

WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA MINERALNEGO
NA PLONOWANIE ROŚLIN UPRAWNYCH
NA GLEBIE PIASZCZYSTEJ

EINFLUSS VON BEWÄSSERUNG UND MINERALDÜNGUNG AUF DEN ERTRAG
VON KULTURPFLANZEN AUF SANDBODEN

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ
НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

MIECZYŚLAW TRYBAŁA

Katedra Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych
Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu

Kierownik: prof. dr Józef Dzieżyc

PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ
NAD NAWADNIANIEM ROŚLIN UPRAWNYCH
NA GLEBACH LEKKICH

Gleby lekkie zajmują w naszym kraju przeszło połowę areału gleb uprawnych. Mała zasobność w składniki pokarmowe i częste niedobory opadów przypadające z reguły na okresy krytyczne roślin uprawnych sprawiają, że produktywność tych gleb jest niska. Ze względu na ich małą pojemność wodną (18—35%) i dużą przepuszczalność nawet krótkotrwałe susze ujawniają się w postaci wyraźnych symptomów niedoborów wodnych u roślin, zwłaszcza przy wysokiej temperaturze potęgującej ewapotranspirację.

Właściwe rozwiązanie problemu uprawy, nawożenia i wody oraz zwiększenie asortymentu roślin i stabilizacja plonów, to podstawowe zadania w podniesieniu produktywności gleb lekkich. Zadania te można osiągnąć tylko przez kompleksowe oddziaływanie człowieka na glebę, celem poprawienia jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych.

Technika uprawy i nawożenia na glebach lekkich mają już długą historię badań udokumentowaną bogatą literaturą krajową i zagraniczną.

Natomiast zagadnieniem wody i współdziałania wody z nawożeniem zajmowano się do niedawna dość jednostronnie i w sposób niedostateczny.

Zdaniem Świętochowskiego (57) woda w produkcji roślinnej jest potrzebna: 1) dla samej rośliny, 2) dla mikro-organizmów glebowych, 3) dla utrzymania prawidłowego stanu systemu koloidalnego, 4) dla wytworzenia prawidłowej struktury roli w czasie uprawy, 5) dla uzyskania odpowiedniego stanu wilgotności powietrza atmosfery przyziemnej, korzystnego dla gospodarki wodnej samej rośliny.

Dotychczasowe badania dotyczyły głównie rodzaju wody w glebie oraz zdolności zatrzymania jej przez glebę i często były wykonywane w warunkach laboratoryjnych (8, 53, 55, 64).

Pierwsze badania w Polsce nad gospodarką wodną w warunkach polowych przeprowadził B a c i B a r a n i e c k i (2). Dotyczyły one gospodarki wodnej owsa, pszenicy ozimej i buraków cukrowych. Na podstawie tych badań autorzy stwierdzili między innymi, że gleba posiada dostateczną wilgotność do rozwoju roślin tylko wczesną wiosną i jesienią oraz że wysokość plonu nie jest zależna od sumy opadów w roku kalendarzowym ani w okresie wegetacji, lecz od odpowiedniego rozkładu opadów w czasie, właściwego dla poszczególnych gatunków roślin. Stąd nasuwa się wniosek o celowości nawodnień w warunkach Polski.

Badania nad gospodarką wodną roślin prowadzili i inni badacze (3, 4, 5, 7, 25, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 57, 58, 59).

W ostatnich dziesiątkach lat obserwuje się coraz większe zainteresowanie problemem nawadniania roślin uprawnych zwłaszcza przy pomocy deszczowni. Dowodem tego jest między innymi bogata literatura niemiecka. Na przykład B r o u w e r (10) w swym podręczniku o nawadnianiu cytuje ponad 400 pozycji, K l a t t (31) w swej pracy o technice i sposobie nawadniania roślin cytuje prawie 200 pozycji, a F r ö h l i c h, B l a s s e i V o g e l (21) w podręczniku o nawadnianiu warzyw cytują ponad 250 pozycji. Większość cytowanych przez nich prac dotyczy bezpośrednio nawadniania.

Duży postęp w teorii i praktyce nawadniania roślin uprawnych obserwuje się ostatnio w Bułgarii, Rumunii, na Węgrzech, w ZSRR oraz w Czechosłowacji, a jeszcze większy na zachodzie Europy i w wielu krajach pozaeuropejskich, przy czym do nawodnień deszczownianych na gruntach ornych stosuje się głównie wodę czystą, a tylko wyjątkowo ścieki. Mimo, że badania tego typu są szeroko rozwinięte w innych krajach, to jednak bezpośrednie przenoszenie badań do nas wydaje się niewłaściwe ze względu na odmienne warunki glebowo-klimatyczne, nawożenie i odmiany.

Konstrukтором pierwszej w Polsce deszczowni był Władysław Szczepkowski. Deszczownia ta została wykonana w 1908 roku, w ówczesnym

Księstwie Poznańskim i dała początek powstaniu szeregu podobnych urządzeń w Wielkopolsce, skąd przedostały się następnie do Niemiec, gdzie z kolei skonstruowano wiele innych modeli (6).

Pierwsze doświadczenia z nawadnianiem roślin uprawnych na glebach lekkich, bądź średnio zwięzłych, przeprowadzili na terenie Polski w okolicy Bydgoszczy Krüger, Gerlach, Koppens i Romanowski.

Z badań Krügera (33) z nawadnianiem ziemniaków wynika, że zwyczajki plonów pod wpływem deszczowania wahały się w granicach od 36 do 186 q/ha (przy opadach naturalnych od czerwca do sierpnia 98—227 mm).

Z doświadczeń Gerlacha (22) z nawadnianiem buraków cukrowych dowiadujemy się, że zwyczajki plonów uzyskane na skutek nawadniania bez nawożenia mineralnego wynosiły 28,6 q/ha a z nawożeniem mineralnym 53 q/ha. Jego zdaniem rośliny nawadniane powinny się intensywnie nawozić.

Doświadczenia Koppensa i Romanowskiego (32) wykonane w latach 1922—1925 z nawadnianiem ziemniaków pozwoliły uzyskać zwyczajki plonów od 16 do 93%. Ci sami autorzy przy nawodnieniu zbóż otrzymali następujące zwyczajki plonów: żyta 71%, pszenicy ozimej i owsa 89% oraz zielonek od 42 do 150%. Początkowo nawadnianie wykonywano przy pomocy węża z rozpylaczem, a dopiero później przy pomocy deszczowni.

Opublikowane w 1962 roku wyniki doświadczeń Ulińskiego, Jackowskiej i Napiórkowskiej (62) informują o reakcji czterech odmian jęczmienia jarego i sześciu odmian owsa na podlewanie w warunkach mikroparcel, z których wynika, że jęczmień okazał się mniej wrażliwy na suszę niż owies. Poszczególne odmiany tak jęczmienia, jak i owsa wykazywały również niejednakową reakcję na suszę.

Dzieżyci Rojek (13, 14, 15, 16, 17), podjęli w 1961 roku wieloletnie doświadczenia z deszczowaniem wodą czystą różnych gatunków roślin. Badania w RZD Samotwór koło Wrocławia objęły wiele gatunków roślin z grupy okopowych, przemysłowych, pastewnych, motylkowych wieloletnich i warzyw oraz użytki zielone na glebach średnio zwięzłych (IV klasy bonitacyjnej). W doświadczeniach tych badano efektywność nawodnień deszczownianych przy przeciętnym oraz przy wysokim poziomie nawożenia mineralnego i osiągnięto zwyczajki plonów zbóż w granicach od 30 do 65%, okopowych od 15 do 50%, pastewnych kiszonkowych od 15 do 65% i motylkowych wieloletnich od 30 do 70%. Wymienieni autorzy stwierdzili jednocześnie ujemny wpływ nawadniania i wysokiego nawożenia na % zawartość cukru w burakach cukrowych i skrobi w ziemniakach oraz wykazali opłacalność nawadniania deszczownianego większości roślin polowych w badanych warunkach.

W latach 1962—1964 Dzieżyca i Trybała (20) przeprowadzili doświadczenia z nawadnianiem 10 roślin uprawnych 40 mm dawką wody w różnych fenofazach przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym na madzie piaszczystej głębokiej w Swojcu koło Wrocławia. Wynika z nich między innymi, że wczesne nawadnianie zbóż (krzewienie, początek strzelania w źdźbło) wpłynęło na zwyczaję plonów słomy. Natomiast nawadnianie w późniejszych fazach (wykształcenie ziarna, dojrzałość mleczno-woskowa) z reguły podnosiło plony ziarna.

Ziemniaki nawadniane tuż po kwitnieniu, niezależnie od poziomu nawożenia, dały wysokie zwyczaję plonów (15—37% plonów kontrolnych). Nawadnianie wcześniejsze i późniejsze dało mniejsze zwyczaję plonów.

Nawadnianie buraków cukrowych i marchwi pastewnej dało najlepsze wyniki w fazie grubienia korzenia (druga połowa lipca i pierwsza połowa sierpnia). Zwyczaję plonów osiągnęły 40% plonów kontrolnych. Nawadnianie wcześniejsze i późniejsze dało zwyczaję plonów w granicach 10%.

Jak widać z przeglądu literatury krajowej, dysponujemy małą ilością badań z nawadnianiem roślin uprawnych wodą czystą. Szczególnie mało jest danych o kompleksowym nawadnianiu i nawożeniu różnymi dawkami roślin uprawianych na glebach lekkich, co skłoniło mnie do przebadania tego zagadnienia w warunkach Dolnego Śląska.

CEL, WARUNKI I METODYKA BADAŃ WŁASNYCH

1. CEL

Doświadczenia polowe wykonano w RZD Swojec w latach 1962—1964 pod kierunkiem prof. dr Józefa Dzieżyca. Zostały one przeprowadzone na madzie piaszczystej całkowitej (V klasa bonitacyjna).

Celem badań było prześledzenie wpływu różnych dawek wody i nawozów mineralnych na plony i jakość plonów 8 gatunków roślin uprawnych, z uwzględnieniem współdziałania nawożenia mineralnego z nawadnianiem.

Badaniami objęto następujące gatunki roślin:

- 1) buraki cukrowe — AJ 2
- 2) marchew pastewna — Biała Zielonogłowa
- 3) ziemniaki — Bem
- 4) pszenica ozima — Komorowska
- 5) pszenica jara — Opolska
- 6) owies — Udycz Żółty
- 7) kukurydza pastewna — Wiel-Wi
- 8) słonecznik pastewny w mieszance z roślinami strączkowymi.

Tabela 1

Skład mechaniczny gleby pod doświadczeniami (w %)
Korngrossenzusammensetzung des Versuchsbodens (in %)
Механический состав опытной почвы в процентах

Głębokość pobrania próbki w cm Tiefe der Probenent- nahme in cm Глубина взятия пробы в см	Frakcje szkie- letowe > 1 mm Skeletfraktion > 1 mm Скелетная фракция > 1 мм	Frakcje piaszczyste w mm Sandfraktionen in mm Песчаные фракции в мм		Frakcje pyłowe w mm Feinsandfraktionen in mm Пылистые фракции в мм	Części sypkialne Abschlammbare Teile Физическая глина		Suma frakcji w mm Summe der Fraktionen in mm Сумма фракций в мм				
		1,0—0,5	0,5—0,25		0,1—0,05	0,02—0,006		0,006— —0,002	< 0,002		
		0,25—0,1							< 0,02		
Profil 1 — Mada piaszczysta głęboka — tiefer, sandiger Madaboden — Профиль 1 — Глубокая песчаная пойма											
5—15	4,1	19,5	31,0	34,4	4,1	1	1	3	6	5,1	10
25—35	4,1	21,5	32,6	36,1	3,8	1	0	1	4	4,8	5
45—55	5,4	32,3	30,9	23,4	1,4	0	0	0	3	1,4	3
65—75	2,5	32,8	52,9	12,6	0,7	0	0	0	1	0,7	1
85—95	4,4	25,0	27,1	45,9	1,0	0	0	0	1	1,0	1
105—115	9,4	38,0	39,0	22,0	0	0	0	0	1	0	1
125—135	14,8	30,7	38,3	27,4	0	1	0	0	2,6	1	2,6
145—155	20,0	25,8	28,9	42,0	3,3	0	0	0	2	3,3	2

Profil 2 — Mada piaszczysta głęboka — tiefer, sandiger Madaboden — Профиль 2 — Глубокая песчаная пойма											
5—15	4,8	17,9	26,0	42,4	2,7	1	3	3	4	3,7	10
25—35	5,0	15,0	29,0	47,0	1,0	0	2	2	3	1	7
45—55	0,9	13,0	53,7	32,3	0	0	0	0	1	0	1
65—75	3,9	20,0	26,3	51,7	0	0	1	0	1	0	2
85—95	8,9	35,1	45,5	17,0	0	0	0	0	2,4	0	2
105—115	12,8	44,9	43,9	8,2	1	0	0	0	2	1	2
125—135	16,6	51,6	38,9	6,0	1,5	0	0	1	1	1,5	2
145—155	14,5	49,5	42,5	5,0	1	0	0	1	1	1	2

Wymienione rośliny były uprawiane w zmianowaniu: okopowe na oborniku, pastewne kiszonkowe i zboża.

Zakres badań obejmował: obserwacje fenologiczne, dynamikę przyrostu, wysokość plonów, skład chemiczny materiału roślinnego, ciężar 1000 ziarn i ciężar hektolitra ziarna zbóż.

2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GLEBOWYCH

Budowa profilu gleby na polu doświadczalnym (tab. 1) wykazuje układ warstwowy. W obrębie poszczególnych warstw materiał glebowy jest dobrze przesortowany. Skład mechaniczny nie wykazuje prawie żadnych różnic na całym terenie doświadczalnym. Poziom górny ma skład piasków słabo gliniastych, pozostałe warstwy to piaski luźne.

Na podstawie składu mechanicznego widać, że gleby te charakteryzują się dużą przepuszczalnością, małą porowatością kapilarną i małym podsiąkiem. Są z reguły za suche, a poza tym ubogie w składniki pokarmowe.

3. PRZEBIEG POGODY I STOSUNKI WODNE W GLEBIE W LATACH 1962—1964

Średnie opady dla wielolecia na badanym terenie i odchyłki od średnich wieloletnich w latach doświadczeń przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Średnie miesięczne sumy opadów oraz odchyłki od średnich wieloletnich (mm)

Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen (mm)

Средние месячные суммы осадков и отклонения от средних многолетних (мм)

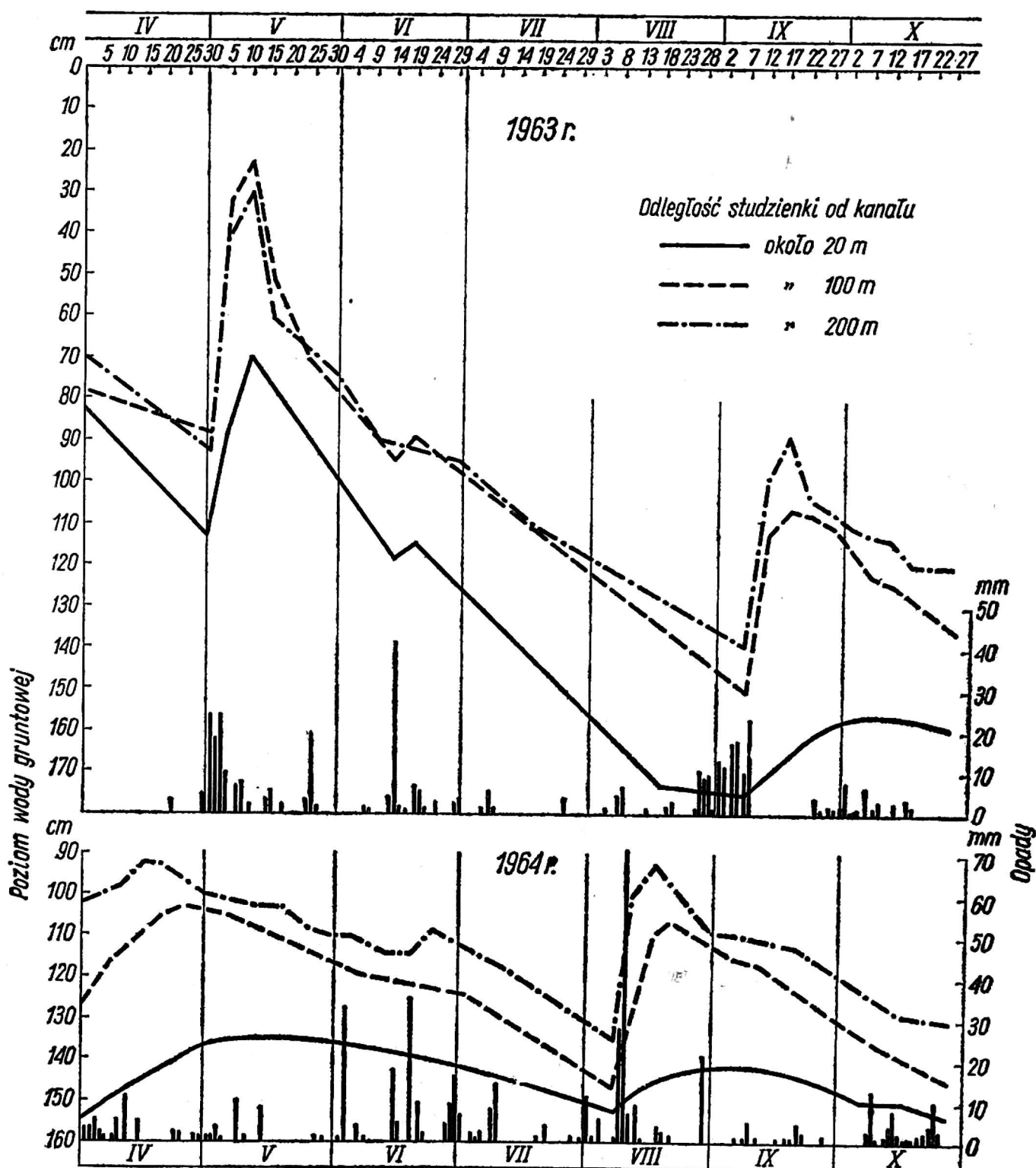
Lata — Jahre — Годы	Miesiące — Monate — Месяцы							
	X—III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV—IX
Średnio	215,0	40,0	59,0	63,0	83,0	67,0	45,0	357,0
Durchschnittlich								
В среднем								
1881—1930								
1962	— 9,6	— 5,6	+21,4	—38,2	— 6,8	— 2,8	+ 6,2	—22,8
1963	—95,8	—33,7	+63,9	+ 1,1	—70,8	—21,0	+56,7	— 3,8
1964	—19,8	+ 7,6	—30,3	+59,2	—42,1	+94,7	—29,3	+59,8

Z liczb tej tabeli wynika, że rok 1962 miał stosunkowo równomierny rozkład opadów w ciągu okresu wegetacyjnego. Wyjątek stanowił maj z nieco obfitszymi opadami w porównaniu ze średnimi z wielolecia oraz czerwiec o małych opadach. Rok 1963 miał suchy kwiecień, nieco za wil-

gotny maj, wyjątkowo suchy lipiec i dosyć mokry wrzesień. W 1964 roku większe opady przypadły na czerwiec i sierpień, zaś pozostałe miesiące charakteryzowały się małymi niedoborami lub miały opady zbliżone do średnich wieloletnich.

Przebieg opadów w okresie wegetacyjnym w latach doświadczeń i poziom wody gruntowej na polu doświadczalnym w latach 1963—1964 przedstawiają wykresy na rysunku 1.

Głębokość zwierciadła wody gruntowej była niejednakowa w studzienkach znajdujących się w różnej odległości od kanału (rys. 1). Poza tym



Rys. 1. Opady i poziom wody gruntowej

**Terminy nawadniania badanych roślin uprawnych
Bewässerungstermine der untersuchten Kulturpflanzen**

Сроки орошения исследуемых культур

Lp. doszładek Verzeichnis № опыта	Roślina Pflanze Растение	Termin nawadniania Bewässerungstermin Срок орошения			Liczba nawadnień w roku Bewässerungszahl Количество орошений	Porównywanie dawki wody Wasserabgleich in mm в мм	Сравнение дозы воды в мм	Fenofazy w czasie nawadniania Entwicklungsphasen Фенофазы во время орошения		
		1962	1963	1964						
1	Marchew pastewna Futtermohren	4. VII	—	8. VII	3	15, 30	listnienie	początek grubienia korzeni grubienie korzeni Blatterscheinen Anfangliches Dickenwachstum der Wurzeln		
		24. VII	20. VII	20. VII					60, 90	образоование листьев
		25. VIII	10. VIII	28. VIII					120	начало отолщения корней
2	Buraki cukrowe Zuckerrüben	—	10. VII	6. VII	3	10, 20	listnienie	grubienie korzeni zółknięcie i opadanie dolnych liści Blatterscheinen Dickenwachstum der Wurzeln Galbwerden und Abfall der Randblätter		
		—	20. VIII	17. VIII					40, 60	образоование листьев
		—	28. VIII	31. VIII					80	отолщение корней
	Сахарная свекла							желтение и опадание нижних листьев		

3	Ziemniaki Kartoffeln Картофель	— — —	— 19. VII 7. VIII	— 15. VII 5. VIII	2 — —	10, 20 40, 60 80	koniec kwitnienia zawiązywanie owoców Ende der Blüte Nach der Blüte конец цветения завязывание плодов
4	Kukurydza pastewna Futtermais Кормовая кукуруза	— 30. VII 20. VIII	— 18. VII 12. VIII	— 24. VII 10. VIII	2 — —	10, 20 40, 60 80	formowanie kwiatostanów żeńskich wykształcenie ziarna Bildung der weiblichen Blüten Kornbildung образование пестичных цветков развитие зерна
5	Mieszanka pastewna Futterpflanzengemenge Кормовая смесь	16. VI 25. VII	23. V 27. VI	20. V 30. VI	2 — —	10, 20 40, 60 80	listnienie kwitnienie peluski Blatterscheinen Blüte bei Peluschke образование листьев цветение полевого гороха
6	Pszenica jara Sommerweizen Яровая пшеница	12. VI 3. VII 19. VII	21. V 29. VI 13. VII	29. V 27. VI 8. VII	3 — —	15, 30 60, 90 120	strzelanie w źdźbło wykształcenie ziarna dojrzałość mleczno-woskowa Schossen Kornbildung Nach der Milchreife образование стеблей образование зерна молочно-восковая зрелость

Lp. doświadczenia № опыта Versuchsnr.	Roślina Pflanze Растение	Termin nawadniania Bewässerungstermin Срок орошения			Ilość nawadnień w roku Bewässerungszahl	Kołnyczystwo oрошения Wassergabenvergleich in mm в мм Potopуване давки воду Сравняване дози воды в мм	Fenofazy w czasie nawadniania Entwicklungsphasen Фенофазы во время орошения
		1962	1963	1964			
7	Pszenica ozima Winterweizen Озимая пшеница	—	24. IV 6. VII	23. IV 8. VII	2	10, 20 40, 60, 80	krzewienie dojrzałość mleczna Wurzelbildung Milchreife молочная зрелость
8	Owies Hafer Овес	—	5. V	12. VI	1	5, 10, 20, 30, 40	strzelanie w źdźbło Schossen образование стеблей

poziom wody gruntowej układał się nieco odmiennie w poszczególnych latach. W roku 1963 podlegał dużym wahaniom, zgodnie z nierównomiernym rozkładem opadów w ciągu okresu wegetacyjnego, a w 1964 roku wahania te były mniejsze i mieściły się w granicach kilkudziesięciu centymetrów.

4. METODYKA DOŚWIADCZEŃ POLOWYCH

Doświadczenie zostało wykonane metodą podbloków losowanych w 4 powtórzeniach. Podblokami były 3 dawki nawozów mineralnych, w tym dawki kontrolne NPK wynosiły 90 kg/ha pod zboża i rośliny pastewne oraz 105 kg/ha pod okopowe, zaś pozostałe dawki były dwukrotnie większe (2NPK) i trzykrotnie większe (3NPK). Wewnątrz podbloków porównywano 5 różnych dawek wody z obiektem kontrolnym. Jako obiekt kontrolny przyjęto poletka nawożone pojedynczą dawką nawozów i bez nawadniania.

Uprawa, nawożenie i siew oraz zabiegi pielęgnacyjne były wykonywane na dużych pasach pola, zgodnie z ogólnymi zasadami poprawnej agrotechniki.

Orkę wykonywano corocznie jesienią, z wyjątkiem pola pszenicy ozimej. Obornik pod okopowe przyorywano w ilości 300 q/ha. Wiosną pole bronowano lub kultywatorowano i rozsiewano nawozy mineralne. Pod wszystkie rośliny dawano $\frac{1}{3}$ dawki azotu przedsiewnie, a $\frac{2}{3}$ wysiewano pogłównie w dwóch terminach. Po sprzęcie zbóż i słonecznika w mieszance z roślinami strączkowymi wykonywano bezzwłocznie podorywkę. Na polu zbożowych rozsiewano jesienią wapno defekacyjne w ilości około 200 q/ha.

Nawadnianie i sprzęt roślin wykonywano na mikropoletkach o powierzchni 5 m², oddzielonych od siebie ścieżkami o szerokości 0,5 m. Nawadniano przy pomocy polewaczek ogrodowych wodą rzeczną, imitując deszczowanie. Wodę stosowano w określonych fenofazach, co przedstawia tabela 3.

Skład chemiczny wody badano trzykrotnie w ciągu sezonu.

Wyniki analiz przedstawia tabela 4.

5. METODYKA BADAŃ LABORATORYJNYCH

Ciężar 1000 ziarn i ciężar objętościowy, zwany też ciężarem hektolitra, oznaczono według międzynarodowych przepisów.

Wilgotność ziarna zbóż oznaczono w czasie młocki metodą suszarkowo-wagową (42). Azot ogólny oznaczono metodą Kjeldahla, potas metodą

Tabela 4

Skład chemiczny wody używanej do nawodnień
 Chemische Zusammensetzung des zur Bewässerung benutzten Wassers
 Химический состав воды, употребляемой для орошения

Nr próbki Proben № пробы	Rok 1963				Rok 1964			
	Jahr				Jahr			
	Год				Год			
	data pobrania próbki Datum der Probeentnahme дата взятия пробы	ilość mg/l Menge in mg/l количество в мг/л			data pobrania próbki Datum der Probeentnahme дата взятия пробы	ilość mg/l Menge in mg/l количество в мг/л		
N ₂		P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₂		P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	21. VI	1,0	8,8	10,0	15. VI	1,2	8,0	9,0
2	27. VII	1,4	7,2	12,0	20. VII	1,3	8,1	12,0
3	15.VIII	1,5	8,0	13,0	16.VIII	1,4	8,2	14,0

plamieniową, fosfor — kolorymetrycznie według modyfikacji R a - m e a u (46) i S c h e e l e (52), tłuszcz surowy metodą Soxhleta, cukier w burakach cukrowych polarymetrycznie, zaś pozorną suchą substancją (45) w marchwi pastewnej oznaczono refraktometrycznie*. Analizy chemiczne wykonywano corocznie.

6. OBLICZENIA STATYSTYCZNE

Opracowanie statystyczne wyników dotyczących plonowania wykonano oddzielnie dla każdego roku, co pozwoliło analizować uzyskane z doświadczeń różnice w powiązaniu z przebiegiem opadów w poszczególnych latach. Oprócz podanych w niniejszej pracy plonów ziarna zbóż i plonów korzeni roślin okopowych, opracowano również statystycznie plony słomy i liści.

Istotność różnic w plonach oceniono przy pomocy testu „F” Snedecora przy $P = 0,05$.

W celu łatwiejszego posługiwania się poszczególnymi przedziałami ufności w dalszej części pracy, oznaczono je liczbami rzymskimi od I do IV:

- I — przedział ufności dla różnic $\bar{x}_{NPK} - \bar{x}_{2NPK}$ itp.
 II — „ „ „ „ „ $\bar{x}_0 - \bar{x}_{15}$ itp.
 III — „ „ „ „ „ $\bar{x}_{NPK-0} - \bar{x}_{NPK-15}$ itp.
 IV — „ „ „ „ „ $\bar{x}_{NPK-0} - \bar{x}_{2NPK-0}$ lub $\bar{x}_{NPK-0} - \bar{x}_{2NPK-15}$ itp.

* Ponieważ około 90% tej substancji stanowią sacharoza i cukry proste, w dalszej części pracy będą ją nazywał cukrami.

WYNIKI BADAŃ

1. WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA NA WYSOKOŚĆ
I JAKOŚĆ PLONÓW ROŚLIN OKOPOWYCH

W rozdziale tym zostaną omówione wyniki dotyczące plonowania buraków cukrowych, marchwi pastewnej i ziemniaków.

B u r a k i c u k r o w e

Uzyskane plony korzeni buraków cukrowych pod wpływem zróżnicowanego nawożenia i nawadniania zestawiono w tabeli 5. Z danych zawartych w tej tabeli wynika, że zróżnicowane nawożenie dało tylko w 1963 roku statystycznie udowodnione zwwyżki plonów korzeni buraków cukrowych.

Mimo, że zastosowana metoda obliczeń statystycznych przy małej ilości stopni swobody dla nawożenia (2) wykazała nieistotność różnic plonów buraków cukrowych (1963), ziemniaków (1963) i kukurydzy pastewnej (1962 i 1963), tym niemniej podwojenie nawożenia (2NPK) dało zwwyżki plonów tych roślin zasługujące na uwagę.

Nawadnianie poszczególnymi dawkami wody w obydwu latach spowodowało istotne zróżnicowanie plonów. W 1963 roku, o wyjątkowo suchym lipcu i sierpniu, uzyskane pod wpływem takich samych dawek wody zwwyżki plonów były znacznie większe niż w następnym roku doświadczeń, kiedy to niedobory opadów wystąpiły jedynie w drugiej i trzeciej dekadzie lipca, zaś czerwiec i sierpień miały opady znacznie powyżej normy.

Współdziałanie nawożenia z nawadnianiem zostało statystycznie udowodnione tylko na plonach z 1963 r.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że zarówno zwiększone nawożenie, jak i nawadnianie zmniejszyło różnice w plonach między latami, czyli zmniejszyło ryzyko uprawy buraków cukrowych na piaskach.

Intensywne nawożenie mineralne nie wpłynęło na istotne zróżnicowanie plonów liści buraków cukrowych. Nawadnianie dawkami wody większymi od 40 mm dało w obydwóch latach zwwyżki przekraczające przedziały ufności; wynosiły one od 10 do około 60 q/ha. Współdziałanie nawożenia z nawadnianiem nie zostało udowodnione.

Nie stwierdzono wyraźnego wpływu nawadniania przy intensywnym nawożeniu na zawartość białka w burakach cukrowych. Zabiegi te wpłynęły jednak na podwyższenie zawartości cukru. Nie uległ pogorszeniu

Tabela 5

Plony korzeni buraków cukrowych w q/ha
 Zuckerrübenträge in dz/ha
 Урожай корней сахарной свеклы в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				Przedział ufności w q Gesicherte Grenzdifferenz in dz Интервал доверия в ц		
			10	20	40	60		80	\bar{X} NPK
1963	NPK	170	190	234	270	280	I — 23,0		
	2NPK	284	354	306	350	340	II — 5,3		
	3NPK	258	236	284	394	414	III — 8,9		
	\bar{X}_{10}	237	260	275	338	345	IV — 58,6		
1964	NPK	304	340	344	354	366	I — nieistotne		
	2NPK	328	350	384	388	392	II — 12,8		
	3NPK	340	376	372	406	406	III — 22,2		
	\bar{X}_{10}	324	355	367	383	388	IV — 63,4		

stosunek białka do cukru, a więc nie pogorszyła się wartość technologiczna buraków cukrowych.

Procentowa zawartość cukru w korzeniach buraków cukrowych (tab. 6) wykazuje tendencję wzrostową pod wpływem obydwu zabiegów, a zwłaszcza pod wpływem nawadniania (1,7).

Plony cukru (tab. 6) wzrosły pod wpływem wysokich dawek nawożenia i nawadniania średnio o 36 q/ha.

Marchew pastewna

Uzyskane pod wpływem zróżnicowanego nawożenia i nawadniania plony korzeni marchwi pastewnej przedstawia tabela 7.

Jak widać z liczb tej tabeli podwojenie i potrojenie nawożenia mineralnego (2NPK i 3NPK) w pierwszym roku doświadczeń dało istotne zróżnicowanie plonów korzeni marchwi. Natomiast w następnych dwóch latach badań nie stwierdzono różnic (1963), lub zróżnicowanie plonów mieściło się w granicach błędu (1964).

Nawadnianie marchwi pastewnej różnymi dawkami wody dało we wszystkich latach doświadczeń statystycznie udowodnione zwwyżki plonów korzeni w stosunku do plonów kontrolnych. Natomiast różnice między poszczególnymi dawkami wody w 1962 roku, o równomiernym rozkładzie opadów w ciągu okresu wegetacyjnego, miały miejsce tylko przy mniejszych dawkach (15, 30 mm). W następnych latach, o dużych niedoborach opadów w stosunku do średnich wieloletnich, w okresie krytycznym dla roślin okopowych, tj. w miesiącach lipiec i sierpień oraz w pierwszej połowie września, różnice plonów między poszczególnymi dawkami wody były przeważnie statystycznie udowodnione.

Plony liści marchwi pastewnej nie wykazały istotnego zróżnicowania pod wpływem nawożenia. Natomiast nawadnianie tylko w 1962 roku nie dało udowodnionego zróżnicowania plonów, zaś w dwóch następnych latach zwwyżki plonów liści wynosiły od 18 do 36 q/ha i były istotne.

W warunkach omawianych doświadczeń nie stwierdzono ujemnego wpływu intensywnego nawożenia i nawadniania na skład chemiczny korzeni tej rośliny. Biorąc pod uwagę małe zróżnicowanie składu chemicznego marchwi w poszczególnych latach, w tabeli 8 zestawiono średnie arytmetyczne składników z 3 lat badań.

Jedynie zawartość cukrów w 1962 roku była większa średnio o 1,5 do 2% w porównaniu z zawartością cukrów w plonach z lat następnych. Zatem zwwyżki plonów cukrów i białka (tabela 9) były proporcjonalne do wzrostu plonów korzeni i wynosiły średnio pod wpływem nawadniania 13 q/ha cukrów oraz 1,6 q/ha białka.

Tabela 6

Skład chemiczny korzeni buraków cukrowych w procentach świeżej masy
i plony cukru w q/ha (średnie z lat 1963—1964)

Chemische Zusammensetzung der Zuckerrüben in Prozenten
der Frischmasse sowie Zuckererträge in dz/ha
(durchschnittliche Angaben d. J. 1963—1964)

Химический состав корней сахарной свеклы в процентах свежей массы
и урожай сахара в ц/га (средние за 1963—1964)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergrabe in mm Доза воды в мм					średnio durchschnittlich в среднем
		10	20	40	60	80	

Zawartość cukru w %

Zuckergehalt in %

Содержимое сахара в процентах

NPK	16,4	19,4	19,4	18,1	17,6	20,0	18,9
2NPK	17,6	17,6	18,2	16,7	18,4	20,0	18,2
3NPK	17,0	18,5	18,3	18,6	18,6	18,3	18,5
Średnio Durchschnittlich В среднем	17,0	18,5	18,6	17,8	18,2	19,4	18,5

Zawartość białka w %

Eiweissgehalt in %

Содержимое белка в процентах

NPK	1,06	1,31	1,12	1,37	1,25	1,12	1,25
2NPK	0,94	1,00	1,12	0,87	0,87	0,94	0,94
3NPK	1,06	1,00	0,94	1,06	1,00	1,06	1,00
Średnio Durchschnittlich В среднем	1,03	1,10	1,06	1,10	1,04	1,04	1,06

Plony cukru w q/ha

Zuckererträge in dz/ha

Урожай сахара в ц/га

NPK	38,9	48,7	51,4	52,3	54,9	64,6	54,4
2NPK	53,8	55,6	64,1	60,7	68,3	73,2	64,4
3NPK	51,1	62,6	56,3	61,3	74,4	75,0	65,9
Średnio Durchschnittlich В среднем	47,9	55,6	57,3	58,1	65,9	70,9	61,6

Tabela 7

Plony korzeni marchwi pastewnej w q/ha
 Futtermöhreerträge in dz/ha
 Урожай корней кормовой моркови в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				Przedział uflności w q Gesicherte Grenzdifferenz in dz Интервал доверия в ц		
			15	30	60	90		120	\bar{X} NPK
1962	NPK	528	586	470	542	544	I — 29,0		
	2NPK	564	638	570	648	666	II — 16,0		
	3NPK	578	634	650	664	678	III — 27,7		
	\bar{X}_{15}	557	619	563	618	629	IV — 86,8		
1963	NPK	356	518	458	548	508	I — nieistotne		
	2NPK	352	422	524	504	506	II — 23,6		
	3NPK	350	384	496	556	584	III — 41,0		
	\bar{X}_{15}	353	441	493	536	533	IV — 128,0		
1964	NPK	558	636	646	662	750	I — nieistotne		
	2NPK	506	606	622	634	720	II — 31,4		
	3NPK	550	710	718	728	764	III — 54,4		
	\bar{X}_{15}	538	651	662	675	745	IV — 125,8		

Tabela 8

Skład chemiczny marchwi pastewnej w procentach świeżej masy (średnie z lat 1962—1964)

Chemische Zusammensetzung der Futtermöhren in Prozenten der Frischmasse (durchschnittliche Angaben d. J. 1962—1964)

Химический состав кормовой моркови в процентах свежей массы (средние за 1962—1964 гг.)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральные удобрения	Nazwa składnika Bestandteil Название элемента	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемая	Dawka wody w mm Wassergrabe in mm Доза воды в мм				średnie durchschnittlich в среднем	
			15	30	60	90		120
	sucha masa Trockenmasse сухая масса	12,8	12,5	12,7	13,1	13,7	12,1	12,8
	sukry Zucker сахар	9,9	10,2	9,8	8,6	9,6	8,9	9,3
NPK	białko surowe Eiweißgehalt сырой белок	0,81	0,87	0,87	0,87	0,87	0,81	0,83
	popiół surowy Aschengehalt сырая зола	1,14	1,16	1,18	1,13	1,16	1,12	1,15
	sucha masa Trockenmasse сухая масса	12,0	13,5	12,7	12,3	12,9	11,2	12,5
?NPK	sukry Zucker сахар	9,2	10,8	8,9	9,7	10,0	9,2	9,7
	białko surowe Eiweißgehalt сырой белок	0,69	1,0	1,06	0,87	0,75	0,69	0,87

popiół surowy Aschengehalt сырая зола	1,16	1,19	1,13	1,25	1,15	1,18	1,18
sucha masa Trockenmasse сухая масса cukry Zucker сахар	12,8	12,5	12,1	11,8	13,6	12,4	12,5
białko surowe Eiweissgehalt сырой белок	9,5	9,8	9,6	9,7	9,6	9,0	9,5
popiół surowy Aschengehalt сырая зола	0,81	0,87	0,81	0,81	0,87	0,81	0,83
3NPK	1,15	1,06	1,11	1,20	1,21	1,17	1,15

Tabela 9

Plony cukrów i białka w marchwi pastewnej (średnie z lat 1962—1964)

Zucker- und Eiweisserträge in Futtermöhren
(durchschnittliche Angaben d. J. 1962—1964)

Урожай сахаров и белка в кормовой моркови (средние за 1962—1964 гг.)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergrabe in mm Доза воды в мм					średnio durchschnittlich в среднем
		15	30	60	90	120	

Plony cukrów w q/ha — Zuckererträge in dz/ha — Урожай сахаров в ц/га

NPK	47,6	55,7	53,9	45,1	56,1	55,9	53,3
2NPK	43,6	59,1	49,4	55,5	50,5	48,0	56,3
3NPK	46,8	53,4	55,3	60,2	62,3	60,7	58,3
Srednio Durchschnittlich В среднем	46,0	56,1	52,9	53,6	59,3	58,2	56,0

Plony białka w q/ha — Eiweisserträge in dz/ha — Урожай белка в ц/га

NPK	3,90	4,75	5,05	3,94	5,08	4,87	4,74
2NPK	3,27	5,47	5,88	4,98	4,46	4,35	5,03
3NPK	3,99	4,74	4,66	5,03	5,65	5,47	5,11
Srednio Durchschnittlich В среднем	3,72	4,99	5,20	4,65	5,06	4,90	4,96

Z i e m n i a k i

W przypadku ziemniaków nie stwierdzono istotnego wpływu nawożenia na zwyczaję plonów kłębów (tab. 10). Natomiast nawadnianie przyczyniło się do istotnego różnicowania plonów. Współdziałanie wody z nawożeniem miało miejsce przy dużych dawkach wody i nawozów.

Mimo, że intensywne nawożenie oraz nawadnianie obniżyło średnio o około 2% zawartość skrobi w ziemniakach w stosunku do plonów z poletek kontrolnych, plony skrobi zwiększyły się pod wpływem tych zabiegów średnio o 6 q/ha (tab. 11).

Jak wynika z tabeli 11 dawki nawożenia 3NPK bez wody lub z małą dawką wody spowodowały spadek plonów skrobi w porównaniu z plonami przy dawkach 2NPK.

Tabela 10

Plony ziemniaków w q/ha
Kartoffelnerträge in dz/ha
Урожай картофеля в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				Przedział ufności w q Gesicherte Grenzdifferenz in dz Интервал доверия в ц	
			10	20	40	60		80
								\bar{x} NPK
1963	NPK	126	146	160	158	148	I — nieistotne II — 13,3	
	2NPK	182	184	208	214	258	III — 23,0	
	3NPK	180	190	214	214	258	IV — 79,8	
	\bar{X}_{-10}	157	173	194	195	214		
1964	NPK	206	230	234	246	248	I — nieistotne II — 10,1	
	2NPK	212	236	254	244	250	III — 17,5	
	3NPK	200	256	274	270	314	IV — 50,8	
	\bar{X}_{-10}	206	241	254	253	271		

Tabela 11

Procentowa zawartość skrobi w ziemniakach i plony skrobi w q/ha
(Średnie z lat 1963—1964)

Prozentgehalt an Stärke in Kartoffeln sowie Stärkeerträge in dz/ha
(durchschnittliche Angaben d. J. 1963—1964)

Процентное содержание крахмала в картофеле и урожай крахмала в ц/га
(средние за 1963—1964 гг.)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм					średnio durchschnittlich в среднем
		10	20	40	50	80	
Zawartość skrobi w % — Stärkegehalt in % — Содержимое крахмала в процентах							
NPK	18,1	18,0	17,5	16,1	16,1	16,4	16,8
2NPK	18,1	17,7	16,8	16,3	15,8	15,4	16,4
3NPK	17,2	16,9	16,3	15,8	15,6	15,3	16,0
Średnio durchschnittlich В среднем	17,8	17,5	16,9	16,1	15,8	15,7	16,4
Plony skrobi w q/ha — Stärkeerträge in dz/ha — Урожай крахмала в ц/га							
NPK	30,0	31,3	32,9	32,7	32,5	32,5	32,4
2NPK	36,2	37,7	35,3	37,6	36,2	37,4	36,8
3NPK	30,6	35,6	36,3	38,5	37,7	43,7	38,4
Średnio durchschnittlich В среднем	32,3	34,9	34,8	36,3	35,5	37,9	35,9

2. WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONÓW ROŚLIN PASTEWNYCH

Kukurydza pastewna

Plony zielonej masy kukurydzy pastewnej uzyskane pod wpływem nawożenia i nawadniania zestawione w tabeli 12.

Jak widać z zestawienia nawożenia w pierwszych dwóch latach doświadczeń nie różnicowało plonów. Natomiast w 1964 roku różnice w plonach pomiędzy NPK, 2NPK i 3NPK były istotne, zaś pomiędzy 2NPK i 3NPK — mieściły się w granicach błędu.

Nawadnianie w chłodnym roku 1962 spowodowało niżkę plonów, przy czym ich spadek był odwrotnie proporcjonalny do wielkości dawek wody. Należy przypuszczać, że przyczyną tego było dalsze obniżenie

Tabela 12

Plony zielonej masy kukurydzy pastewnej w q/ha
 Grünmasseerträge von Futtermais in dz/ha
 Урожай зеленой массы кормовой кукурузы в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				Przedział ufności w q Gesicherte Grenzdifferenz Интервал доверия в ц
			xNPK				
			10	20	40	60	
1962	NPK	274	250	252	222	200	I — nieistotne 237
	2NPK	324	336	330	350	314	II — 19,7 331
	3NPK	350	316	310	276	356	III — 34,2 328
	X ₁₀	316	301	297	283	292	IV — 128,0
1963	NPK	180	228	200	184	200	I — nieistotne 202
	2NPK	274	290	278	324	332	II — 19,9 299
	3NPK	234	224	256	268	356	III — 34,4 263
	X ₁₀	229	247	245	260	296	IV — 133,4
1964	NPK	350	360	434	410	440	I — 42,4 390
	2NPK	490	542	560	550	560	II — 25,2 530
	3NPK	542	546	582	608	628	III — 43,4 575
	X ₁₀	461	483	525	523	533	IV — 150,6

Skład chemiczny kukurydzy pastewnej w procentach absolutnie suchej masy (średnie z lat 1963—1964)
 Chemische Zusammensetzung von Futtermais in Prozenten der absoluten Trockenmasse
 (durchschnittliche Angaben d. J. 1963—1964)

Химический состав кормовой кукурузы в процентах абсолютно сухой массы (средние за 1963—1964 гг.)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nazwa składnika Bestandteil Название элемента	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				średnio durchschnittlich в среднем	
			10	20	40	60		80
NPK	Sucha masa Trockenmasse Сухая масса	30,5	30,0	31,7	29,7	30,5	27,2	29,8
	Białko surowe Eiweißgehalt Сырой белок	7,75	7,19	6,37	6,69	6,56	6,56	6,27
	Włóknik surowy Fibrin Сырой фибрин	34,5	37,4	34,3	31,8	32,1	32,7	33,6
	Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	9,79	9,81	9,24	8,76	8,97	8,73	9,10
	Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,66	0,66	0,69	0,64	0,55	0,48	0,60
	Potas Kaligehalt Калий	4,18	4,40	3,99	3,51	2,39	1,91	3,24

Sucha masa	28,2	26,0	28,7	31,5	29,2	25,2	28,1
Trockenmasse							
Сухая масса							
Białko surowe	7,75	7,69	8,81	7,44	7,31	7,12	7,67
Eiweissgehalt							
Сырой белок							
Włóknik surowy	31,5	31,4	25,8	33,4	30,3	31,2	30,4
Fibrin							
Сырой фибрин							
Popiół surowy	8,72	9,36	9,38	9,04	8,70	9,10	9,12
Aschengehalt							
Сырая зола							
Fosfor	0,55	0,62	0,56	0,64	0,57	0,52	0,58
Phosphorgehalt							
Фосфор							
Potas	2,95	3,59	3,53	3,73	2,99	2,93	3,35
Kaligehalt							
Калий							
<hr/>							
Sucha masa	29,2	29,7	30,5	30,0	29,5	28,7	29,7
Trockenmasse							
Сухая масса							
Białko surowe	9,06	9,00	8,56	8,37	8,37	8,12	8,48
Eiweissgehalt							
Сырой белок							
Włóknik surowy	31,9	31,7	30,2	32,5	32,4	33,9	33,6
Fibrin							
Сырой фибрин							
Popiół surowy	8,87	9,35	9,61	9,85	9,69	8,60	9,42
Aschengehalt							
Сырая зола							
Fosfor	0,48	0,51	0,63	0,57	0,59	0,65	0,59
Phosphorgehalt							
Фосфор							
Potas	3,07	2,95	3,18	3,26	3,62	3,96	3,39
Kaligehalt							
Калий							

temperatury górnej warstwy gleby i przyziemnej warstwy powietrza. W następnych cieplejszych latach nawadnianie dało istotne zwyżki plonów. Natomiast różnice w plonach między poszczególnymi dawkami w większości przypadków mieściły się poniżej przedziałów ufności. Podobne wyniki w tych samych latach uzyskali Dzieżyc i Rojek (16) w Samotworze.

Analizy chemiczne kukurydzy pastewnej przedstawione w tabeli 13 wskazują na pewne zmiany w zawartości ważniejszych składników pokarmowych zarówno pod wpływem zróżnicowanego nawożenia, jak i nawadniania. Potrojenie nawożenia podniosło zawartość azotu ogólnego a tym samym wzrósł udział białka w paszy. Natomiast procentowy udział włókna surowego, popiołu surowego, fosforu i potasu wyraźnie zmalął pod wpływem tego zabiegu.

Nawadnianie spowodowało zmniejszenie zawartości wymienionych składników jedynie przy pojedynczym nawożeniu, zaś przy 2NPK i 3NPK ich zawartość wzrosła.

Plony składników pokarmowych w kukurydzy pastewnej wyrażone w wartościach skrobiowych absolutnie suchej masy zwiększyły się pod wpływem nawożenia z 34 do 48 q/ha, a pod wpływem nawożenia i nawadniania do 55 q/ha.

Słonecznik pastewny w mieszance z roślinami strączkowymi

Słonecznik pastewny w mieszance z roślinami strączkowymi w ciągu trzech lat badań nie wykazywał istotnego zróżnicowania plonów zielonej masy pod wpływem różnych dawek nawozów (tab. 14).

Pod wpływem nawadniania różnymi dawkami wody uzyskano istotne zróżnicowanie plonów pomiędzy mniejszymi dawkami w latach 1962 i 1964. Natomiast w 1963 roku nie uzyskano udowodnionego zróżnicowania plonów pod wpływem tego zabiegu. Współdziałanie nawożenia z nawadnianiem nie zostało udowodnione.

Z danych dotyczących składu chemicznego słonecznika z roślinami strączkowymi (tab. 15) wynika, że pod wpływem wysokiego nawożenia i nawadniania procentowa zawartość składników pokarmowych nie uległa dużemu zróżnicowaniu. Nawadnianie przy niskim nawożeniu oraz nawożenie dawkami 2NPK i 3NPK zmniejszyło nieco zawartość białka w paszy. Zawartość pozostałych składników nie uległa w zasadzie zmianom. Również plony składników pokarmowych omawianej mieszanki wyrażone w wartościach skrobiowych wzrosły pod wpływem nawożenia z 23 do 27 q/ha, a pod wpływem łącznych zabiegów do 34 q/ha.

Tabela 14

Plony zielonej masy słonecznika w mieszance z roślinami strączkowymi (w q/ha)

Grünmasseerträge an Sonnenblumen im Gemenge mit Leguminosen (in dz/ha)

Урожай зеленой массы подсолнечника в смеси с бобовыми растениями (в ц/га)

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошае- мые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				\bar{X} NPK	Przedział ufności w q Gesicherte Grenzdifferenze in dz Интервал доверия в ц	
			10	20	40	60			80
1962	NPK	312	282	354	356	384	I — nieistotne		
	2NPK	384	406	384	422	432	II — 18,0		
	3NPK	380	408	416	476	482	III — 31,2		
	X_{10}	359	365	385	418	433	IV — 116,8		
1963	NPK	252	308	222	236	276	I — nieistotne		
	2NPK	376	364	396	400	418	II — nieistotne		
	3NPK	330	352	390	354	428	III — 44,6		
	X_{10}	319	341	336	330	374	IV — 94,6		
1964	NPK	334	384	376	398	398	I — nieistotne		
	2NPK	376	426	468	464	470	II — 19,6		
	3NPK	410	462	490	502	522	III — 34,6		
	X_{10}	373	424	445	455	463	IV — 99,8		

Tabela 15

Skład chemiczny słonecznika w mieszance z roślinami strączkowymi w procentach absolutnie suchej masy
(średnie z lat 1963—1964)

Chemische Zusammensetzung der Sonnenblumen im Gemenge mit Leguminosen in Prozenten der absoluten Trockenmasse
(durchschnittliche Angaben d. J. 1963—1964)

Химический состав подсолнечника в смеси с бобовыми растениями в процентах абсолютно сухой массы (средние за 1963—1964 гг.)

Nazwa mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nazwa składnika Bestandteil Название элемента	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				średnio durchschnittlich в среднем	
			10	20	40	60		80
Sucha masa Trockenmasse Сухая масса		22,1	21,1	22,5	23,2	23,6	21,4	22,4
Białko surowe Eiweißgehalt Сырой белок		18,0	17,8	17,2	17,5	17,2	17,1	17,4
Włóknik Fibrin Фибрин		30,6	29,4	31,6	30,1	29,7	33,5	30,9
Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола		9,46	9,47	9,71	8,96	10,0	9,69	9,58
Fosfor Phosphorgehalt Фосфор		0,59	0,59	0,62	0,45	0,46	0,43	0,51

NPK

Potas Kaligehalt Калий	4,10	3,84	4,09	3,17	3,25	2,29	3,33
Sucha masa Trockenmasse Сухая масса	20,7	18,0	21,1	20,6	20,0	17,7	19,5
Białko surowe Eiweissgehalt Сырой белок	15,6	16,1	17,9	17,3	17,7	16,8	17,2
Włóknik Fibrin Фибрин	31,9	28,8	30,2	32,8	30,3	35,9	31,6
2NPK							
Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	9,99	9,36	11,0	9,55	8,61	9,29	9,56
Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,63	0,38	0,56	0,40	0,40	0,41	0,43
Potas Kaligehalt Калий	3,49	3,20	3,35	4,05	3,89	2,54	3,41
Sucha masa Trockenmasse Сухая масса	19,5	22,9	20,9	20,7	21,2	19,9	21,1
Białko surowe Eiweissgehalt Сырой белок	16,7	18,5	17,9	15,6	14,2	16,5	16,7

C. d. tab. 15

Nazwa składowa Mineralное удобрение	Nazwa składowa Besstandteil Название элемента	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм					średnio durchschnittlich в среднем
			10	20	40	60	80	
3NPK	Włóknik Fibrin Фибрин	32,8	34,9	38,3	33,9	32,0	30,9	34,0
	Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	9,85	9,36	10,2	9,89	10,6	9,34	9,87
	Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,65	0,70	0,76	0,64	0,48	0,56	0,63
	Potas Kaligehalt Калий	4,17	3,91	3,57	4,09	4,33	4,82	4,14

3. WPŁYW NAWOŻENIA I NAWADNIANIA NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONÓW ROŚLIN ZBOŻOWYCH

Pszenica jara

Uzyskane w doświadczeniach plony ziarna pszenicy jarej wskazują na wyjątkowo dużą reakcję tej rośliny na zróżnicowane nawożenie i nawadnianie w warunkach gleb piaszczystych. Jak widać z zestawienia w tabeli 16 w pierwszych dwóch latach plony ziarna pszenicy jarej zróżnicowały się istotnie pod wpływem różnych dawek nawozów. Natomiast w 1964 roku zależność między wielkością dawek nawozów a wysokością plonów była mniejsza i uzyskane różnice mieściły się w granicach błędu.

Nawadnianie, zależnie od przebiegu opadów, miało różny wpływ na wielkość plonów, w poszczególnych latach. W 1962 roku, mimo równomiernego rozkładu opadów w ciągu okresu wegetacyjnego, trzykrotne nawadnianie różnymi dawkami wody pozwoliło uzyskać plony od 0,1 do 8,5 q/ha i tylko najmniejsza z nich, osiągnięta przy 15 mm dawce wody okazała się statystycznie nie udowodniona. W następnych latach doświadczenia obfite opady w maju (1963 r.) i w czerwcu (1964 r.) sprawiły, że reakcja pszenicy jarej na wodę była mniejsza i praktycznie miała miejsce dopiero przy większych dawkach wody (od 60 mm wzwyż). Ponadto w 1963 roku wystąpił nawet spadek plonów ziarna przy mniejszych dawkach wody. Niskie plony zbóż, a szczególnie pszenic w 1964 roku spowodowane były słabymi wschodami.

Kompleksowe działanie 2NPK i 3NPK oraz największych dawek wody dało we wszystkich omawianych latach doświadczeń większe plony niż suma zwyżek osiągniętych przez samo nawożenie oraz nawadnianie przy pojedynczej dawce NPK (istotne współdziałanie wody i nawozów). Nawożenie działało w nieco mniejszym stopniu na plony słomy niż na plony ziarna, w wyniku czego zwyżki plonów słomy we wszystkich latach mieściły się w granicach błędu. Nawadnianie w 1962 roku zwiększyło plony słomy o 11 q/ha, a w 1964 o 4 q/ha. Natomiast w 1963 roku nie uzyskano istotnego zróżnicowania plonów słomy.

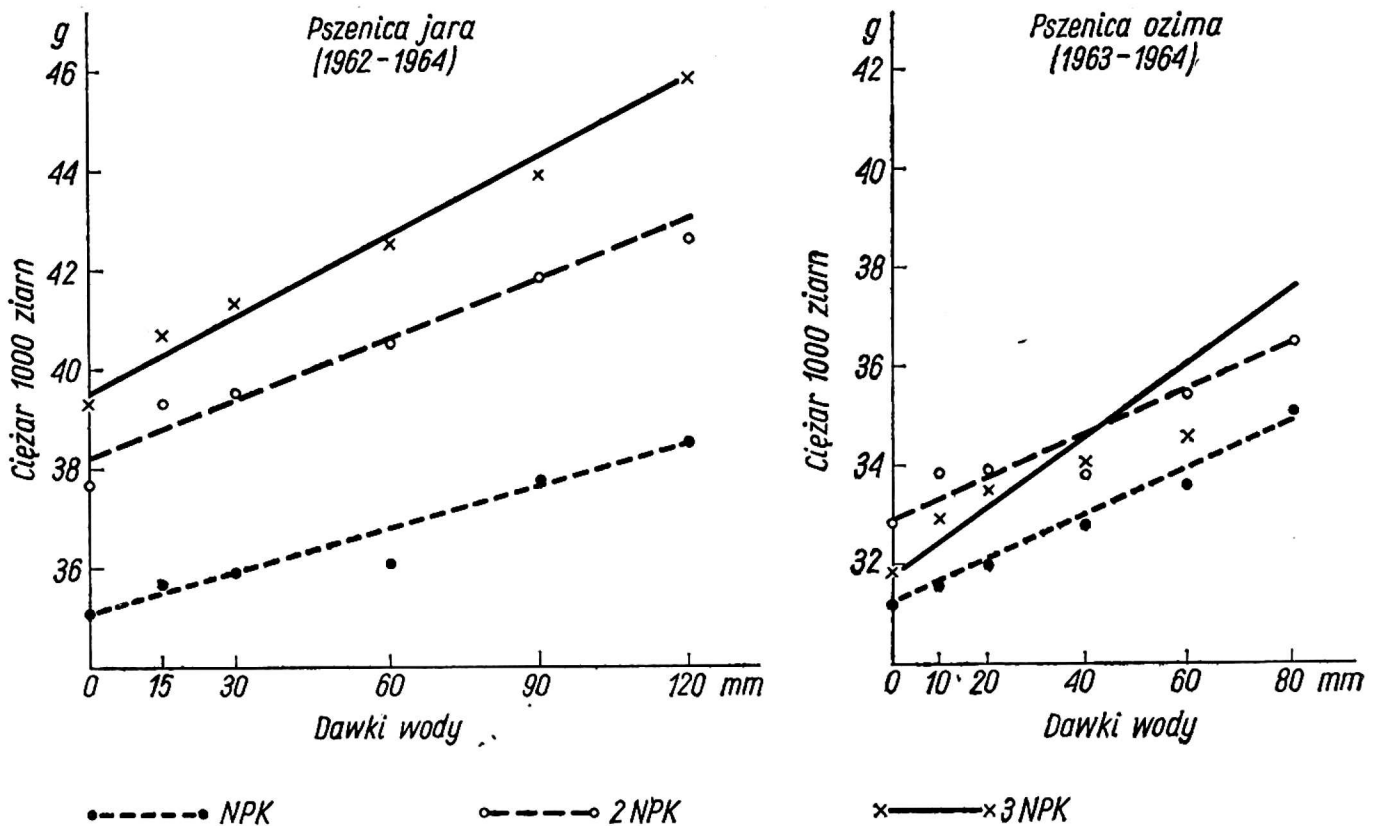
Na podstawie 3-letnich badań należy zaznaczyć, że nie stwierdzono pogorszenia stosunku ziarna do słomy zarówno pod wpływem nawożenia jak i nawadniania.

Wpływ badanych zabiegów na ciężar 1000 ziarn był na ogół zgodny z ich wpływem na wysokość plonów. Ciężar 1000 ziarn pszenicy jarej (rys. 2), przy badanych dawkach nawożenia, wskazuje na prostą zależność

Tabela 16

Plony ziarna pszenicy jarej w q/ha
Sommerweizenkornenerträge in dz/ha
Урожай зерна яровой пшеницы в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм					Przedział ufnosci w q Gesicherte Grenzdifferenz in dz Интервал доверия в ц
			1 0					
			15	30	60	90	xNPK	
1962	NPK	15,6	21,4	20,6	20,0	23,0	I — 1,8	
	2NPK	23,2	29,2	29,2	29,0	30,6	II — 1,6	
	3NPK	27,6	30,8	32,4	35,6	38,8	III — 2,7	
	\bar{X}_{15}	22,1	27,1	27,3	28,7	30,6	IV — 6,5	
1963	NPK	18,0	16,0	13,8	16,8	19,4	I — 0,75	
	2NPK	22,4	21,6	21,4	25,4	27,6	II — 1,50	
	3NPK	29,4	27,8	31,0	30,0	39,2	III — 2,60	
	\bar{X}_{15}	23,3	21,8	22,1	24,1	28,7	IV — 5,00	
1964	NPK	10,2	12,6	12,8	13,0	13,2	I — 2,4	
	2NPK	11,2	13,8	14,2	17,0	18,0	II — 2,5	
	3NPK	15,2	16,8	18,6	19,0	21,2	III — 4,4	
	\bar{X}_{15}	12,2	14,4	15,2	16,3	17,5	IV — 9,8	



Rys. 2. Ciężar 1000 ziarn pszenicy jarej i ozimej pod wpływem nawadniania i nawożenia

Tabela 17

Ciężar hektolitra ziarna pszenicy jarej w kg
 Gewicht eines Hektoliters von Sommerweizenkörnern in kg
 Вес гектолитра зерна яровой пшеницы в кг

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				
			15	30	60	90	120
1962	NPK	70,6	72,2	72,2	72,6	72,4	72,8
	2NPK	72,0	72,0	72,2	72,6	73,0	73,2
	3NPK	73,8	71,8	72,4	72,4	73,0	75,2
1963	NPK	72,4	75,8	76,4	76,4	76,6	77,2
	2NPK	74,8	75,6	76,4	76,4	76,6	77,2
	3NPK	75,6	76,4	76,6	—	77,0	77,6
1964	NPK	68,3	68,5	68,4	68,8	69,4	70,8
	2NPK	68,7	68,8	68,8	68,8	71,0	72,2
	3NPK	69,0	70,0	70,1	71,3	71,6	72,6

Tabela 18

Skład chemiczny ziarna pszenicy jarej (w procentach absolutnie suchej masy)
nawadnianej różnymi dawkami wody (1962—1964)

Chemische Zusammensetzung der Sommerweizenkörner

(in % der absoluten Trockenmasse),

bewässert mit verschiedenen Wassergaben (1962—1964)

Химический состав зерна яровой пшеницы (в процентах абсолютно сухой массы)
орошаемой разными дозами воды (1962—1964)

Nawożenie mineralne Minneral- düngung Минеральное удобрение	Wyszczególnienie Spezifikation Перечень	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				
			15	30	60	90	120
NPK	Wilgotność Feuchtigkeit Влажность	12,46	12,53	12,36	12,56	12,95	13,25
	Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	2,38	2,18	2,26	2,48	2,21	2,30
	Białko surowe Eiweissgehalt Сырой белок	11,47	12,07	10,63	10,97	10,93	12,23
	Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,74	0,90	0,85	0,81	0,85	0,76
	Potas Kaligehalt Калий	0,52	0,52	0,54	0,55	0,52	0,54
2NPK	Wilgotność Feuchtigkeit Влажность	13,18	13,36	12,78	13,02	13,07	13,25
	Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	2,02	2,14	1,98	2,22	2,24	2,10
	Białko surowe Eiweissgehalt Сырой белок	12,47	11,87	10,70	10,77	11,20	11,10
	Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,75	0,92	0,67	0,69	0,75	0,88
	Potas Kaligehalt Калий	0,52	0,49	0,49	0,51	0,49	0,53
	Wilgotność Feuchtigkeit Влажность	13,00	12,82	13,09	12,72	13,31	13,57

c. d. tab. 18

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Wyszczególnienie Spezifikation Перечень	Nie nawadniane ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				
			15	30	60	90	120
3NPK	Popiół surowy Aschengehalt Сырая зола	2,06	2,23	1,98	2,00	2,17	2,22
	Białko surowe Eiweissgehalt Сырой белок	14,93	12,97	13,43	12,00	12,13	12,07
	Fosfor Phosphorgehalt Фосфор	0,98	0,87	0,89	0,80	0,85	0,77
	Potas Kaligehalt Калий	0,55	0,53	0,53	0,49	0,49	0,50

między wielkością dawek wody a dorodnością ziarna. Również liczby oznaczające ciężar hektolitra ziarna (tab. 17) mają dosyć regularny układ, wskazujący na dodatni wpływ nawożenia także i na tę cechę.

Analizy chemiczne nie wykazały ujemnego wpływu nawadniania i nawożenia dużymi dawkami na skład chemiczny ziarna pszenicy jarej (tab. 18). Nawadnianie zwiększyło nieco wilgotność ziarna i zmniejszyło zawartość azotu, fosforu i potasu. Plony białka i składników popielnych w q/ha wzrosły zarówno pod wpływem nawożenia, jak i nawadniania (tab. 19).

Pszenica ozima

Plony ziarna pszenicy ozimej (tabela 20) wskazują, że intensywne nawożenie mineralne różnicowało plony ziarna w sposób istotny tylko w 1963 roku, zaś nawadnianie przyczyniło się do uzyskania zwyczaj plonów statystycznie udowodnionych w 1964 roku. Współdziałanie wyższych dawek wody (60, 80 mm) z 3NPK dało różnice plonów większe od sumy zwyczaj osiągniętych przez samo nawożenie i nawadnianie przy NPK.

Plony słomy w 1963 r. wykazywały wyraźną zależność od nawożenia pod wpływem podwójnej dawki nawozów plony wzrosły o 14 q/ha, a przy potrójnej dawce o 21 q/ha. W następnym roku przy ogólnie niskim poziomie plonów, z powodu gorszych wschodów, zwyczajki w plonach pod

Tabela 19

Plony białka i składników popielnych w pszenicy jarej w q/ha
(średnie z lat 1962—1964)

Erträge an Eiweiss und Aschenbestandteilen in Sommerweizen in dz/ha
(durchschnittliche Angaben d. J. 1962—1964)

Урожай белка и зольных элементов в яровой пшенице в ц/га
(средние за 1962—1964 гг.)

Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемая	Dawka wody w mm — Wassergabe in mm — Доза воды в мм					średnio durchschnittlich в среднем
		15	30	60	90	120	
Białko w q/ha — Eiweissgehalt in dz/ha — Белок в ц/га							
NPK	1,67	1,80	1,77	1,72	1,81	2,26	1,87
2NPK	2,36	2,44	2,30	2,31	2,72	2,80	2,52
3NPK	3,60	2,81	3,37	3,28	3,42	3,99	3,37
Srednio Durchschnittlich В среднем	2,54	2,35	2,48	2,44	2,65	3,02	2,59
Popiół w q/ha — Aschengehalt in dz/ha — Зола в ц/га							
NPK	0,34	0,33	0,40	0,39	0,38	0,43	0,39
2NPK	0,39	0,46	0,45	0,47	0,54	0,54	0,49
3NPK	0,53	0,50	0,52	0,59	0,62	0,74	0,60
Srednio Durchschnittlich В среднем	0,42	0,43	0,46	0,49	0,51	0,57	0,49

wpływem 2NPK i 3NPK nie wiele się różniły między sobą i wynosiły zaledwie 8 i 10 q/ha.

Liczby charakteryzujące zwyczki plonów pod wpływem nawadniania wykazywały bardziej regularny układ w 1964 r. i większość z nich leżała powyżej przedziału ufności. Natomiast w 1963 r. uzyskano wyniki świadczące o mniejszej zależności plonów słomy od wielkości dawek wody.

Analizując zależność pomiędzy nawożeniem i nawadnianiem a ciężarem 1000 ziarn pszenicy ozimej widzimy mniejszy wpływ nawożenia na tę cechę niż w przypadku pszenicy jarej. Natomiast wpływ poszczególnych dawek wody na ciężar 1000 ziarn pszenicy ozimej był duży (rys. 2).

Ciężar hektolitra ziarna pszenicy ozimej wykazywał tendencję wzrostową zarówno pod wpływem zwiększenia dawki nawozów, jak też dawki wody (tab. 21).

Tabela 20

Plony ziarna pszenicy ozimej w q/ha
 Winterweizenkornträge in dz/ha
 Урожай зерна озимой пшеницы в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineraldüngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Непошевая	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				Przedział ufnosci w q Gesicherte Grenzdifferenz Интервал доверия в ц
			10	20	40	60	
1963	NPK	14,2	15,8	18,0	20,0	22,4	I — 3,9
	2NPK	24,4	26,4	30,8	26,8	29,8	II — nieistotne
	3NPK	26,0	30,0	31,2	31,4	35,6	III — nieistotne
	\bar{X}_{10}	21,5	24,1	23,5	25,4	28,5	IV — nieistotne
1964	NPK	10,6	11,0	13,8	15,2	15,6	I — nieistotne
	2NPK	13,2	13,4	13,8	13,8	16,0	II — 0,34
	3NPK	15,2	16,2	17,4	18,2	19,2	III — 0,60
	\bar{X}_{10}	13,0	13,5	15,0	15,7	16,9	IV — 5,4

Tabela 21

Ciężar hektolitra ziarna pszenicy ozimej w kg
 Gewicht eines Hektoliters von Winterweizenkörnern in kg
 Вес гектолитра зерна озимой пшеницы в кг

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минераль- ное удо- брение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемая	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				
			10	20	40	60	80
			1963	NPK	78,5	—	78,7
	2NPK	—	78,5	79,1	79,5	79,7	80,3
	3NPK	78,9	79,1	79,9	79,7	—	80,7
1964	NPK	68,4	68,5	68,8	69,0	69,2	70,0
	2NPK	68,8	68,9	69,3	69,6	70,1	71,8
	3NPK	69,0	70,2	70,3	70,6	71,1	72,5

O w i e s

Również owies wykazywał istotne zróżnicowanie plonów pod wpływem nawadniania i nawożenia (tab. 22).

Nawadnianie w 1964 roku wykonane zostało w okresie krytycznym dla owsa, kiedy to na przełomie maja i czerwca wystąpił niedobór opadów. Jednorazowe nawadnianie w fazie strzelania w źdźbło przyczyniło się do uzyskania istotnych przyrostów plonów ziarna, mieszczących się w granicach 5—8 q/ha. Natomiast w 1963 roku, po nawadnianiu wykonanym w tej samej fazie (12.VI) nastąpiły obfite opady, trwające do końca czerwca i przez pierwszą dekadę lipca, co w znacznym stopniu zmniejszyło efekt nawadniania.

W konsekwencji uzyskano różnice plonów mieszczące się w granicach błędu. Kompleksowe działanie potrójnej dawki nawozów i 40 mm dawki wody w 1963 roku podwoiło plony ziarna owsa.

Zwyżki plonów słomy pod wpływem nawożenia wynosiły w ostatnim roku badań 17 q/ha (2NPK) i 24 q/ha (3NPK). Pod wpływem nawadniania analogiczne zwyżki wynosiły od 4 do niespełna 13 q/ha. W 1963 roku nie uzyskano istotnych różnic plonów słomy.

Ciężar hektolitra ziarna owsa wykazuje tendencję wzrostową zarówno w miarę zwiększenia nawożenia, jak też i nawadniania (tab. 23).

Tabela 22

Plony ziarna owsa w q/ha
 Haferkornträge in dz/ha
 Урожай зерна овса в ц/га

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane Ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм							Przedział ufności w q Gesicherte Grenzdifferenz in dz Интервал доверия в ц
			5 10 20 30 40 \bar{x} NPK							
			5	10	20	30	40	\bar{x} NPK		
1963	NPK	24,6	30,2	34,8	34,6	35,2	32,2	I — 2,7		
	2NPK	30,6	34,2	47,8	39,0	38,0	36,3	II — 2,4		
	3NPK	39,4	34,4	40,4	36,4	46,0	42,0	III — 4,2		
	\bar{X}_5	31,5	36,7	37,7	36,7	39,7		IV — 10,0		
1964	NPK	17,4	10,0	18,6	18,8	18,8	18,2	I — 2,2		
	2NPK	21,4	24,4	25,0	27,2	27,2	24,6	II — 1,1		
	3NPK	22,6	25,0	26,6	27,6	29,0	25,5	III — 1,9		
	\bar{X}_5	20,5	22,5	23,4	24,5	25,0		IV — 6,4		

Tabela 23

Ciężar hektolitra ziarna owsa w kg
Gewicht eines Hektoliters von Winterweizenkörnern in kg
Вес гектолитра зерна овса в кг

Rok Jahr Год	Nawożenie mineralne Mineral- düngung Минеральное удобрение	Nie nawadniane ohne Bewässerung Неорошаемые	Dawka wody w mm Wassergabe in mm Доза воды в мм				
			5	10	20	30	40
			1963	NPK	47,2	—	50,0
	2NPK	48,4	49,2	49,2	50,0	50,0	50,8
	3NPK	49,0	49,6	49,6	49,8	49,8	51,9
1964	NPK	45,3	45,5	46,8	46,7	47,6	48,4
	2NPK	46,9	45,4	46,0	46,9	48,3	49,3
	3NPK	48,7	48,8	49,0	48,9	49,2	50,0

DYSKUSJA

W warunkach doświadczeń polowych wykonanych na madzie piaszczystej głębokiej stwierdzono, że jednorazowe dawki wody mniejsze od 20 mm niedostatecznie zwilżały glebę, co jest zgodne z danymi Koppensa, Romanowskiego (32), C z e r k a s o w a (11) i innych (49, 50), którzy uważają, że małe dawki wody szybko wyparowują i rośliny nie korzystają z nich.

Ponadto stwierdzono, że kompleksowe działanie wysokich dawek wody i nawozów dawało z reguły większe zwyki plonów niż suma zwyżek uzyskana pod wpływem analogicznych dawek nawożenia i nawadniania zastosowanych oddzielnie. Należy zatem przypuszczać, że nawadnianie zwiększa wyraźnie efektywność wykorzystania nawozów poprzez zmniejszenie koncentracji roztworu w glebie i zwiększenie „strumienia” wody przepływającej przez roślinę, a wraz z nią składników pokarmowych. Jednocześnie większe nawożenie zwiększa efektywność działania wody. Zjawisko korzystnego współdziałania deszczowania z wysokim nawożeniem w warunkach Polski stwierdzili w swoich badaniach Dzieżyc i Rojek (15, 16, 17, 18), Dzieżyc i Trybała (19), a za granicą Julien (26), Gerlach (22) i inni (32, 50, 60, 61).

W świetle omówionych w tej pracy doświadczeń okazało się, że całkowite dawki wody mniejsze od 40—60 mm były za małe dla roślin okopowych (z wyjątkiem marchwi pastewnej w 1962 r.) i zbóż. Plony tych roślin przy małych dawkach wody podlegały stosunkowo dużym wahaniom w różnych latach, a zwyki miały mniej regularny układ

i były niewielkie nawet przy bardzo wysokim nawożeniu. Przy większym dodatku wody (100—120 mm) okopowe i zboża wykorzystywały efektywnie dawki nawozów mineralnych w ilości około 300 kg czystego składnika na 1 ha. Pod pastewne jednoroczne dawki nawozów większe od 200 kg NPK/ha okazały się za wysokie w badanych warunkach.

Kompleksowe zastosowanie intensywnego nawożenia i nawadniania zmniejszyło wahania plonów buraków cukrowych i zbóż w poszczególnych latach, czyli zmniejszyło ryzyko ich uprawy oraz pozwoliło osiągnąć na piaskach plon korzeni buraków cukrowych do 400 q, ziarna pszenicy ozimej do 27 q i ziarna pszenicy jarej ponad 30 q/ha.

Analizując wpływ wysokiego nawożenia i nawadniania na jakość plonów buraków cukrowych stwierdzono, że wymienione zabiegi spowodowały zwiększenie procentowej zawartości cukru, co można tłumaczyć tym, że buraki intensywnie nawożone i nawadniane miały dobrze rozwinięty aparat asymilacyjny i mogły lepiej asymilować CO₂ niż buraki na poletkach kontrolnych nietypowych dla uprawy tych roślin. Również w literaturze spotyka się wzmianki, że w pewnych warunkach pod wpływem nawadniania może zaistnieć zwiększenie zawartości cukrów w roślinach okopowych (1, 7, 60). Zawartość cukrów w marchwi pastewnej i skrobi w ziemniakach pod wpływem omawianych zabiegów zmniejszyła się średnio o około 2%, co potwierdzają dane z literatury (15, 22).

Po przeglądzie uzyskanych zwyżek plonów badanych roślin nasuwa się pytanie, jak przedstawia się strona ekonomiczna nawadniania i wysokiego nawożenia na glebach piaszczystych. Aby odpowiedzieć na to pytanie obliczono rzeczywiste koszty dodatkowych nakładów na nawożenie (wartość dodatkowej dawki + robocizna) oraz teoretyczne koszty nawadniania przy pomocy deszczowni wraz z amortyzacją tych urządzeń i porównywano je z wartością zwyżek poszczególnych ziemiopłodów otrzymanych w warunkach doświadczeń w Swojcu. Jako podstawę do obliczeń przyjęto następujące dane:

— Ceny nawozów mineralnych za 1 kg czystego składnika (azotowych — 9 zł, fosforowych — 5,3 zł, potasowych 2,7 zł).

— Koszt robocizny przy wysiewie nawozów na 1 ha przyjęto według norm obowiązujących w PGR (40—80 zł).

— Koszty nawadniania przy pomocy deszczowni o napędzie elektrycznym (44) obliczono w oparciu o następujące dane (w przeliczeniu na 1 ha nawadniany dawką 100 mm): a) nakłady na pracę fizyczną 250 zł, b) nakłady materiałowe 300 zł, c) nakłady na remonty i konserwację 20 zł, d) odpisy na amortyzację 1230 zł — razem nakłady całkowite 1800 zł.

Do obliczenia dochodu wzięto ceny produktów rolnych według Wojewódzkiej Komisji Cen Wydziału Skupu i Kontraktacji WRN we Wrocławiu na rok 1963, a mianowicie: cena pszenicy jarej za 1 q — 313 zł,

Tabela 24

Efektywność wysokiego nawożenia i nawadniania niektórych roślin okopowych,
zbożowych oraz pastewnych

Effektivität der hohen Düngung und Bewässerung einiger Hackfrüchte,
Getreide und Futterpflanzen

Эффективность высокого удобрения и орошения некоторых корнеплодов,
злаковых и кормовых культур

Rośliny Pflanzen Растения	Zysk lub strata w tys. zł wywołane przez: Gewinn oder Verlust in Tausenden zł hervorgerufen durch: Прибыль или убыток в тыс. зл., вызванные:							
	zwiększone nawożenie erhöhte Düngung увеличенное удобрение		samo nawadnianie przy nawożeniu nur Bewässerung bei Düngung только орошение при удобрении			zwiększone nawożenie i nawadnianie razem erhöhte Düngung zusammen mit Bewässerung Повышенное удобрение и орошение совместно		
	2NPK	3NPK	NPK	2NPK	3NPK	2NPK	3NPK	
O k o p o w e								
Hackfrüchte								
Корнеплоды								
Marchew pastewna	-0,9	-0,4	5,4	7,7	9,5	6,7	9,1	
Futtermöhren								
Кормовая морковь								
Buraki cukrowe	4,2	3,2	3,9	2,1	5,8	6,3	9,0	
Zuckerrüben								
Сахарная свекла								
Ziemniaki	2,4	-0,1	1,1	2,0	7,8	4,4	7,6	
Kartoffeln								
Картофель								
Z b o ż o w e								
Getreide								
Злаковые								
Pszenica jara	1,3	2,5	-0,5	0,5	1,5	2,4	4,0	
Sommerweizen								
Яровая пшеница								
Pszenica ozima	1,9	2,1	0,1	0,1	0,7	2,7	2,8	
Winterweizen								
Озимая пшеница								
Owies	1,0	1,5	-0,1	0	0,4	1,0	1,9	
Hafer								
Овес								
P a s t e w n e								
Futterpflanzen								
Кормовые								
Kukurydza pastewna	0,9	0,5	-1,5	-1,2	-0,7	-3,0	-1,6	
Futtermais								
Кормовая кукуруза								
Słonecznik + strączkowe	0,6	0	-0,9	-0,8	-0,2	-0,2	-0,2	
Sonnenblumen + Leguminosen								
Подсолнечник + бобовые								

owsa — 206 zł, słomy — 42 zł, buraków cukrowych — 60 zł, marchwi pastewnej — 60 zł, liści buraczanych — 10 zł. Ceny zielonki z pozostałych roślin pastewnych przyjęto w wysokości 15 zł za 1 q.

Dane dotyczące różnych dawek wody rzecznej, wielkości dawek nawozów oraz zysk lub straty w tysiącach złotych zestawiono w tabeli 24.

Jak widać z liczb tej tabeli, podwojenie nawożenia okazało się opłacalne przy wszystkich badanych roślinach, z wyjątkiem marchwi pastewnej. Zysk w przypadku okopowych wahał się w granicach 2,4—4,2 tys. zł/ha, w przypadku zbóż w granicach 1,0—1,9 tys. zł/ha, w przypadku pastewnych kiszonkowych niewiele przekraczał 0,5 tys. zł/ha.

Nawadnianie przy normalnym nawożeniu (NPK) dało w polu okopowych dodatkowy zysk od 1,1 do 5,4 tys. zł/ha. Przy zbożach i silosowych dodatkowy zysk był niewielki, a w wielu przypadkach poniesiono straty. Najbardziej efektywne okazało się nawadnianie przy wysokim nawożeniu mineralnym. Przy zastosowaniu 3 NPK i nawadnianiu największą dawką wody osiągnięto dodatkowy zysk w polu okopowych od 7,6 do 9,1 tys. zł/ha, zbożowych od 1,9 do 4 tys. zł/ha. Nieopłacalne okazało się nawadnianie i wysokie nawożenie roślin silosowych.

Na podstawie przytoczonych danych, jak również danych z literatury (13, 16) można przyjąć, że w warunkach klimatyczno-glebowych Dolnego Śląska większe efekty ekonomiczne pod wpływem nawadniania w połączeniu z intensywnym nawożeniem dadzą okopowe, mniejsze — zboża, a najmniejsze — mieszanki jednoroczne i kukurydza pastewna.

WNIOSKI

Na podstawie przytoczonego materiału można wyciągnąć następujące wnioski:

1. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń podwojenie i potrojenie nawożenia mineralnego w stosunku do dawek NPK stosowanych w praktyce pod zboża dało istotne zwwyżki plonów tych roślin. Natomiast potrojenie dawek pod okopowe i pastewne jednoroczne okazało się zbędne.

2. Nawadnianie różnymi dawkami wody (10—120 mm) spowodowało istotne zwwyżki plonów większości badanych roślin w porównaniu z plonami kontrolnymi.

3. Największe zwwyżki plonów uzyskano pod wpływem kompleksowego nawożenia i nawadniania. Osiągnęły one u zbóż 80—100%, u okopowych 40—70%, a u roślin jednorocznych pastewnych do 60% wielkości plonów kontrolnych.

4. Pod wpływem omawianych zabiegów zwiększyła się procentowa zawartość cukru w burakach cukrowych, a plon cukru wzrósł o ponad 30 q/ha w stosunku do plonu kontrolnego. Procentowa zawartość skrobi w ziemniakach i cukrów w marchwi pastewnej zmniejszyła się, lecz plony skrobi wzrosły średnio o 6 q/ha, a plony cukrów o 13 q/ha. Zwiększyła się także wartość skrobiowa kukurydzy pastewnej o 20 q/ha i mieszanek słonecznika z roślinami strączkowymi o 10 q/ha.

5. Orientacyjny rachunek ekonomiczny wykazał, że w warunkach doświadczeń najbardziej efektywne okazały się dawki wody w granicach 80—120 mm w połączeniu z potrójnymi dawkami nawozów mineralnych (3NPK). Dały one dodatkowy zysk w polu okopowych od 7,6 do 9,1 tys. zł/ha i w polu zbożowych od 1,9 do 4 tys. zł/ha. Natomiast intensywne nawożenie i nawadnianie roślin pastewnych jednorocznych okazało się nieopłacalne.

LITERATURA

1. Angerer H. — Erfahrungen mit Beregnung zu Kartoffeln, Kartoffelbau 4 (1933)
2. Bac S., Baraniecki M. — Prace Państwowego Instytutu Meteorologicznego 4, Warszawa (1934)
3. Bac S., Ostromecki J. — Gospodarka Wodna 7—8 (1948)
4. Bac S. — Zesz. Probl. Nauki Polskiej III (1955)
5. Bassalik K. — Zesz. Probl. Nauki Polskiej III (1955)
6. Biedrzycki S. — Walka z suszą, Biblioteka Rolnicza, Warszawa — Lwów (1912)
7. Birecki M., Smólska K., Gabriel W. — Roczniki Nauk roln. 72-A-4 (1956)
8. Blohm G. — Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Wasserführung des Bodens, Kühn Archiv. 2 (1936)
9. Boguszewski W. — Post. Nauk. roln. 4/82 (1963)
10. Brouwer W. — Die Feldberegnung, DLG — Verlag Frankfurt/Main (1959)
11. Czerkasow A. A. — Melioracja i sielskochoziajstwiennoje wodosnabżenje, Moskwa (1950)
12. Dorywalski J., Wojciechowicz M. — Metodyka oceny nasion, PWRiL, Warszawa (1964)
13. Dzieżyc J. — Zesz. Nauk. WSR Wrocław, Melioracja X (1965)
14. Dzieżyc J., Rojek S. — Roczniki Nauk roln. (1965)
15. Dzieżyc J., Rojek S. — Wyniki doświadczeń z deszczowaniem niektórych roślin uprawnych w RZD Samotwór w latach 1962—1963, Roczniki Nauk roln. (1965)
16. Dzieżyc J., Rojek S. — Post. Nauk roln. 5/83, (1963)
17. Dzieżyc J., Rojek S. — Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 4/31, (1964)
18. Dzieżyc J., Rojek S., Trybała M. — Rocznik Glebozn. (1956)
19. Dzieżyc J., Trybała M. — Zesz. Probl. Post. Nauk roln., z. 50 b (1964)

20. Dzieżyc J., Trybała M. — Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, Melioracja X (1965)
21. Fröhlich H., Blasse W., Vogel G. — Bewässerung im Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau, Berlin (1960)
22. Gerlach M. — Bewässerungsversuche auf leichterem und besserem Boden, Mittlg. DLG (1918).
23. Hohendorf E. — Gospodarka Wodna 10 (1948)
24. Jackowska I., Listowski A., Uliński G. — Roczniki Nauk roln., t. 72-A-1 (1955)
25. Jakubczak Z. — Roczniki Nauk roln., T. 83-A-4 (1961)
26. Julen G. — Nagra olika miliofaktorers inverkan pa bevattningens effekt, Kungl Landtb. Akad., T. 91, 2—3, B 5 (1952)
27. Juva K. — Gospodarowanie wodą w rolnictwie, PWRiL, Warszawa (1952)
28. Kaganow M. A. — Hidrotechnika Melioratiwnaja, t. 5, 1, (1953)
29. Kiersnowska W., Ziemiński S. — Gospodarka Wodna, z. 5 (1957)
30. Klatt F. — Die Deutsche Landwirtschaft. 5, Jahrg. 14 (1963)
31. Klatt F. — Technik und Anwendung der Feldberechnung, VEB Verlag Technik, Berlin (1958)
32. Koppens J., Romanowski B. — Kłosa 42 (1926)
33. Krüger E. — Die Feldberechnung, Landwirtschaftliche Hefte 37/38, P. Parey, Berlin (1919)
34. Kutera J. — Roczniki Nauk roln., T. 71-F-2 (1956)
35. Kutera J. — Gospodarka Wodna, z. 10 (1956)
36. Kuźdowicz Cz., Ostromecki J. — Roczniki Nauk roln., T. 75-F-4 (1963)
37. Listowski A. — Zesz. Probl. Nauki pol. III, (1955)
38. Listowski A., Czarnowski J., Kaczorkówna S., Sawicka G. — Roczniki Nauk roln., T. 72-A-3 (1956)
39. Marcilonek S. — Roczniki Nauk roln. 4 (1959)
40. Marcilonek S. — Post. Nauk roln. 4 (1959)
41. ——— Methodenbuch B. III — Untersuchung von Futtermitteln, G. Neumann Neudamm, Berlin (1941)
42. Młodzianowska D. — Nasionoznawstwo, PWRiL, Warszawa (1961)
43. Niewiadomski W., Nowicki J. — Zeszyty Naukowe WSR Olsztyn, T. 17, 329 (1964).
44. Opaliński Cz. — Nowe Rolnictwo 2 (1965)
45. Pijanowski E. — Zarys technologii produktów owocowych i warzywnych, Cz. I i II, PWRiL, Warszawa (1951)
46. Ztschr. F. Analytische Chemie, Band, 136 (1952)
47. Rojek S. — Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie (1965)
48. Rojek S. — Zesz. Nauk. WSR Wrocław, Melioracja X (1965)
49. Rojek S., Trybała M. — Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 2 (1965)
50. Romanowski B. — Inżynieria Rolna 5—6 (1926)
51. Russell E. J. — Warunki glebowe a wzrost roślin, PWRiL, Warszawa (1958)
52. Schele K. C. — Fres. Z. f. Analit. Chem. 105 (1936)
53. Sekera F. — Z. f. Pflanzenernährung, Düng. u. Bodenkunde T. 22 (1931)
54. Sekera F. — Z. f. Pflanzenernährung, Düng. u. Bodenkunde T. 22 (1931)
55. Sekera F. — Z. f. Pflanzenernährung, Düng. u. Bodenkunde T. 26 (1932)
56. Świętochowski B. — Roczniki Nauk roln., T. 67-A-3 (1953)
57. Świętochowski B. — Zesz. Probl. Nauki Polskiej III, Warszawa (1955)
58. Świętochowski B., Krężel R. — Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 50 b (1964)

59. Szklarz W. — Zeszyty Naukowe WSR Wrocław 5 (1956)
60. Trybała M. — Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, Melioracja X (1965)
61. Trybała M. — Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie (1965)
62. Uliński E., Jackowska I., Napiórkowska E. — Roczniki Nauk roln., T. 85-A-4 (1962)
63. Zakaszewski Cz. — Melioracje rolne, PWRiL, Warszawa (1964)
64. Zunker F. — Das Verhalten des Bodens zum Wasser, Blancksches Handbuch der Bodenlehre, Berlin (1930)

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der während der Jahre 1962—1964 in Swojec bei Wrocław durchgeführten Versuche können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Unter den geführten Versuchsbedingungen erhielt man durch Verdopplung und Verdreifachung der Mineraldüngung im Verhältnis zu den in der Praxis für Getreide angewandten NPK-Gaben wesentliche Ertragssteigerungen dieser Pflanzen. Eine Verdreifachung der Gaben unter Hackfrüchte und ein-jährige Futterpflanzen erwies sich als überflüssig.

2. Die Bewässerung mit verschiedenen Wassergaben (10—120 mm) führte zu wesentlichen Ertragssteigerungen der meisten untersuchten Pflanzen im Vergleich zu den Kontrollerträgen.

3. Die höchsten Ertragssteigerungen wurden durch komplexen Einfluss von Düngung und Bewässerung erhalten. Bei Getreide erreichten sie 80—100%, bei Hackfrüchten 40—70% und bei einjährigen Futterpflanzen bis zu 60% der Kontrollerträge.

4. Unter dem Einfluss der besprochenen Massnahmen erhöhte sich der Prozentgehalt an Zucker in Zuckerrüben und der Zuckerertrag stieg um über 30 dz/ha im Verhältnis zum Kontrollertrag an. Der Prozentgehalt an Stärke in Kartoffeln und an Zucker in den Futtermöhren verminderte sich, aber die Stärkeerträge stiegen durchschnittlich um 6 dz/ha und die Zuckererträge um 13 dz/ha. Auch der Stärkewert von Futtermais erhöhte sich um 20 dz/ha sowie von einem Gemenge von Sonnenblumen mit Leguminosen um 10 dz/ha.

5. Eine orientierende ökonomische Rechnung zeigte, dass sich unter den Versuchsbedingungen als höchst effektiv. Wassergaben von 80—120 mm verbunden mit dreifachen Mineraldüngergaben (3NPK) bewährten. Sie ergaben einen zusätzlichen Gewinn an Hackfrüchten von 7,6 bis 9,1 Tausenden zł/ha, an Getreide von 1,9 bis 4 Tausend zł/ha. Intensive Düngung und Bewässerung der ein-jährigen Futterpflanzen dagegen erwies sich als nicht lohnend.

РЕЗЮМЕ

На основании исследований, проведенных в 1962—1964 гг. в Свойце около Вроцлава можно сделать следующие заключения:

1. В условиях проведенных исследований увеличенное дважды и трижды минеральное удобрение по отношению к дозам NPK, применяемое в практике под злаки, принесло существенное повышение урожаев этих культур. Зато трижды увеличенные дозы под корнеплоды и одногодичные кормовые культуры оказались лишними.

2. Орошение разными дозами воды (10—120 мм) вызвало существенное повышение урожаев большинства исследуемых растений в сравнении с контрольными урожаями.

3. Наиболее повышенные урожаи были получены под влиянием удобрения и орошения. Равняются они у злаков 80—100%, у корнеплодов 40—70%, а у одногодичных кормовых растений до 60% величины контрольных урожаев.

4. Под влиянием обсуждаемых мероприятий увеличилось процентное содержание сахара в сахарной свекле, а урожай сахара повысился до свыше 30 ц/га по отношению к контрольному урожаю. Процентное содержание крахмала в картофеле и сахара в моркови уменьшилось, но урожай крахмала в среднем повысился до 6 ц/га, а урожай сахара до 13 ц/га. Увеличилась также крахмальная ценность кормовой кукурузы до 20 ц/га и смеси подсолнечника с бобовыми растениями до 10 ц/га.

5. Ориентировочный экономический расчет обнаружил, что в условиях исследований наиболее эффективными оказались дозы воды в пределах 80—120 мм совместно с тройными дозами минеральных удобрений (3 NPK). Они принесли добавочную прибыль на поле корнеплодов от 7,6 до 9,1 тыс. зл/га и на поле со злаками от 1,9 до 4 тыс. зл/га. Зато интенсивное удобрение и орошение кормовых одногодичных растений оказалось нерентабельным.

STRESZCZENIE

Na podstawie doświadczeń prowadzonych w latach 1962—1964 w Swojcu koło Wrocławia można wyciągnąć następujące wnioski:

1. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń podwojenie i potrojenie nawożenia mineralnego w stosunku do dawek NPK stosowanych w praktyce pod zboża dało istotne zwwyżki plonów tych roślin. Natomiast potrojenie dawek pod okopowe i pastewne jednoroczne okazało się zbędne.

2. Nawadnianie różnymi dawkami wody (10—120 mm) spowodowało istotne zwwyżki plonów większości badanych roślin w porównaniu z plonami kontrolnymi.

3. Największe zwwyżki plonów uzyskano pod wpływem kompleksowego nawożenia i nawadniania. Osiągnęły one u zbóż 80—100%, u okopowych 40—70%, a u roślin jednorocznych pastewnych do 60% wielkości plonów kontrolnych.

4. Pod wpływem omawianych zabiegów zwiększyła się procentowa zawartość cukru w burakach cukrowych, a plon cukru wzrósł o ponad 30 q/ha w stosunku do plonu kontrolnego. Procentowa zawartość skrobi w ziemniakach i cukrów w marchwi pastewnej zmniejszyła się, lecz plony skrobi wzrosły średnio o 6 q/ha, a plony cukrów o 13 q/ha. Zwiększyła się także wartość skrobiowa kukurydzy pastewnej o 20 q/ha i mieszanki słonecznika z roślinami strączkowymi o 10 q/ha.

5. Orientacyjny rachunek ekonomiczny wykazał, że w warunkach doświadczeń najbardziej efektywne okazały się dawki wody, w granicach 80—120 mm w połączeniu z potrojonymi dawkami nawozów mineralnych (3NPK). Dały one dodatkowy zysk w polu okopowych od 7,6 do 9,1 tys. zł/ha i polu zbożowych od 1,9 do 4 tys. zł/ha. Natomiast intensywne nawożenie i nawadnianie roślin pastewnych jednorocznych okazało się nieopłacalne.