

DZIAŁANIE RÓŻNYCH SPOSOBÓW POGŁĘBIANIA ORKI NA ŻUŁAWSKIEJ MADZIE CIĘŻKIEJ

Stanisław Laskowski

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin WSR Szczecin

W ośmioletnich (1953–1960) badaniach przeprowadzonych na Żuławach delty Wisły w Rolniczym Rejonowym Zakładzie Doświadczalnym w Starym Polu k. Malborka szukano odpowiedzi na pytanie, jaki jest wpływ różnych sposobów pogłębiania orki na biofizyczne właściwości gleby i wysokość plonu oraz oceniano ekonomiczną efektywność ich stosowania na oglejonej madzie ciężkiej.

Dla rozwiązania tego zagadnienia przeprowadzono 4 równoległe doświadczenia.

WARUNKI KLIMATYCZNE

Warunki opadowe w okresie prowadzonych doświadczeń charakteryzują dane tabeli 1.

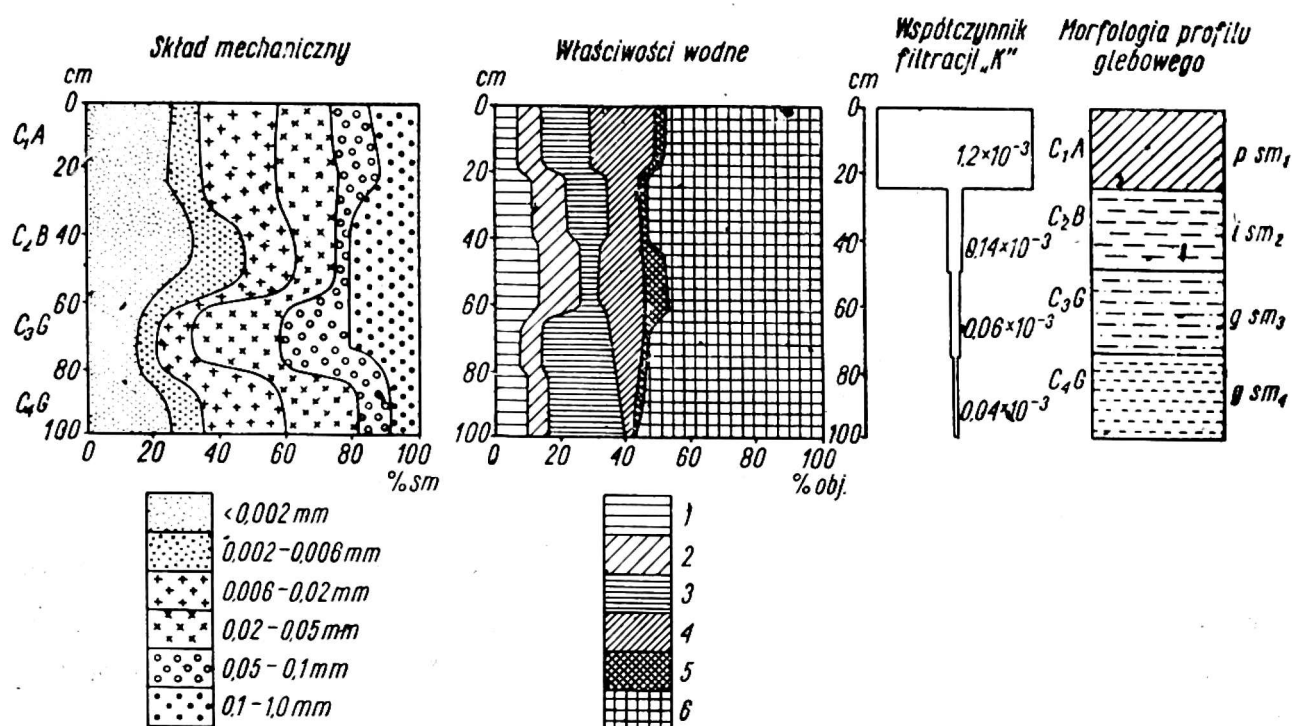
Tabela 1. Opady w mm z lat 1953—1960 w RRZD w Starym Polu k. Malborka

Rok	Opady w okresach			Opady roczne
	I—III	IV—VIII	IX—XII	
1953	29,8	286,4	97,2	413,4
1954	30,9	247,5	110,5	388,9
1955	25,7	163,5	165,2	354,4
1956	74,4	379,9	222,1	676,4
1957	78,9	322,0	127,2	528,1
1958	76,5	300,8	256,3	643,6
1959	33,6	184,2	170,0	387,8
1960	84,6	463,1	189,5	737,2

1957 r. wyróżniał się zbliżonym do przeciętnego układem opadów atmosferycznych za wielolecie, r. 1959 był posuszny, a r. 1960 przekropany. Zarówno w lata przeciętne, jak i ekstremalne pod względem opadów, warstwa orna mady ciężkiej, bez względu na sposób pogłębiania orki, zawsze była nadmiernie uwilgotniona aż do drugiej dekady kwietnia. W 1960 r. nadmierne uwilgotnienie roli trwało aż do zbioru buraków. Powodowało to gnicie korzeni.

WARUNKI GLEBOWE

Profil glebowy ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Niektóre genetyczne i morfologiczne właściwości żuławskiej mady ciężkiej

1 — woda higroskopowa, 2 — woda fizjologicznie niedostępna, 3 — pojemność wodna w stanie połowym, 4 — maksymalna pojemność kapilarna, 5 — pełna pojemność wodna, 6 — faza stała gleby; p sm₁ — warstwa próchniczna, i sm₂ — warstwa iluwalna, g sm₃ — warstwa oglejona, g sm₄ — warstwa oglejona.

Na uwagę zasługuje duża zawartość części spławialnych, stanowiących do 60% masy glebowej, w tym ok. połowa to koloidy mineralne i organiczne. W związku z dużą zwięzłością mady, wody fizjologicznie niedostępnej w tych glebach jest od ok. 5 do 20%, a współczynnik filtracji „K” już w warstwie podornej jest bardzo mały.

Zawartość P₂O₅, K₂O, węgla, azotu oraz wartości pH przedstawione są dla profilu glebowego mady w tabeli 2.

Tabela 2. Właściwości chemiczne gleby (data oznaczeń 15 IX 1953 r.)

Głębokość warstwy w cm	P ₂ O ₅	K ₂ O	C %	N %	C:N	pH w KCl
	w mg/100 g gleby					
0—20	13,2	10,8	1,64	0,107	15,3	6,5
50—60	6,0	11,5	0,82	0,044	18,6	6,1
90—100	5,5	17,0	0,42	0,009	46,6	5,3
120—130	7,0	15,8	0,94	0,020	47,0	4,5

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 2, ilość związków organicznych (C) nie jest wysoka, ale globalna ilość tego składnika w profilu glebowym jest duża. Głębsze warstwy profilu glebowego zawierają bowiem dużo związków organicznych, co jest w pewnym stopniu wynikiem gorszych stosunków powietrzno-wodnych w tych poziomach. Potwierdza się to w stosunku C:N w warstwach głębszych.

Najwyższe wartości pH stwierdzono w warstwie ornej, maleją one ze wzrostem głębokości. Zjawisko to jest wynikiem intensywnego wymywania kationów przez wody podsiąkowe z kompleksu sorbcyjnego poziomów glejowych. Na miejsce wymytych kationów Mg i Ca do kompleksu sorbcyjnego wchodzi wodór. Wymywanie to spowodowane jest ruchami lustra wody w rzece Fiszewce, która bywa często wyżej położona niż omawiana gleba. Oglejenie w madzie pól doświadczalnych ma charakter reliktowy i okresowy. Jasnoszary poziom starego oglejenia wykształcił się pod wpływem niegdyś wysokiego stanu wód gruntowych. Okresowe oglejenie warstwy ornej (a często i poziomu A₂), w przeciwieństwie do relikowego, wyróżnia się dużym dynamizmem. To okresowe oglejenie jest wynikiem występowania wody zawieszanej (Rode). Po zmianie stosunków wodnych mada silnie oglejona zostaje utleniona. Procesy glejowe wg Siuty (10) silnie uruchamiają związki żelaza, fosforu i substancji organicznej; wywierają one ujemny wpływ na wegetację roślin.

CHARAKTERYSTYKA DOŚWIADCZENIA

Doświadczenia w siedmiopolowym zmianowaniu założono metodą bloków losowanych w 5, a w czteropolowym — metodą systematyczną w 8 powtórzeniach. Wielkość pletek wynosiła 100 m².

Doświadczenie prowadzono w 7-letnim zmianowaniu: buraki cukrowe, jęczmień z wsiewką koniczyny z trawami, 2 lata koniczyna czerwona z trawami, rzepak ozimy, pszenica ozima i bobik.

Zróżnicowaną uprawę stosowano pod buraki cukrowe (w polu pierwszym) i pod rzepak ozimy (w polu piątym). Pod pozostałe rośliny w zmianowaniu wykonywano orkę płytką. Do chwili założenia doświadczenia orka była z reguły wykonywana na głębokość około 20 cm.

Schemat doświadczenia pierwszego:

- 1) orka płytką na głębokość 12–15 cm
- 2) „ głęboka na głębokość 32–35 cm
- 3) „ płytką + kretowanie uprawowe na głębokość 12 + 18 cm
- 4) „ głęboka + pogłębiacz lemieszowy „ 32 + 15 cm
- 5) „ „ + kretowanie uprawowe „ 32 + 18 cm
- 6) „ „ + drenowanie krecie co 1,5 m
- 7) „ „ + „ „ co 4,0 m
- 8) jak w czwartym + drenowanie krecie co 4,0 m

Kretowanie uprawowe wykonano przy pomocy specjalnego narzędzia zamontowanego do pługa (rys. 2).

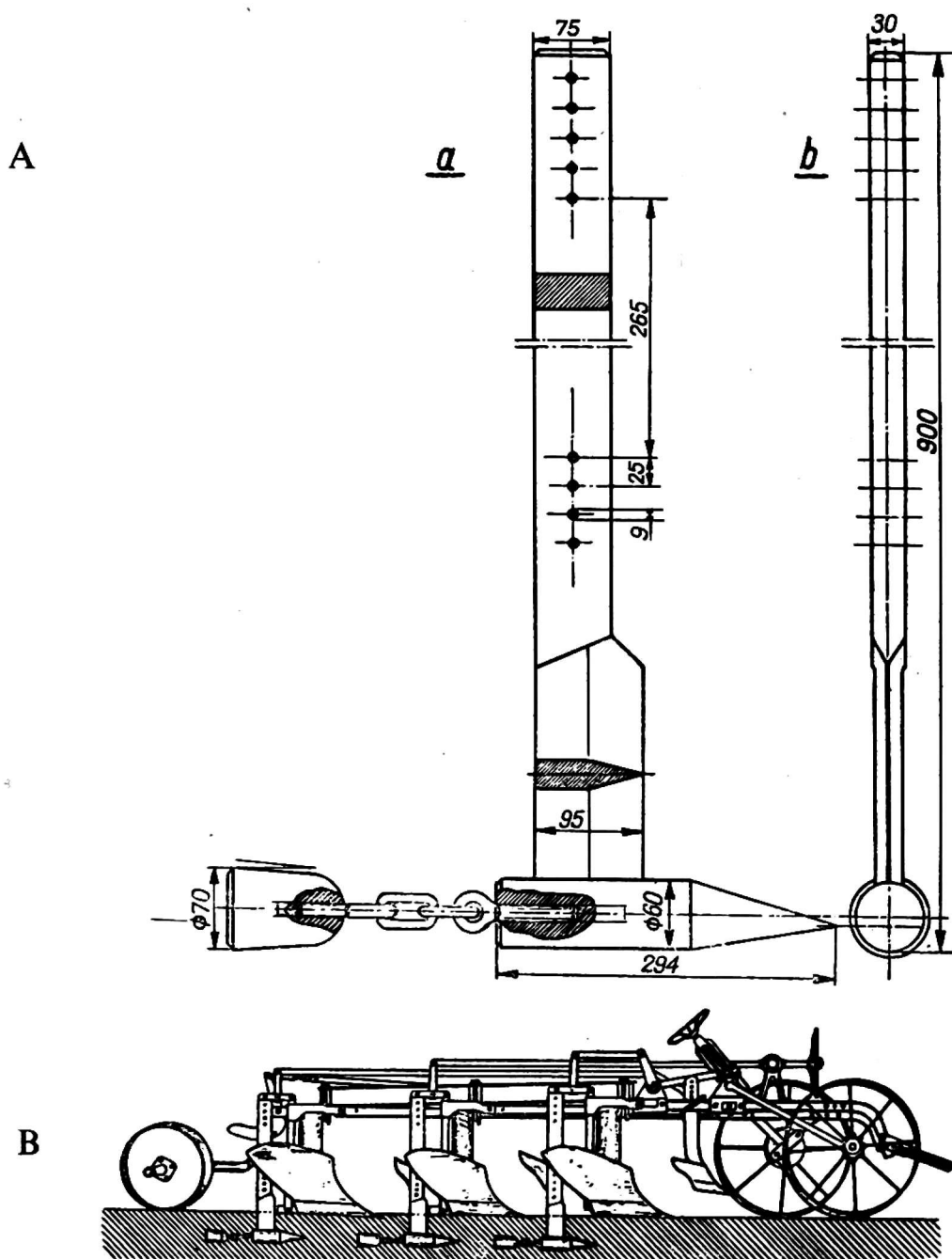
Orkę płytką (12–15 cm) i orkę płytką z kretowaniem uprawowym wprowadzono do schematu doświadczenia od 1958 r., gdy przekonano się, że nie ma różnicy w plonach po ziębli wykonanej na głębokość 20 cm lub też na 32–35 cm.

Schemat doświadczenia drugiego:

- 1) orka stosowana przeciętnie na głębokość 20–23 cm
- 2) „ średnio głęboka na 28–30 cm

- 3) orka głęboka na 33–35 cm
- 4) jak w pierwszym + pogłębiacz lemieszowy na głębokość 10–12 cm
- 5) jak w drugim + „ „ „ „ 10–12 cm
- 6) jak w trzecim + „ „ „ „ 10–12 cm

Drugie doświadczenie przeprowadzono w dwóch seriach w 4-letnim ogniwie zmianowania: ziemniaki, buraki cukrowe, jęczmień jary z wsiewką koniczyny z trawami, koniczyna czerwona z trawami. Orkę pogłębioną zastosowano tylko jeden raz pod ziemniaki.

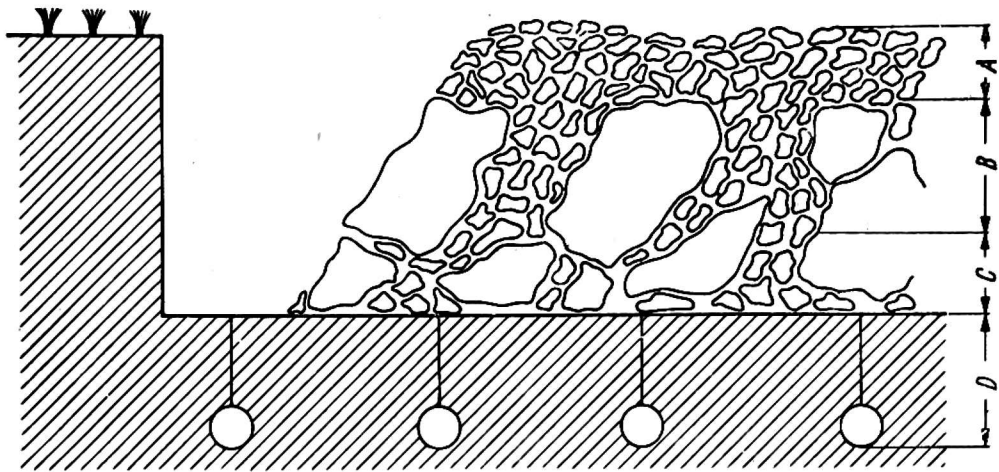


Rys. 2. Narzędzia służące do uprawy warstwy podornej na Żuławach w delcie Wisty

A — Pogłębiacz kretowy, a) widok z boku, b) widok z przodu

B — Sposób wmontowania pogłębiacza kretowego do pługa 3-skibowego

Po sprzęcie bobiku i I pokosu koniczyny z trawami obornik przykrywano podorywką, a w okresie przedzimowym wykonano uprawki podane wg schematów doświadczeń. Profil roli po orce pługiem z równoczesnym kretowaniem uprawowym przedstawiono schematycznie na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat profilu roli po orce pługiem z równoczesnym kretowaniem uprawowym

A — poziom zlegania powierzchniowego; B — poziom zlegania środkowego; C — poziom zlegania dolnego; D — otwór kanału po pogłębiaczu kretowym

Wysokość dawek nawozów pod rośliny zmianowania podano w tabeli 3.

Tabela 3. Wysokość dawek nawozów pod rośliny w zmianowaniu (obornik w q/ha, nawozy mineralne w kg/ha)

Roślina	Obornik	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Buraki cukrowe	300	60	36	80
Jęczmień i pszenica ozima	—	20	36	40
Koniczyna z trawami	—	—	36	40
Rzepak ozimy	200	60	36	80
Bobik	—	—	36	40

BADANIA UZUPEŁNIAJĄCE

Wilgotność gleby oznaczono na 3 polach zmianowania 7-letniego co 10 dni w roku 1954, 1955 i 1956 oraz 2 razy w 1957 r. w 15 powtórzeniach, metodą suszarkową, a porowatość — aparatem Nitzscha, współczynnik przepuszczalności — 1 raz przy pomocy aparatu Ostromeckiego, węgiel próchniczny metodą Lichterfelda, P₂O₅ i K₂O metodą Egnera, skład mechaniczny gleby — metodą Köhne, analizy mikrobiologiczne wg metody uzgodnionej z Zakładem Mikrobiologii IUNG w Puławach, w 5 powtórzeniach przez 3 lata (1954, 1955 i 1956) w 3 okresach (wiosną, latem i jesienią).

WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Plony buraków cukrowych w poszczególnych latach badawczych przedstawiono w tabeli 4.

Praca Konolda (1) wykazała, że nie ma istotnych różnic w plonach przy wykonywaniu na Żuławach orki na różnej głębokości. Stąd wysunąć można wnioski o możliwości i celowości zmniejszenia głębokości orki na żyznych żuławskich madach ciężkich stosowanych w zmianowaniu, zwłaszcza pod rośliny motylkowe,

Tabela 4. Wpływ głębokości orki oraz drenowania kreciego i kretowania uprawowego na plony buraków cukrowych

Lp.	Rodzaj orki	Plon w q z ha w roku						
		1953	1955	1960	przeciętnie za 3 lata 1953, 1955, 1960	1958	1959	przeciętnie za 2 lata 1958 i 1959
1	Orka płytka (12—15 cm)	×	×	×	×	478	426	452
2	Orka płytka (12—15 cm) + kretowanie uprawowe	×	×	×	×	532	468	500
3	Orka głęboka (32—35 cm)	349	352	137	279	481	424	453
4	Orka głęboka + pogłębiacz lemieszowy na 12—15 cm	359	398	152	302	×	×	×
5	Orka głęboka + kretowanie uprawowe	410	430	159	333	530	540	535
6	Orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	425	431	186	347	×	×	×
7	Orka głęboka + drenowanie krecie co 4,0 m	395	427	169	330	×	×	×
8	Jak w 4 + drenowanie krecie co 4,0 m	397	414	174	328	×	×	×
	Przedział ufności przy P = 0,05	56,7	27,2	21,3	32,1	27,6	41,3	37,6

Tabela 5. Wpływ różnej głębokości orki oraz orki z pogłębiaczem na plony w 4-letnim ogniwie zmianowania (kłęby, korzenie, ziarno, siano w q z ha)

Lp.	Rodzaj orki	Ziemniaki	Buraki cukrowe	Jęczmień jary	Koniczyna czerwona z trawami
		1954	1955 *	1956 **	1957
1	Orka na 20—23 cm	339	393	28,7	33,0
2	Orka na 28—30 cm	356	433	***	***
3	Orka na 33—35 cm	363	431	24,7	30,0
4	— jak 1 + pogłębiacz na 10—12 cm	360	410	25,2	31,1
5	— jak 2 + pogłębiacz na 10—12 cm	351	414	24,8	35,8
6	— jak 3 + pogłębiacz na 10—12 cm	363	437	25,5	31,1

* Najmniejsze udowodnione różnice 22,2 przy P = 0,95.

** Najmniejsze udowodnione różnice 1,82 przy P = 0,95.

*** Na tej kombinacji uprawowej wykonano orkę pogłębioną o 5—8 cm bezpośrednio pod jęczmień.

ziemniaki i zbożowe. Mady odznaczają się bowiem dużą pojemnością wody i zasobnością w składniki pokarmowe. Nie należy więc spodziewać się znacznego zmniejszenia zawartości wody i składników pod wpływem orki płytkiej. Dość duży wpływ na poprawienie naturalnych warunków powietrzno-wodnych gleby mają zabiegi agromelioracyjne w postaci kretowania uprawowego i drenowania kreciego. One też — jak dalej zobaczymy — wpływały na uaktywnienie procesów mikrobiologicznych. Dane z tabeli 4 wskazują, że pod wpływem tego rodzaju uprawek wyraźnie wzrastają plony buraków cukrowych i rzepaku.

Wpływ różnych głębokości orki oraz orki z pogłębiaczem na plony w 4-letnim ogniwie zmianowania przedstawiono w tabeli 5, a drenowania kreciego i kretowania na plony w 7-letnim zmianowaniu w tabeli 6.

Wpływ orki głębokiej oraz drenowania kreciego i kretowania na plony w 4-letnim ogniwie zmianowania przedstawiono w tabeli 7.

Działanie tych uprawek w zmianowaniu jest jednak krótkotrwałe. Zastosowanie pogłębiaczy lemieszowych nie przyczynia się do istotnego wzrostu plonów. Warstwę podorną przewietrza także drenowanie krecie wykonane na głębokości 50–60 cm od powierzchni roli. Przy tym rozstawa chodników krecich co 1,5 m jest oczywiście zdecydowanie korzystniejsza od rozstawy co 4,0 m. To przewietrzanie warstwy podornej przyczynia się do cofnięcia oglejenia. Drenowanie krecie nie przyczyniło się jednak do szybszego obsychania pola w okresie wiosennym. Nie stwierdzono także odpływu wody przez wyloty ciągów krecich, zabezpieczonych rurkami ceramicznymi. Mały współczynnik filtracyjny warstwy podornej w silnie pęczniącej madzie ciężkiej był niewątpliwie tego przyczyną. Tak więc uzyskany wzrost plonów pod wpływem kretowania uprawowego i drenowania kreciego jest wynikiem lepszego układu powietrze — woda oraz wizualnie stwierdzonego cofnięcia się natężenia oglejenia.

Dane tabeli 8 i 9 oraz rys. 4 wykazują, że zabiegi agrotechniczne w postaci kretowania uprawowego i drenowania kreciego wywołują istotne uaktywnienie procesów mikrobiologicznych. Ogólna liczebność drobnoustrojów i badanej grupy bakterii czynnych przy przemianach azotu wykazuje, że mada ciężka średnio oglejona odznacza się na ogół słabą aktywnością biologiczną. Przyczyn tego należałoby szukać w silnych właściwościach adsorpcyjnych koloidów nieorganicznych, występujących tu w dużych ilościach i z tym związaną małą ruchliwością wody oraz złym przewietrzeniem.

Badania nad fizjologicznymi grupami bakterii glebowych wykazały, że azotobakter zasiedla mady ciężkie w dużych ilościach. Ilości te wahają się w zależności od sposobu pogłębiania warstwy ornej od tysiąca do kilkunastu tysięcy w 1 g gleby. Ilość beztlenowych asymilatorów azotu (*Clostridium pasterianum*) wynoszą w badanej madzie przeciętnie dziesiątki tysięcy (10^{11}). Wahania w ilości tej grupy drobnoustrojów były na przestrzeni okresu badań bardzo nieznaczne. Miano nitryfikatorów osiąga przeciętnie wielkości rzędu 10^5 (wahania od 10^6 do 10^4). Podobnie kształtują się w badanych madach procesy denitryfikacji, wyrażające się przeciętnie wielkościami rzędu 10^6 (wahania od 10^4 do 10^7). Ta niska działalność denitryfikatorów zbiega się ze stosunkowo małą ogólną ilością bakterii.

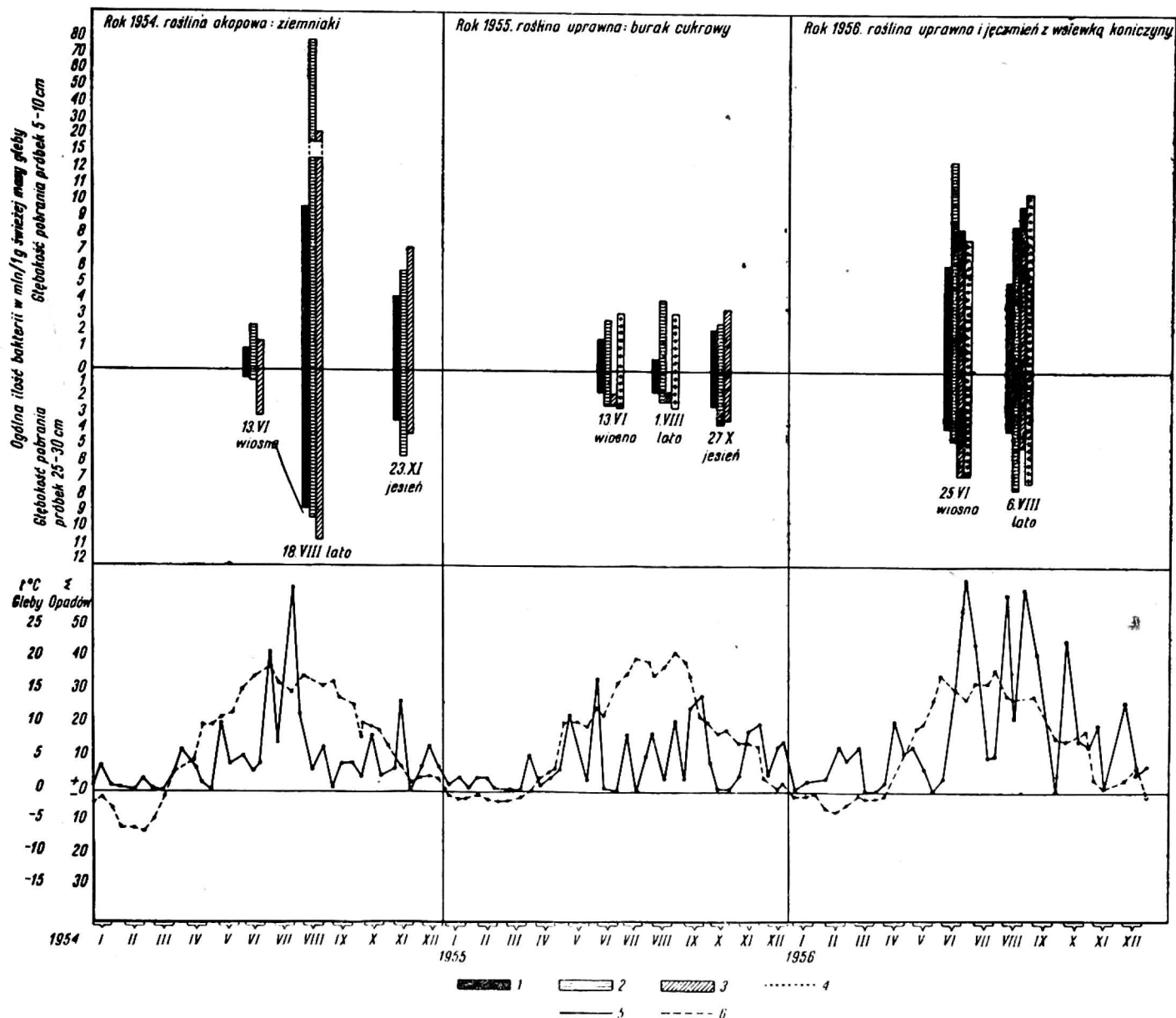
Tabela 6. Wpływ drenowania kreciego i kretowania na plony w 7-letnim zmianowaniu (korzenie, ziarno, siano w q z ha)

Lp.	Rodzaj uprawki specjalnej	Buraki cukrowe 1953 *	Jęczmień jary 1954 **	Koniczyna (1 rok użytkowania) 1955	Koniczyna (2 rok użytkowania) I pokos 1956	Rzepak jary 1957 ***	Pszenvica ozima 1958	Bobik 1959
1	Orka głęboka (32—35 cm)	349	17,3	89,8	77,2	6,2	27,3	18,7
2	„ „ + pogłębiacz na 12—15 cm	359	19,4	88,2	77,5	8,8	27,4	17,8
3	„ „ + kretowanie uprawowe co 2-ga bruzda	358	19,5	95,1	82,4	9,2	28,7	18,1
4	„ „ + kretowanie uprawowe w każdej bruzdzie	410	19,5	92,4	78,8	10,0	30,7	19,1
5	„ „ + drenowanie krecie co 1,5 m	425	20,0	93,9	75,1	10,1	30,1	18,7
6	„ „ + drenowanie krecie co 3,0 m	—	—	—	—	10,2	28,8	17,5
7	„ „ + drenowanie krecie co 6,0 m	395	19,3	95,3	76,0	—	—	—
8	„ „ + pogłębiacz na 12—15 cm + drenowanie krecie co 6,0 m	397	19,7	91,2	69,1	7,8	29,1	16,9

* Najmniejsze udowodnione różnice 56,7 przy P = 0,95.

** Najmniejsze udowodnione różnice 1,72 przy P = 0,95.

*** Rzepak jary zasiano po wymokniętym rzepaku ozimym. Najmniejsza udowodniona różnica 2,71 przy P = 0,95.



Rys. 4. Działanie uprawek specjalnych na mikroflorę gleby na tle opadów i temperatury gleby
 1 — orka głęboka (32—35 cm), 2 — orka głęboka + kretowanie uprawowe, 3 — orka głęboka + drenowanie krecie 1,5 m, 4 — orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m + pogłębiacz 10—12 cm, 5 — opady, 6 — temperatura

Tabela 7. Wpływ orki głębokiej oraz drenowania kreciego i kretowania na plony w 4-letnim ogniwie zmianowania (kłęby, korzenie, ziarno, siano w q z ha)

Lp.	Rodzaj uprawki specjalnej	Ziemniaki 1954	Buraki cukrowe 1955*	Jęczmień jary 1956**	Koniczyna z trawami 1957
1	Orka głęboka (32—35 cm)	374	352	25,0	34,9
2	„ „ + pogłębiacz na 10—12 cm	391	398	24,7	33,4
3	„ „ + kretowanie uprawowe	371	430	26,1	32,7
4	„ „ + drenowanie krecie co 1,5 m	362	431	28,7	35,1
5	„ „ + drenowanie krecie co 4,0 m	366	427	27,9	33,4
6	„ „ + pogłębiacz na 10—12 cm + drenowanie krecie co 4,0 m	358	414	30,4	31,4

* Najmniejsze udowodnione różnice 27,2 przy $P = 0,95$.

** Najmniejsze udowodnione różnice 2,91 przy $P = 0,95$.

T a b e l a 8. Wpływ uprawy specjalnej na ilość bakterii i promieniowców w latach 1954—1956 (wg W. Fenglerowej)

O — ogólna ilość drobnoustrojów w ml/1 g świeżej masy gleby; P — procent od ogólnej ilości drobnoustrojów

Terminy badań	Bakterie						Promieniowce																		
	orka głęboka (32—35 cm)		orka głęboka + kretowanie uprawowe		orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m		orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m + pogłębiacz na 10 cm		przedział ufności przy P = 0,95 dla przec. il. promieniowców		orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m + pogłębiacz na 10 cm		orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m		orka głęboka + kretowanie uprawowe		orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m		przedział ufności przy P = 0,95 dla przec. il. promieniowców						
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	
	Ziemiaki — głębokość pobrania próbek 5—10 cm																								
1954	Ziemiaki — głębokość pobrania próbek 5—10 cm																								
Wiosna	1,43	2,6	2,82	1,4	2,03	0,6	0,608	36,0	1,65	37,0	1,38	40,0	0,294	Ziemiaki — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Lato	9,90	24,2	82,3	5,8	25,70	10,7	21,40	37,3	49,8	37,7	13,0	33,6	9,57												
Jesień	4,48	—	6,27	9,0	7,58	6,7	1,94	2,49	32,0	1,39	2,95	28,0	0,762												
1954	Ziemiaki — głębokość pobrania próbek 25—30 cm																								
Wiosna	0,28	2,5	0,43	0,8	2,98	0,3	0,461	50,0	0,60	58,0	2,27	42,0	0,407	Buraki cukrowe — głębokość pobrania próbek 5—10 cm											
Lato	8,50	22,0	9,0	29,0	11,5	14,0	7,03	5,10	37,0	4,90	7,80	40,0	—	Buraki cukrowe — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Jesień	2,93	—	5,23	7,3	3,89	6,8	0,964	1,85	38,0	1,13	1,25	30,0	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 5—10 cm											
1955	Buraki cukrowe — głębokość pobrania próbek 5—10 cm																								
Wiosna	1,97	0,9	3,61	2,2	—	—	0,975	0,70	26,0	1,95	—	—	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Lato	1,82	21,8	4,53	25,1	—	—	0,976	1,01	35,0	2,43	—	—	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Jesień	2,55	10,9	2,75	12,1	3,77	12,6	—	1,95	46,0	1,52	2,55	40,0	0,589												
1955	Buraki cukrowe — głębokość pobrania próbek 25—30 cm																								
Wiosna	1,50	1,4	3,82	1,8	—	—	1,219	0,59	28,0	1,74	—	—	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 5—10 cm											
Lato	1,08	38,7	1,88	23,2	—	—	0,610	1,07	49,0	1,20	—	—	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 5—10 cm											
Jesień	2,0	17,0	3,21	16,3	3,04	20,1	0,660	1,37	40,0	1,55	1,78	34,0	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
1956	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 5—10 cm																								
Wiosna	6,58	3,2	12,94	4,7	8,71	4,5	3,64	1,43	18,0	1,83	1,86	17,0	0,514	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Lato	5,65	4,9	8,84	3,3	10,26	6,2	1,06	1,96	26,0	1,64	2,02	16,0	—	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
1956	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm																								
Wiosna	3,43	3,7	4,35	3,2	6,3	2,4	2,56	1,11	24,0	1,82	1,91	24,0	0,557	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											
Lato	3,67	1,9	7,05	2,1	4,37	7,6	1,36	1,15	24,0	1,58	1,18	21,0	0,245	Jęczmień z wsiewką koniczyny — głębokość pobrania próbek 25—30 cm											

U w a g a: Brak liczby — analiza zmienności nie wykazała istotności różnic wywołanych uprawą. Liczby podane w tabeli reprezentują analizy z trzech wysiewów. Kreska w miejscu liczb oznacza brak wyników.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie można w udokumentowany sposób twierdzić, że uprawki specjalne w postaci kretowania uprawowego i drenowania kreciego wpływają na poprawę gospodarki wodnej mady ciężkiej. Zmiany przestrzenne w warstwie podornej mady w pierwszym roku po zastosowaniu wspomnianych uprawek są zbyt małe, aby można było określić definitywnie ich kierunek. Na podstawie badań i obserwacji profilu glebowego, przeprowadzonych w latach 1957, 1959 i 1960 stwierdzono, że rola na głębokości ok. 50 cm, tj. w strefie prawie podwójnej szerokości wygładzacza (10–15 cm) była ciemniejsza, specyficznie zgrużlona, mniej lub więcej wyraźnie widoczny był cały system porów areacyjnych. Ta budowa zmieniająca układ roli w warstwie podornej bezwarunkowo musiała decydować o gospodarce wodnej, termicznej i pokarmowej, które przecież są podstawą życia gleby. Nie udało się jednak w latach 1954–1956 uzyskać wiernych liczb, przedstawiających odmienny układ stosunków wodnych. Otrzymano bowiem liczby znacznie się różniące między sobą. Próby pobrane prawdopodobnie z miejsca zasypanego już chodnika kreciego, lub z jego sąsiedztwa wykazywały znacznie większą porowatość, a tym samym lepszy układ stosunków powietrzno-wodnych. Prawdopodobnie w wyniku tego korzystnego układu autor i Fenglerowa (3) stwierdzili wyraźne uaktywnienie procesów mikrobiologicznych. Wyżej przekonaliśmy się, że roślina również potrafi wykorzystać lokalnie wytworzone w glebie lepsze warunki powietrzno-wodne. Człowiek na ślepo pobierając do analizy próbkę gleby otrzymuje zbyt duży rozrzut wyników.

„Chodniki” wytworzone przy drenowaniu krecim na głębokości 55–60 cm i w odstępach co 1,5 m zachowywały się w ciągu 3–4 lat, a więc znacznie dłużej niż przy kretowaniu uprawowym (ok. pół roku). Tego rodzaju drenowanie nie przyczyniało się jednak do odprowadzenia nadmiaru wód powierzchniowych ciągami krecimi. Wpływało ono jednak na wspomniane już uaktywnienie procesów mikrobiologicznych. Stąd nasunął się wniosek, że drenowanie krecie działa nie jako zabieg agromelioracyjny, lecz przede wszystkim jako agrotechniczny, przewietrzający warstwę podorną. Wobec tego w 1957 r. przeprowadziliśmy jeszcze raz badania stosunków powietrzno-wodnych w glebie zoranej na różną głębokość. Tym razem interesowała nas względna ilość powietrza i wody w profilu glebowym w pełni i w końcowym okresie wegetacyjnym buraków cukrowych.

Z liczb podanych w tabeli 10 wynika, że w przeciętnym dla Żuław 1957 r. względna ilość powietrza i wody w glebie jest mniej więcej ta sama, bez względu na to czy była zastosowana orka płytka czy też głęboka. Nie stwierdzono także różnic w stosunkach powietrzno-wodnych między orką płytką, a orką głęboką z pogłębiaczem. Istotne różnice powstają w poziomie działania kretowania uprawowego i drenowania kreciego, tj. na głębokości ok. 55 cm. Różnice tak wyraźne otrzymano w 1957 r. z tego względu, że po wykonaniu odkrywki, próbki do analizy brano z bezpośredniego sąsiedztwa „chodnika kreciego”, wytworzonego przez bolec żelazny wraz z wygładzaczem zastosowanym przy kretowaniu uprawowym i drenowaniu krecim. Należy więc żałować, że stosunek wody do powietrza poprawia się pod wpływem zastosowanych zabiegów tylko w ok. trzeciej części szerokości skiby.

Na uwagę zasługuje także znaczne zmniejszenie się przewodności mady w okre-

Tabela 9. Działanie różnych mechanicznych zabiegów uprawowych na dynamikę rozwoju bakterii czynnych przy przemianach azotu w latach 1954—1956 (wg W. Fenglerowej)
Ilość bakterii na 1 kg świeżej masy gleby

Terminy badań	Azotobakter — ilości przybliżone (przedział wahań) w tys.				Miano beztlenowych asymilatorów azotu				Miano nityfikatorów				Miano denitryfikatorów			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	orka głęboka (32—35 cm)	orka głęboka + kretowanie uprawowe	orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	orka głęboka + dren. krecie co 1,5 m + pogłębacz na 10—12 cm	orka głęboka (32—35 cm)	orka głęboka + kretowanie uprawowe	orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	orka głęboka + dren. krecie co 1,5 m + pogłębacz na 10—12 cm	orka głęboka (32—35 cm)	orka głęboka + kretowanie uprawowe	orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	orka głęboka + dren. krecie co 1,5 m + pogłębacz na 10—12 cm	orka głęboka (32—35 cm)	orka głęboka + kretowanie uprawowe	orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	orka głęboka + dren. krecie co 1,5 m + pogłębacz na 10—12 cm
1																
1954	Ziemniaki — głębokość pobrania próbek 5—10 cm															
Wiosna	2—4	10—12	8—10	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	—	10 ³	10 ²	10 ²	—	—	—	—	—
Lato	2—4	2—4	4—6	—	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jesień	2—4	4—6	2—4	—	10 ⁴	10 ⁴	—	—	10 ³	10 ³	10 ³	—	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	—
1955	Buraki cukrowe															
Wiosna	4—6	10—12	—	2—4	10 ⁴	10 ³	—	10 ⁴	10 ³	10 ³	10 ³	—	10 ⁴	10 ⁵	—	10 ⁵
Lato	4—6	14—16	—	4—6	10 ⁴	10 ⁴	—	10 ⁴	10 ³	—	10 ³	10 ³	10 ⁵	10 ⁶	—	10 ⁵
Jesień	—	brak danych	—	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	—
1965	Jęczmień z wsiewką koniczyny															
Wiosna	—	brak danych	—	—	10 ⁴ —10 ⁵	10 ³ —10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ³	10 ³	10 ³	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁷
Lato	—	brak danych	—	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ³ —10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵
1954	Ziemniaki — głębokość pobrania próbek 25—30 cm															
Wiosna	1	1	1	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	—	10 ²	10 ²	—	—	—	—	—	—
Lato	1—2	1—2	1	—	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jesień	1—2	1—2	1—2	—	10 ³	10 ²	—	—	10 ²	10 ³	10 ³	—	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1955	Buraki cukrowe															
Wiosna	2-4	6-8	—	2-4	10 ³	10 ⁴	—	10 ⁵	10 ²	10 ³	—	10 ³	10 ⁵	10 ⁵	—	10 ⁵
Lato	12-14	16-18	—	6-8	10 ⁴	10 ⁴	—	10 ⁴	10 ²	10 ³	—	10 ³	10 ⁵	10 ⁵	—	10 ⁶
Jesień	brak danych				10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	—	10 ²	10 ³	10 ³	—	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	—
1956	Jęczmień z wsiewką koniczyną															
Wiosna	brak danych				10 ³ -10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ⁴	10 ³	10 ³	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁶
Lato	brak danych				10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ³	10 ³	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴

Tabela 10. Stosunki powietrzno-wodne w profilu glebowym w pełni okresu wegetacyjnego oraz w końcu wegetacji buraków cukrowych w 1957 r. (w % objętościowych)

Rodzaj uprawy	Głębokość pobrania próbki w cm	15 VII 1957		10 X 1957		Stosunek wody do powietrza	
		powietrze	woda	powietrze	woda	15 VII	10 X
Orka płytka	0—25	20,1	30,2	15,2	37,6	50	53
	25—50	10,3	37,9	7,7	39,5	48	48
	50—75	7,3	37,5	3,1	42,6	45	46
	75—100	6,1	38,7	1,9	42,2	45	44
Orka głęboka	0—25	19,0	31,6	16,1	37,9	51	54
	25—50	10,9	38,2	8,4	43,3	49	52
	50—75	7,3	36,5	3,4	42,8	45	46
	75—100	6,5	39,4	2,5	43,1	46	46
Orka głęboka + kretowanie uprawo- we	0—25	19,8	31,9	15,7	38,1	51	54
	25—50	11,7	40,1	7,7	40,6	52	47
	50—75	13,7	44,3	5,6	45,8	58	51
	75—100	6,1	39,1	2,3	43,3	45	46
Orka głęboka + drenowanie krecie	0—25	17,0	31,5	13,9	40,9	49	55
	25—50	12,7	36,4	9,5	38,1	49	47
	50—75	13,5	38,8	6,6	44,7	52	51
	75—100	5,2	39,3	1,7	44,3	44	46
Przedział ufności dla poziomu przy P = 0,058	50—75	2,92	2,71	3,31	2,0	—	—

się jesiennym. Przyczyną tego jest wysoki poziom wody gruntowej w tym okresie. Przebadany przez autora i in. (7) układ stosunków wodnych w profilu glebowym w roku przeciętnym (1957) i w latach ekstremalnych (1959 i 1960) pod względem opadów wykazał, że warstwa orna mady ciężkiej, bez względu na sposób pogłębiania orki, zawsze jest nadmiernie uwilgotniona aż do drugiej dekady kwietnia.

W lata ekstremalne, tj. posuszne (jak np. 1959 i przekropne jak np. 1960), układ stosunków powietrzno-wodnych powstałych pod wpływem uprawek specjalnych kształtował się odmiennie niż w 1957 r. Przewiewność mad ciężkich pod wpływem kretowania i drenowania kreciego utrzymywała się na zadowalającym poziomie przez cały okres wegetacyjny. Natomiast w przekropnym 1960 r. wszystkie porę kapilarne i niekapilarne były wypełnione przez wodę, zwłaszcza w tych okresach kiedy lustro wody gruntowej podnosi się do poziomu próchnicznego, a czasami nawet go obejmuje.

**PRÓBA OKREŚLENIA EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI
RÓŻNYCH SPOSOBÓW POGŁĘBIANIA ORKI**

Zmniejszenie głębokości orok przedzimowych, jak również pominięcie w uprawach pogłębiania warstwy podornej ma niewątpliwie duże znaczenie ekonomiczne, przyczynia się ono bowiem do obniżenia kosztów uprawy oraz niweluje szczyt zapotrzebowania na siłę roboczą i siłę pociągową. Opierając się na aktualnych cenach oraz uwzględniając odpowiednie plony, dokonano w tabeli 11 uproszczonej kalkulacji, uwypuklającej niektóre wskaźniki ekonomicznej efektywności badanych sposobów pogłębiania orki.

T a b e l a 11. Różnice w kosztach (w zł) i względny wzrost czasu przy zastosowaniu różnych sposobów pogłębiania orki na madzie ciężkiej

Rodzaj uprawki	Koszt uprawki w zł/ha	Dzienna wydaj- ność agregatu uprawowego w ha	Obniżenie wydajności agre- gatu uprawowego w sto- sunku do orki płytkiej w procentach
Orka płytka (12—15 cm)	151,5	3,1	—
Orka płytka + kretowanie upra- wowe	207,5	2,7	13,0
Orka głęboka	212,7	2,2	30,0
Orka głęboka + pogłębiacz lemie- szowy	311,7	1,7	45,2
Orka głęboka + kretowanie upra- wowe	322,5	1,6	51,6
Orka głęboka + drenowanie krecie co 1,5 m	887,1	1,1	67,8

Jakkolwiek duże są różnice w kosztach stosowania uprawek specjalnych to porównanie ich ze wzrostem wartości plonów buraków cukrowych (ponad 4 tys. zł/ha) lub ziemniaków (ok. 7 tys. zł/ha) czyni je nieistotnymi. Ważniejszy jest drugi aspekt ekonomiczny różnych sposobów pogłębiania orki. Chodzi mianowicie o spiętrzenie prac wywołane wykopkami i transportem okopowych z pola oraz równocześnie wykonywanymi orkami przedzimowymi. Badania Działu Ekonomiki i Organizacji Gospodarstw Rolnych RRZD w Starym Polu (2) ustaliły względny stan zapotrzebowania na siłę pociągową niezbędnie potrzebną do realizacji zadań planowych. Ilustrują go liczby tabeli 12.

T a b e l a 12. Potrzebne zasoby siły pociągowej na 100 ha użytków rolnych w jednostkach pociągowych

Typ gospodarki	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Przeciętnie w roku
PGR	11,5	12,9	12,0	27,2	10,8	10,5	16,8	16,4	12,8	18,8	26,5	9,3	17,9
Chłopska	13,2	13,6	14,5	26,8	13,8	14,3	17,6	18,0	16,5	17,9	26,8	12,3	20,6

Okres wykonania orok przedzimowych przypada na koniec października i listopada, tj. na te miesiące, w których największe jest zapotrzebowanie na siłę pociągową. Stosowanie w tym czasie kretowania uprawowego i drenowania kreciego wywołuje potrzebę zaopatrzenia gospodarstw i kółek rolniczych w większą niż przeciętnie ilość siły pociągowej o dużej sile uciągu (ponad 50 KM).

Związane z tym zwiększenie nakładów inwestycyjnych pociąga za sobą powiększenie odpisów amortyzacyjnych, kosztów remontów itp. W sumie stwierdzona powyżej opłacalność stosowania uprawek specjalnych może być zniwelowana przy szczegółowej kalkulacji kosztów związanych ze stosowaniem orki głębokiej oraz kretowania uprawowego i drenowania kreciego. Brak lub niska efektywność ekonomiczna stosowania uprawek specjalnych w postaci orki głębokiej, a zwłaszcza kretowania uprawowego i drenowania kreciego, nie powinna jednak być przyczyną zaniechania ich stosowania w zmianowaniu; brak ich będzie niewątpliwie prowadził do pogorszenia właściwości fizycznych i chemicznych mad ciężkich, w których mogą przybierać na sile procesy glejowe.

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania dynamiki wodnej w madzie ciężkiej wykazały po odpowiednio dokonanych przeliczeniach, że buraki cukrowe znajdowały w latach 1957, 1959 i 1960 w warstwie ornej na ogół zadowalającą użyteczną zawartość wody, natomiast w warstwie podornej stosunki powietrzno-wodne kształtowały się korzystnie w ciągu odpowiednio: 37, 122 i 11 dni, czyli w ciągu 21, 70 i ok. 5% ogólnej ilości dni okresu wegetacyjnego. W pozostałym okresie panowały warunki nadmiernego uwilgotnienia mady. Najdłuższy okres optymalnego uwilgotnienia (ok. 70%) mady ciężkiej znajdowały buraki cukrowe w 1959 r., odznaczającego się skąpyimi opadami, a najgorszy układ stosunków powietrzno-wodnych był w przekroprnym 1960 r. (ok. 5%).

Pobieranie trzech prób z poletka 100 m², a więc 15 powtórzeń z obiektu, nie jest wystarczające dla wykazania zmian w dynamice wodnej, zachodzącej pod wpływem różnych sposobów pogłębiania orki przedzimowej. Bachtin i Lwow, cyt. za Śmierchalskim, dla uzyskania miarodajnych wyników stosowali 100-krotne powtórzenia oznaczeń. W wypadku wykonania kretowania uprawowego i drenowania kreciego można pobierać próbki do oznaczeń układu powietrzno-wodnego z miejsc bezpośrednio sąsiadujących z „chodnikami krecimi”. W takim wypadku niezbędne jest wykonanie odkrywki glebowej. Korzystne zmiany w układzie powietrze-woda, zachodzące pod wpływem kretowania uprawowego i drenowania kreciego wpływają według autora i Fenglerowej (3) na wzrost dynamiki procesów mikrobiologicznych.

Oceniając otrzymane wyniki pod kątem wysokości plonów można wysunąć twierdzenie, że na ciężkich madach żuławskich istnieją podstawy do ograniczenia liczby orok głębokich w zmianowaniu. Tezę tę potwierdzają wyniki cytowanych uprzednio doświadczeń Konolda (1) i autora (2, 3, 4, 6). Uzyskane rezultaty nie dają jednak podstaw do ustalenia proporcji stosowania w zmianowaniu orok płytkich i głębokich. Należy przy tym zaznaczyć, że porównanie działania orok płytkich

(12—15 cm) z orkami głębokimi (32—35 cm) było dokonywane na polu oranym w latach poprzednich na głębokość 18—20 cm, tj. na tej, na której powszechnie były stosowane orki na Żuławach. Kretowanie uprawowe i drenowanie krecie poza dodatkimi efektami biofizycznymi i produkcyjnymi mogą przyczynić się do cofnięcia procesów glejowych, które w naszych badaniach (3, 4) i Siuty są zjawiskiem powszechnym na glebach żuławskich. Nasze doświadczenia i obserwacje trwały jednak zbyt krótko, aby można było z całą pewnością ustalić kierunek przemian biochemicznych, zachodzących pod wpływem stosowania uprawek specjalnych na ciężkich madach żuławskich.

WNIOSKI

W konkluzji 8-letnich badań (1953—1960) przeprowadzonych na Żuławach delty Wisły w Starym Polu na madzie ciężkiej oglejonej można wysunąć następujące wnioski.

1. Żuławskie mady ciężkie odznaczają się bardzo małą przewiewnością i przepuszczalnością, zwłaszcza w warstwie podornej (współczynnik $K = 0,14 \times 10^{-3}$), charakteryzują się one także nadmiernym dla roślin uwilgotnieniem, trwającym z reguły do połowy kwietnia, a w lata przekropne (jak np. 1960 r.) prawie przez cały okres wegetacyjny.

2. Orka głęboka i także orka z pogłębiaczem lemieszowym nie wywołuje korzystnych zmian w warstwie uprawnej i nie przyczynia się do wzrostu plonów.

3. Kretowanie uprawowe i drenowanie krecie przyczynia się w pewnym stopniu do lepszego uregulowania stosunków powietrzno-wodnych oraz do znacznego powiększenia ilości i uaktywnienia działalności mikroorganizmów. Wywołanie tych korzystnych zmian w biofizycznych właściwościach oglejonej mady ciężkiej znajduje dodatni wyraz we wzroście plonów buraków cukrowych uprawianych bezpośrednio lub też w drugim roku po wykonaniu wymienionych uprawek specjalnych.

4. Efektywność ekonomiczna dodatnio działających uprawek specjalnych jest na ogół zadowalająca.

Na zakończenie trzeba podkreślić potrzebę szerszego zainteresowania rolników praktyków dodatnią efektywnością kretowania uprawowego, które zastępuje ongiś stosowane w bruzdzie radło dla przewietrzenia warstwy podornej, bardzo często silnie oglejonej.

Wydaje się także celowe podjęcie badań nad konstrukcją i zastosowaniem narzędzi przewietrzających warstwę podorną na całej szerokości pracy lemiesza.

LITERATURA

1. K o n o l d O., Die Brachbearbeitung des Ackers. Sonderdruck aus dem Landbuch, 32 Danzig (1934).
2. L a s k o w s k i St. i inni, Wyniki doświadczeń i działalności Zakładu Doświadczalnego Stare Pole za lata 1952—53 oraz 1954—55. Warszawa PWRiL, 1957 r. i 1961 r.
3. L a s k o w s k i St., F e n g l e r o w a W., Wstępne badania nad działaniem drenowania kreciego kretowania uprawowego oraz pogłębiacza i orki głębokiej na madzie ciężkiej Żuław Wiślanych. Zesz. nauk. WSR Szczecin (1959).

4. Laskowski St., Niektóre istotne momenty uprawy roli na madach ciężkich. WROND, Gdańsk, z. IV (1961).
5. Laskowski St., Zbieć I., Wpływ sposobu pogłębiania orki przedzimowej na dynamikę niektórych fizyko-chemicznych właściwości gleb lekkich i plony ziemniaków. Zesz. probl. Post. Nauk roln., z. 50b (1964).
6. Laskowski St., Z zagadnień gospodarki wodnej i uprawy mad ciężkich, Nowe Roln. 7 (1956).
7. Laskowski St., Zawistowski F., Krużycka M., Wpływ dynamiki uwilgotnienia żuławskiej mady ciężkiej na przyrost masy organicznej i plony pszenicy oraz buraków cukrowych. Zesz. nauk. WSR Szczecin, 14 (1964).
8. Laskowski St., Zbieć I., Wpływ sposobu pogłębiania orki przedzimowej na dynamikę niektórych fizyko-chemicznych właściwości gleby lekkiej i plony ziemniaków. Zesz. probl. Post. Nauk roln. z. 50b (1965).
9. Laskowski St., Zagadnienie uprawy roli na madach ciężkich, Nowe Roln. 5 (1959).
10. Siuta J., Wstępne badania procesów glejowych w madach żuławskich. Roczn. Nauk. roln. 82-A-1 (1960).