróżnicowanego nawadniania i nawożenia mineralnego na wzrost i zmiany jakościowe plonów roślin oraz ekonomiczną efektywność deszczowni na glebach lekkich. Praca doktorska. Poznań, 1977.
6. Kaczorowska Z.: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo występowania niedoboru i nadmiaru opadów. PAN. Pr. geograf. nr 33, Warszawa, 1962.
7. Karoński M., Caliński T.: Grupowanie obiektów wielocechowych na podstawie odległości euklidesowych. Algorytmy Biometryczne i Statystyczne. Roczn. AR w Poznaniu, 1975.
8. Łojewski S.: Wpływ melioracji na wydajność gleb lekkich. PWRiL, Warszawa, 1970.
9. Metodyka określania ekonomicznej efektywności inwestycji wodnych, melioracyjnych i zaopatrzenia wsi w wodę. Instrukcja branżowa. Warszawa, 1976.
10. Michałowski K.: Rachunek regresji w ocenie wyników doświadczeń rolniczych. Technika obliczeń. IUNG. PWRiL. Warszawa, 1968.
11. Ogólna Uprawa Roli i Roślin. Ćwiczenia lab. i polowe. Pod red. J. Dorywalskiego. AR Poznań, 1978.

12. Waloryzacja Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej. Pod red. Witka T. IUNG Puławy, 1976.
13. Wicke J., Stock G.: Weitere Intensivierung der Getreideproduktion durch Beregnung. Feldwirtschaft 4, 1977.

Й. Янковяк

## СЛЕДСТВИЯ ЗАСУХИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЖДЕВАНИЯ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Р е з ю м е

На основании данных (информационных карт полей), полученных на практике на протяжении 10 лет опытными станциями Вежно, Великово, Баборувко, расположенными в западной части центральной зоны Польши на легких и средних почвах при показателе бонитировки 1,22-2,00, оценены потери урожая и экономические последствия засухи. В результате полевых опытов, проведенных в тех же самых условиях, определена производственная эффективность дождевания. В обоих случаях оценка была сделана по переводному гектару при структуре: 25% пропашные, 25% кормовые, 50% зерновые культуры.

Установлено, что о изменчивости урожая в 80,9% решали осадки в вегетационный период и минеральные удобрения. Степень воздействия осадков была подобна степени воздействия минерального удобрения, причем зависела она от колебаний указанных факторов и от почвы. Снижение урожая вследствие сухого и очень сухого периода составляло на протяжении многих лет 8-9,3 зерн. ед./1 перевод. га по отношению к периоду средних осадков и 8,4-10,1 зерн. ед./1 га по отношению к среднему, влажному и очень влажному периоду. Большие различия были обнаружены при более высоком удобрении. Это снизило чистый доход на 3 тыс. злотых/1 га.

Выявлено, что дождевание в аналогичных условиях содействовало увеличению урожая в среднем на 11,9 зерн.ед./1 га. Прирост этот связан с потерями, вычисленными по отношению к влажному периоду, в который в натуральных условиях урожай является самым высоким.

J. Jankowski

EFFECTS OF DROUGHTS AND CONSEQUENCES OF SPRINKLING IRRIGATION  
IN WESTERN PART OF POLISH LOWLAND

## S u m m a r y

On the basis of data obtained from practice for the period of 10 years and derived from 3 Experiment Stations situated in western part of Polish lowland characteristic by light soils of 1.22-2.00 class, losses in crops were evaluated as well as economic effects of occurring draughts. At the same time, effects of irrigation by means of waterspray were assessed, in terms of so called conversion hectare of the following structure: 25% of root crop, 25% of pasturables and 50% of corns. It was found that precipitations during the vegetation time and mineral fertilization were responsible in 80,9% for changes in crops. Effects of precipitations and fertilization were approximately equal depending on the kind of soil and the range of these factors fluctuations. The decrease of crops because of dry and very dry seasons amounted, on the average, from 8 to 9,3 corn units per conversion hectare in comparison with normal years, and from 8,4 to 10,1 corn units in comparison with moist or very moist years. All this means the decrease of net income by about 3.000 zlotys per hectare. Waterspray irrigation results, under the same conditions, in the increase of crops by approximately 11,9 corn units per hectare. This increase corresponds with losses calculated in relation to moist years when, under natural conditions, highest crops are attained.