

POBRANIE I PRODUKCYJNOŚĆ SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH I WODY W PŁODOZMIANIE NORFOLSKIM NA GLEBIE PIASZCZYSTEJ ZALEŻNIE OD NAWADNIANIA I NAWOŻENIA

*Józef Dzieżyc, Mieczysław Bruździak, Mieczysław Trybała,
Władysław Buniak*

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

CEL I WARUNKI BADAŃ

W celu oceny efektów intensywnego nawożenia i nawadniania wykonano w latach 1971-1975 w Swojcu koło Wrocławia ściśle doświadczenia polowe. Prowadzono je na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej podścielonej łem i na glebie wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na piasku słabo gliniastym — zaliczanych do IV i V klasy kompleksów żytnich. Badane rośliny uprawiano w płodozmianie norfolkskim o następującym zmianowaniu: 1) buraki cukrowe AJ Poly 1 na dawce obornika 300 q/ha, 2) pszenica jara Carola, 3) koniczyna czerwona, 4) pszenica ozima Grana.

Lata doświadczeń różniły się warunkami meteorologicznymi w okresie wegetacji. Stosunkowo suchy był rok 1973, w którym w okresie od kwietnia do października opad wyniósł 285 mm. Najbardziej mokry był rok 1972, w którym w analogicznym okresie spadło 439 mm deszczu. Stosownie do niedoborów wody w glebie wykonywano w okresie wegetacji 2 do 8 nawodnień. Norma nawadniania w sezonie wynosiła więc od 60 do 240 mm, zależnie od gatunku rośliny i rozkładu opadów (tab. 1).

METODYKA BADAŃ

Doświadczenia prowadzono w 4 powtórzeniach metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, obejmującym 2 czynniki zmienne: nawadnianie i nawożenie.

Nawadnianie stosowano w trzech wariantach: W_0 — bez nawadniania, W_1 — nawadnianie przy spadku wilgotności w ornej warstwie gleby do 60% ppw, W_2 — nawadnianie przy spadku wilgotności w tej warstwie

Tabela 1

Opady i nawadnianie w latach 1971—1975, RZD Swojec

Wyszczególnienie	Miesiąc						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Opady (mm)							
1971	53,4	81,5	135,8	40,9	41,0	46,1	398,7
1972	71,4	66,3	99,2	91,5	55,4	55,0	438,8
1973	43,1	42,2	69,0	90,9	4,1	36,0	285,3
1974	18,8	66,1	50,4	82,7	75,6	18,2	311,8
1975	31,3	23,8	131,4	104,0	46,7	13,8	351,0
Średnie z wielolecia 1947—1970	37,1	59,1	60,1	83,4	72,4	38,4	350,5
Nawadnianie — W_1 i W_2 (mm)							
1971							
Buraki cukrowe	W_1			60	90		150
	W_2			90	90		180
Pszenica jara	W_1	30	50	15			95
	W_2	30	50	15			95
1972							
Buraki cukrowe	W_1			30	30		60
	W_2			30	30		60
Pszenica jara	W_1			60			60
	W_2		30	60			90
Koniczyna	W_1			30	60		90
	W_2			30	60		90
Pszenica ozima	W_1		30	30			60
	W_2		60	30			90
1973							
Buraki cukrowe	W_1			30	90		120
	W_2			30	110	30	170
Pszenica jara	W_1	30	40	40			110
	W_2	30	70	20			120
Koniczyna	W_1		30		20		50
	W_2		30	30	50		110
Pszenica ozima	W_1	30	40	20			90
	W_2	30	70	40			140
1974							
Buraki cukrowe	W_1			30		30	60
	W_2			30		30	60
Pszenica jara	W_1		60	20			80
	W_2		60	20			80

Wyszczególnienie	Miesiąc						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Koniczyna	W_1		60	30			90
	W_2		60	30			90
Pszenica ozima	W_1	30	60				90
	W_2	30	60				90
1975							
Buraki cukrowe	W_1			30	30	20	80
	W_2			30	60	20	110
Pszenica jara	W_1	40	20	20			80
	W_2	40	40	20			100
Koniczyna	W_1	90	40	30	60		220
	W_2	90	60	30	60		240
Pszenica ozima	W_1	70	20	30			120
	W_2	70	40	30			140

do 70% ppw. Nawadniano za pomocą deszczowni przenośnej ze zraszaczami obrotowymi o średnim natężeniu opadu.

Terminy nawodnień ustalano w zależności od zmian wielkości siły ssącej ornej warstwy gleby (0-25 cm). Siłę ssącą gleby mierzono za pomocą tensjometrów z manometrem próżniowym produkcji angielskiej. Wielkość dawek polewowych wynosiła od 20 do 30 mm (tab. 1).

We wszystkich podblokach wodnych stosowano następujące cztery poziomy nawożenia mineralnego w kg/ha: pod buraki cukrowe — NPK 200, 400, 600, 800 (N:P:K = 1:0,7:1,4), pod pszenicę ozimą i jara — NPK 100, 200, 300, 400 (N:P:K = 1:0,7:1,1), pod koniczynę — PK 100, 200, 300, 400 (P:K = 1:2,3). Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła od 20 do 30 m². Średnie obiektowe próbki roślin do analiz chemicznych pobierano w czasie zbioru plonów. Analizy chemiczne wykonano według aktualnie stosowanych metod.

Pobranie składników pokarmowych — NPK obliczono w oparciu o plony suchej masy i wyniki analiz chemicznych. Polowe zużycie wody w okresie od siewu do zbioru danej rośliny określano metodą suszarkową, stosując wzór profesora S. Baca. Produkcyjność nawozów wyrażono w kg suchej masy plonu na 1 kg NPK, zaś produkcyjność wody w kg plonu na 1 m³ zużytej wody z opadów i deszczowania łącznie. Wyniki podane na wykresach i tabelach dla buraków i pszenicy jarej są średnimi z 5 lat, zaś dla koniczyny i pszenicy ozimej z 4 lat badań.

PLONOWANIE ROŚLIN

Burak cukrowy. Średni pięcioletni plon korzeni buraków na obiektach kontrolnych (NPK — W_0) wynosi 369 i liści 232 q z ha. Wzrastające dawki nawożenia mineralnego istotnie zwiększały plon korzeni i liści. Podobnie nawadnianie spowodowało wyższe plony udowodnione statystycznie (tab. 2). Współdziałanie nawadniania z nawożeniem oraz

Tabela 2

Plony w q/ha w płodozmianie norfolkskim w RZD Swojec
średnie z lat 1971-1975*

Obiekty wodno-nawozowe	Buraki cukrowe		Pszenica jara		Koniczyna czerwona		Pszenica ozima	
	korzenie	liście	ziarno	słoma	zielonka	siano	ziarno	słoma
W_0 NPK	369,4	232	29,8	42,9	455,8	65,7	38,5	37,9
2NPK	405,8	263	32,6	46,5	455,3	71,0	41,8	45,3
3NPK	431,8	313	32,8	50,0	491,3	70,2	43,0	45,1
4NPK	416,4	291	34,5	50,8	437,3	64,9	39,1	47,0
Średnie	405,9	275	32,4	47,6	459,9	68,0	40,6	43,6
W_1 NPK	442,6	251	31,0	54,4	602,0	88,7	44,5	39,5
2NPK	469,8	288	35,2	55,5	604,0	90,3	49,5	44,4
3NPK	480,6	340	34,3	52,3	606,5	91,0	47,2	45,9
4NPK	507,0	352	36,7	53,6	605,5	88,3	48,5	46,7
Średnie	475,0	308	34,3	54,0	604,5	89,6	47,4	44,1
W_2 NPK	448,4	244	31,0	52,8	634,8	94,7	45,1	43,8
2NPK	479,6	290	33,8	55,6	619,3	84,9	50,5	47,8
3NPK	526,4	360	33,5	56,5	670,0	96,4	51,4	52,9
4NPK	543,4	389	35,3	58,1	646,0	94,8	47,4	54,6
Średnie	499,5	321	33,4	55,8	642,5	92,7	48,6	49,8

Przedziały ufności dla istotnych czynników i ich interakcji

Źródła zmienności	Wartość przedziałów ufności ($p = 0,05$)							
	korzenie	liście	ziarno	słoma	zielonka	siano	ziarno	słoma
1. Nawadnianie	39,80	30,35		3,50	95,04	11,54	3,70	
2. Nawożenie	25,95	16,70	1,46	2,12			7,58	2,87
3. Współdziałanie nawodnienia z latami		istotne	istotne	istotne			istotne	istotne
4. Współdziałanie nawożeń z latami		istotne		istotne				
5. Współdziałanie nawożeń z nawodnieniem		29,0		3,67				

* Koniczyna czerwona i pszenica ozima z lat 1972-1975.

współdziałanie nawadniania i nawożenia z latami zostało udowodnione statystycznie tylko dla plonów liści. Różnice między skrajnymi obiektami NPK — W_0 i 4NPK — W_2 wynosiły 174 q/ha (47^{0/0}) korzeni i 157 q/ha (68^{0/0}) liści.

Pszemica jara. Przeciętne pięcioletnie plony ziarna pszenicy jarej na obiektach kontrolnych wynosiły 30 i słomy 40 q/ha. Nawożenie istotnie zwiększało plon ziarna i słomy pszenicy (tab. 2). Dodatni wpływ nawadniania został udowodniony statystycznie tylko w przypadku plonu słomy. Współdziałanie nawadniania z nawożeniem, jak i współdziałanie nawożenia z latami, było istotne tylko dla plonów słomy. Natomiast współdziałanie nawadniania z latami było istotne zarówno w plonie ziarna, jak i w plonie słomy. Różnice między obiektem NPK — W_0 a obiektem 4NPK — W_2 były stosunkowo małe i wynosiły dla ziarna 5 q (17^{0/0}), a dla słomy 15 q/ha (35^{0/0}).

Koniczyna czerwona. Przeciętne czteroletnie plony zielonej masy koniczyny wynosiły 456 q/ha. W przypadku tej rośliny tylko nawadnianie dało istotne zwwyżki plonu (tab. 2). Różnica pomiędzy skrajnymi obiektami wynosiła 190 q/ha (42^{0/0}).

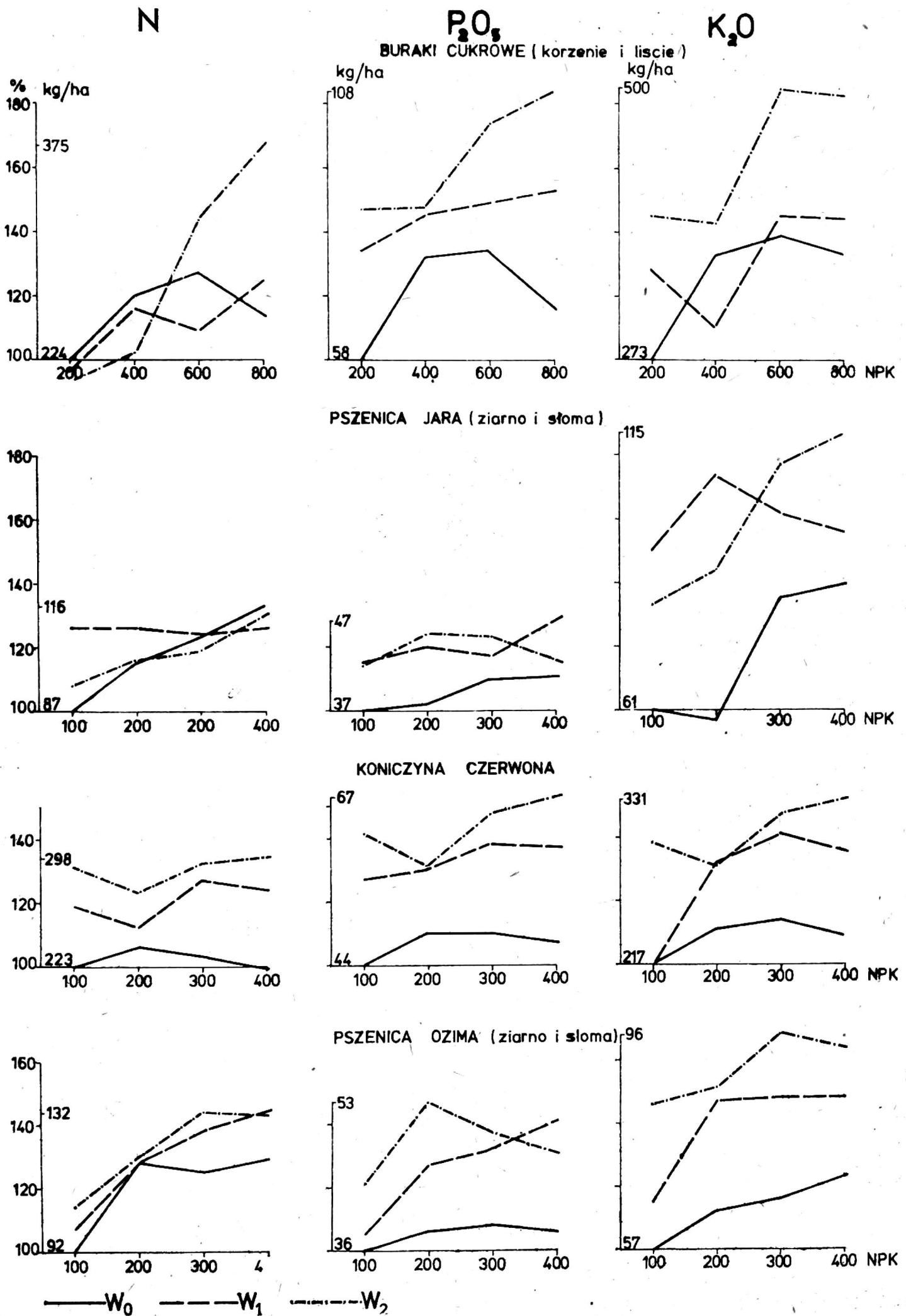
Pszemica ozima. Średni czteroletni plon pszenicy ozimej wyniósł 38,5 q — ziarna i 38 q/ha słomy. Nawadnianie istotnie różnicowało plon ziarna, zaś nawożenie — plon ziarna i słomy (tab. 2). Współdziałanie nawodnienia z latami zostało udowodnione w przypadku ziarna i słomy. Pozostałe współdziałania nie zostały statystycznie udowodnione. Różnice w plonach między skrajnymi obiektami wynosiły dla ziarna około 9 q/ha (23^{0/0}), dla słomy około 17 q/ha (44^{0/0}).

Zawartość wody w plonach zmieniała się w niewielkim stopniu wskutek nawadniania i nawożenia. Plony suchej masy były więc zależne głównie od wysokości plonu świeżej masy (tab. 5). Ułożyły się one w następującym szeregu malejącym: buraki cukrowe 145-173, koniczyna czerwona 72-95, pszemica ozima 77-88 i pszemica jara 73-80 q/ha.

POBRANIE I PRODUKCYJNOŚĆ SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH

Pobranie N, P_2O_5 i K_2O z plonem było uzależnione od nawożenia i nawadniania, wysokości plonu i procentowej zawartości składników w suchej masie plonu (rys. 1). Wszystkie rośliny przy intensywniejszym nawożeniu pobierały więcej składników mineralnych.

Nawadnianie we wszystkich przypadkach zwiększało pobranie NPK. Szczególnie silnemu zróżnicowaniu podlegał w tych warunkach fosfor i potas; wzrost pobrania tych składników dochodził do 80^{0/0} w stosunku do obiektów kontrolnych. Stosunek N:P:K w plonie wykazywał odmienne tendencje zmian pod wpływem nawadniania niż pod wpływem wzrostu



Rys. 1. Wpływ zróżnicowanego nawadniania i nawożenia na pobranie N, P_2O_5 i K_2O w plonie buraków cukrowych, pszenicy i koniczyny

Tabela 3

Stosunek N:P:K w plonie w różnych warunkach wodnych i nawozowych

Obiekty wodne i nawozowe	Buraki cukrowe	Pszenica jara	Koniczyna czerwona	Pszenica ozima
W_0	1:0,27:1,33	1:0,38:0,71	1:0,21:1,03	1:0,34:0,58
W_1	1:0,34:1,43	1:0,40:0,87	1:0,22:1,02	1:0,38:0,67
W_2	1:0,34:1,57	1:0,42:0,95	1:0,22:1,06	1:0,40:0,74
NPK	1:0,34:1,56	1:0,41:0,81	1:0,21:0,94	1:0,40:0,70
2NPK	1:0,33:1,39	1:0,41:0,82	1:0,21:1,03	1:0,38:0,66
3NPK	1:0,31:1,50	1:0,40:0,91	1:0,21:1,08	1:0,36:0,66
4NPK	1:0,29:1,38	1:0,38:0,87	1:0,22:1,08	1:0,36:0,65

poziomu nawożenia (tab. 3). W warunkach nawadniania rośliny akumulowały na 1 kg azotu więcej fosforu i potasu niż w gorszych warunkach wodnych. Zwiększenie udziału fosforu i potasu w sumie pobranych składników mineralnych wystąpiło szczególnie silnie w burakach cukrowych i w zbożach. Wzrastające dawki nawożenia mineralnego powodowały reakcję odwrotną. Spadał udział potasu i fosforu w stosunku do azotu, szczególnie w burakach cukrowych (tab. 3).

Produkcyjność 1 kg NPK spadała wraz ze wzrostem poziomu nawożenia. Natomiast nawadnianie powodowało zwiększenie produktywności nawożenia (tab. 4).

SUMARYCZNE I JEDNOSTKOWE ZUŻYCIE WODY

Polowe zużycie wody (S) na obiektach nie nawadnianych w okresie od siewu lub początku wegetacji (koniczyna, pszenica ozima) do zbioru wahało się średnio od 270 do 450 mm, zależnie od gatunku roślin. W poszczególnych latach wahania te były jeszcze większe. Nawadnianie zwiększało polowe zużycie wody w przybliżeniu o normę nawadniania w danym roku (tab. 5). Średnio w okresie badań wzrost polowego zużycia wody pod wpływem nawadniania wynosił około 100 mm (rys. 2), przy znacznych wahaniami w latach (tab. 5).

Nawadnianie i nawożenie zmieniało także jednostkowe zużycie wody w m^3/q s. m. $\left(\frac{S}{Q}\right)$. Na ogół wskaźnik ten w różnych warunkach wodnych utrzymywał się na nie zmienionym poziomie, z wyjątkiem pszenicy jarej, gdzie nawadnianie pogarszało nieco ten wskaźnik na skutek małego wzrostu plonu pszenicy pod wpływem nawadniania.

Zwiększone dawki nawożenia mineralnego wyraźnie obniżały wskaźnik jednostkowego zużycia wody. Szczególnie wyraźnie zjawisko to wystąpiło na obiektach W_2 .

Tabela 4

Pobranie, wykorzystanie i produktywność 1 kg NPK w kg plonu s.m. w płodozmianie norfolkskim w RZD Swojec

Roślina	NPK kg/ha			Procent wykorzystania			Produkcyjność 1 kg NPK			
	wniesione	pobrane		W ₀	W ₁	W ₂	W ₀	W ₁	W ₂	
		W ₀	W ₁							W ₂
Buraki cukrowe (korzenie i liście)	200	556	643	689	278	322	344	67	74	74
	400	711	646	705	178	162	176	35	40	40
	600	744	728	929	124	121	104	25	28	31
	800	689	763	983	86	95	123	18	22	24
Pszenica jara (ziarno i słoma)	100	185	245	217	185	245	217	66	77	76
	200	198	261	235	99	130	118	36	41	40
	300	231	250	258	77	83	86	25	26	27
	400	243	253	271	61	63	68	19	29	21
Koniczyna czerwona* (siano)	100	484	539	653	484	539	653	66	89	95
	200	527	594	616	264	297	308	35	45	42
	300	528	652	678	176	217	226	23	30	32
	400	506	632	697	127	158	232	16	22	23
Pszenica ozima (ziarno i słoma)	100	184	201	231	184	201	231	69	76	80
	200	220	246	258	110	123	129	39	42	44
	300	220	258	277	73	86	92	26	28	31
	400	227	266	272	57	67	68	19	21	23

* PK kg/ha.

WNIOSKI

1. Zarówno nawadnianie jak i 2, 3 i 4-krotne zwiększenie nawożenia w stosunku do wyjściowej dawki 100-200 kg NPK istotnie zwiększały plon buraków cukrowych i pszenic. Koniczyna reagowała istotnie tylko na nawadnianie.

2. Pobranie podstawowych składników mineralnych w plonie badanych roślin rosło z poziomem nawożenia. Nawadnianie zwiększało pobranie azotu, fosforu i potasu; wzrost pobrania, fosforu i potasu dochodził w tych warunkach do 80% w stosunku do obiektów kontrolnych.

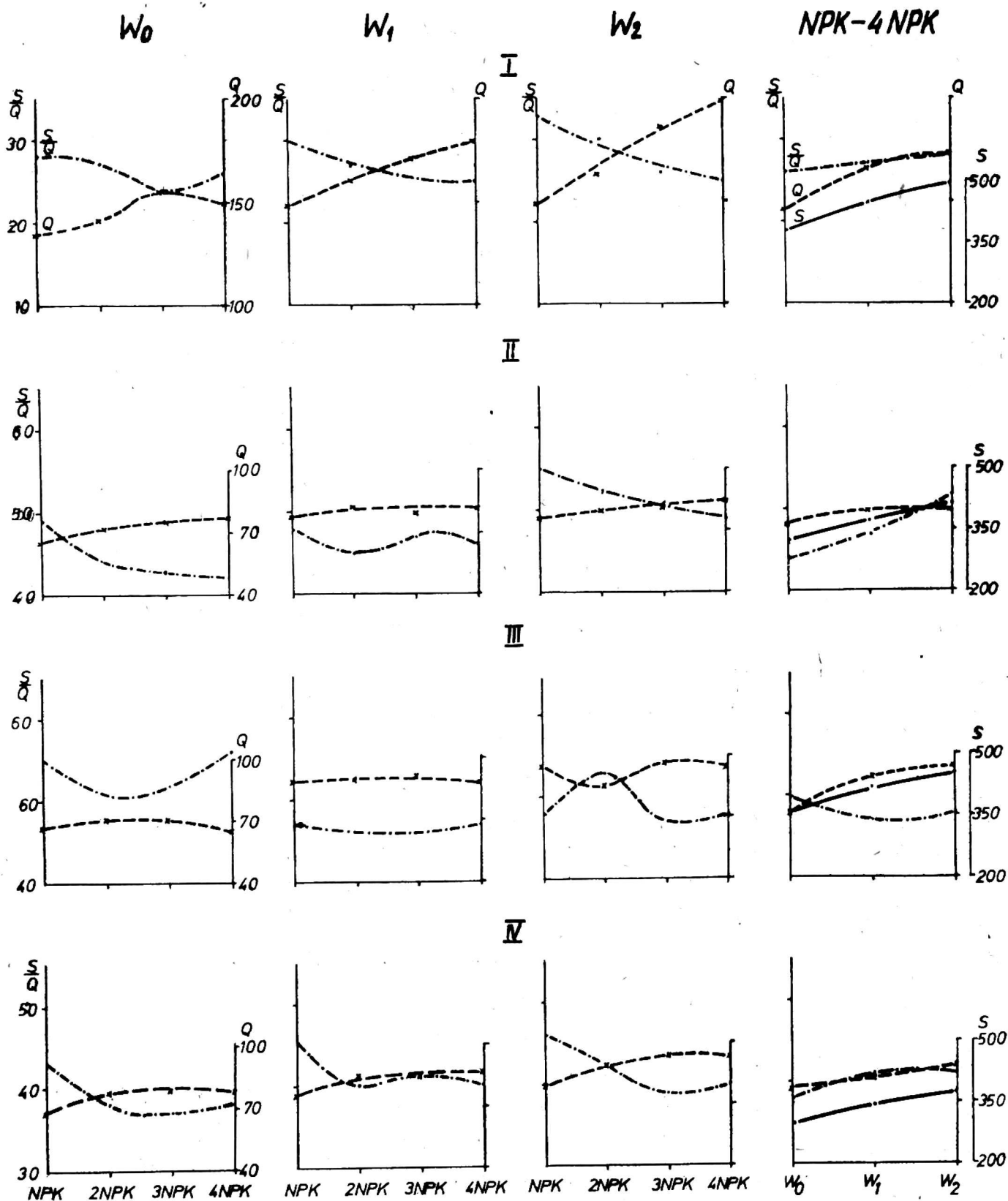
3. Produkcyjność 1 kg NPK malała ze wzrostem poziomu nawożenia, a w warunkach nawadniania była od 4 do 44% większa niż bez nawadniania.

4. Jednostkowe zużycie wody przez wszystkie badane rośliny malało ze wzrostem nawożenia, szczególnie wyraźnie zjawisko to wystąpiło na obiektach W₂.

Tabela 5

Plon suchej masy w q/ha, polowe zużycie wody w mm i jednostkowe zużycie wody w m³/q s.m. w płodozmianie norfolkskim w RZD Swojec

Lata	Plon suchej masy w q/ha			Sumaryczne zużycie wody w okr. weget. w mm (S)			Jednostkowe zużycie wody w m ³ /q s.m. (S/Q)		
	W ₀	W ₁	W ₂	W ₀	W ₁	W ₂	W ₀	W ₁	W ₂
		Buraki cukrowe — korzenie i liście							
1971	97	142	141	446	516	579	46	36	41
1972	131	148	137	369	440	475	28	30	35
1973	116	154	167	286	389	432	25	25	26
1974	221	225	238	356	420	486	16	19	29
1975	158	155	181	436	450	494	27	29	27
Średnio	145	165	173	379	443	493	28	27	32
		Pszenica jara — ziarno i słoma							
1971	90	95	100	394	416	449	44	44	45
1972	83	93	96	340	390	403	41	42	42
1973	47	54	52	260	360	420	55	67	81
1974	58	63	65	275	310	383	47	49	59
1975	85	92	88	335	388	418	39	42	47
Średnio	73	79	80	321	373	415	45	49	55
		Koniczyna czerwona — siano							
1972	85	88	99	420	483	489	49	55	49
1973	30	59	65	272	295	366	90	50	56
1974	82	57	95	337	380	388	41	39	41
1975	91	112	119	422	516	575	46	46	48
Średnio	72	79	95	363	418	454	57	47	48
		Pszenica ozima — ziarno i słoma							
1972	73	70	77	317	342	367	43	49	48
1973	85	80	90	285	360	433	33	45	48
1974	82	85	87	319	330	330	39	39	38
1975	68	94	100	268	340	358	39	36	36
Średnio	77	82	88	297	343	372	38	42	42



Rys. 2. Połowe zużycie wody od siewu do zbioru w mm (S), plon suchej masy roślin w q/ha (Q) i jednostkowe zużycie wody w m³/q s.m. (S/Q); I — burak cukrowy (korzenie i liście), II — pszenica jara (ziarno i słoma), III — koniczyna czerwona, IV — pszenica ozima (ziarno i słoma)

Ю. Дзежиц, М. Бруздзяк, М. Трыбала, В. Буняк

ПОТРЕБЛЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ВОДЫ
В НОРФОЛЬСКОМ СЕВООБОРОТЕ НА ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ

Резюме

В 1971-1975 гг. проводились полевые опыты на псевдоподзолистой почве, образованной из глинистого крепкого песка на легкой глине — комплекс ржаной хороший. Исследуемые растения возделывались в норфольском севообороте со следующим севооборотом: 1) сахарная свекла АЖ-Поли 1 на дозе навоза 300 ц/га, 2) яровая пшеница Кароля, 3) красный клевер, 4) озимая пшеница Грана.

Опыты проводились в 4 повторениях методом жеребьевки подблоков в зависимой системе с двумя переменными факторами: орошение и удобрение. Орошение: W_0 — без орошения, W_1 — орошение при снижении влажности в 0-25 см слое почвы до 60% ппв, W_2 — орошение при снижении влажности в этом слое до 70% ппв. Минеральное удобрение: под сахарную свеклу — NPK 200 кг/га (N:P:K = 1:0, 7:1,4), под озимую и яровую пшеницу — NPK 100 кг/га (N:P:K = 1:0,7:1,1) под клевер — PK 100 кг/га (P:K = 1:2,3), а также дозы 2, 3 и 4-кратно больше.

Из этих исследований вытекает, что орошение как и интенсивное удобрение в отношении к выходной дозе 100-200 кг/га NPK существенно увеличивали урожай сахарной свеклы и пшеницы. Клевер реагировал повышением урожая только при применении орошения. Оптимальное удобрение под пшеницу составляло 300 кг/га, а под сахарную свеклу 400 кг NPK/га.

Потребление основных минеральных веществ в урожае исследуемых растений увеличивалось с уровнем удобрения. Орошение повышало потребление фосфора и калия до 80% в отношении к контрольным объектам. В меньшей степени возрастало в этих условиях потребление азота. Орошение увеличило полевое использование воды приблизительно на норму орошения в данном году (табл. 5). Продуктивность 1 кг NPK уменьшалась с увеличением уровня удобрения, а в условиях орошения была от 4 до 44% выше, чем без орошения. Единичное использование воды растениями уменьшалось с увеличением удобрения, особенно на объектах W_2 (рис. 2).

J. Dzieżyc, M. Bruździak, M. Trybała, W. Buniak

THE UPTAKE AND PRODUCTIVITY OF WATER AND NUTRITIONAL
COMPONENTS IN NORFOLK ROTATION ON SANDY
SOIL ACCORDING TO IRRIGATION AND FERTILIZATION

Summary

In 1971-1975 some field experiments were carried out on pseudopodsols made of strong clayey sand light soil good rye complex. The examined plants were cultivated in Norfolk rotation in the following succession of crops: 1) AJ Poly sugar beets, on farmyard manure at the dose of 300 q/ha, 2) spring wheat the Carola, 3) red clover, 4) winter wheat the Grana.

The experiments were carried out in four repetitions by the method of randomized subblocks in the dependent arrangement of two changeable factors; fertilization and irrigation. Irrigation W_0 — without irrigation, W_1 — irrigation at the decrease of humidity in 0-25 cm stratum of soil up to 60% of ppw*, W_2 — irrigation at the decrease of humidity up to 70% of ppw. Mineral fertilization: under sugar beets — 200 kg of NPK per 1 ha (N:P:K = 1:0; 7:1,4) under spring and winter wheat — 100 kg of NPK per 1 ha (N:P:K = 1:0; 7:1,1), under clover — 100 kg of PK per 1 ha (P:K = 1:2,3) and the doses twice, thrice and four times bigger.

The above experiments show that both irrigation and intensive fertilization significantly increased the yield of sugar beets and wheats in the relation to the initial dose 100-200 kg of NPK per 1 ha. The yield of the clover depended only on irrigation. Optimal fertilization under the wheats was 300 kg/ha whereas under sugar beets 400 kg of NPK/1 ha. The uptake of the basis mineral components in the crops of the examined plants increased together with the level of fertilization. The irrigation increased the uptake of phosphorus and potassium up to 80% in relation to the control areas. Under these conditions the uptake of potassium did not increase so much. The irrigation increased the field consumption of water once as much as the irrigation rate during a year (Table 5). The productivity of 1 kg of NPK decreased with the increased level of fertilization and under the condition of irrigation it was 4-44% bigger than without irrigation. The elementary consumption of water by the plants decreased with the increase of fertilization, particularly on W_2 areas (Fig. 2).

* Water capacity of the field.