

BADANIA WPŁYWU NAWODNIEŃ ZALEWOWYCH, NA ROŚLINNOŚĆ I MIKROFLORE ŁĄK KOŁO JAKTOROWA

M. JANKOWSKI, J. WALCZYNA

WSTĘP

W referacie niniejszym przedstawiono wyniki wstępnych doświadczeń prowadzonych przez Zakład Uprawy Łąk Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego oraz IMUZ w latach 1954—1956 na łąkach koło Jaktorowa. Tematem badań jest analiza czynników wpływających na zmiany składu botanicznego i plonowania łąk, wywołane wprowadzeniem nawodnień powierzchniowych.

Sprawozdanie obejmuje 3 zagadnienia:

1. Działanie nawożące nawodnień.
2. Dynamika tlenu w wodzie użytej do nawodnień.
3. Reakcja mikroflory glebowej na nawodnienia.

W części końcowej podano zauważone zmiany w składzie botanicznym roślinności oraz przebieg plonowania.

Terenem doświadczeń są łąki gospodarstwa szkolnego SGGW koło Jaktorowa. Łąki te położone są nad rzeką Tuczną, powierzchnia zlewni której w tym przekroju wynosi 70,5 km². W zlewni przeważają gleby lekkie bielcowe. Nad rzeką w kierunku górnym niema zakładów przemysłowych ani miast wypuszczających swe ścieki do rzeki. Mamy więc tu do czynienia z tzw. wodą czystą.

Na łąkach jaktorowskich w latach 1952—1954 wykonano urządzenia do nawodnień zlewowych, a łąkę podzielono na szereg kwater.

Kwaterna VI, na której prowadzono większość badań, ma powierzchnię 0,72 ha, a nawodnienia na niej prowadzone są systematycznie od początku 1954 r. Otrzymywane wyniki porównywano z wynikami uzyskiwanymi z kwater nie nawadnianych.

Glebę łąk koło Jaktorowa stanowi piasek gliniasty mocny (15—20% części spławialnych) na podłożu z gliny morenowej. Miąższość poziomu akumulacyjnego i zawartość w nim próchnicy na kwaterach doświadczalnych jest niejednakowa.

Tabela 1

Skład mechaniczny i niektóre właściwości fizyczne gleby

Głębokość pobrania próbki cm	Skład mechaniczny					Ciężar właściwy	Pełna pojemn. wodna
	szkieł. 1 mm	cz. ziem.	piasek 1—0.1	pył 0.1—0.02	ił ×0.02		
10	0,27	99,73	43,4	38,6	18,0	2,549	58,26
25	0,95	99,05	57,5	25,5	17,0	2,686	38,17
45	10,43	89,57	69,0	15,25	15,75	2,749	32,45
70	4,52	95,48	69,0	13,50	17,50	2,681	31,72

DZIAŁANIE NAWOŻĄCE NAWODNIEŃ

W celu określenia działania użyźniającego stosowanych nawodnień, prowadzono badania składników pokarmowych w wodzie cieką, oraz w wodzie użytej do zalewu.

Dynamika składników pokarmowych w wodzie rzeki Tucznej

Periodyczne analizowanie wody rzecznej w cieką miało na celu poznanie zasobności używanej do nawodnień wody, oraz prześledzenie zmienności zawartości składników w przebiegu rocznym. Próbkę do analizy pobierano dwa razy w miesiącu, jednocześnie mierzono temperaturę wody i oznaczano zawartość w niej tlenu.

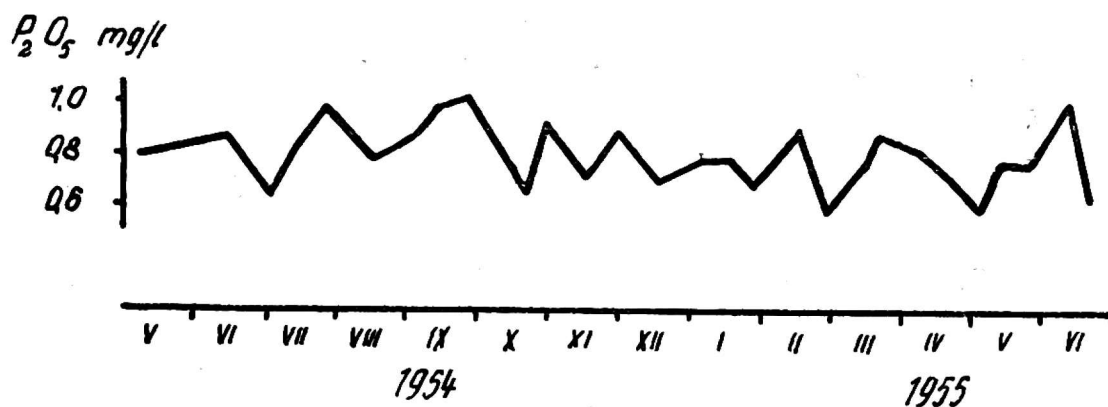


Rys. 1. Zawartość azotu całkowitego w wodzie rzeki Tucznej

a. Oznaczanie zawartości azotu całkowitego. Oznaczenie wykonano metodą Kjeldahla-Jodlbauera.

Interwał zawartości azotu w przebiegu rocznym jest szeroki, od 0,55 do 3,26 mg N/l. Średnia roczna zawartość azotu (średnia ważona) wynosi 1,4 mg/l.

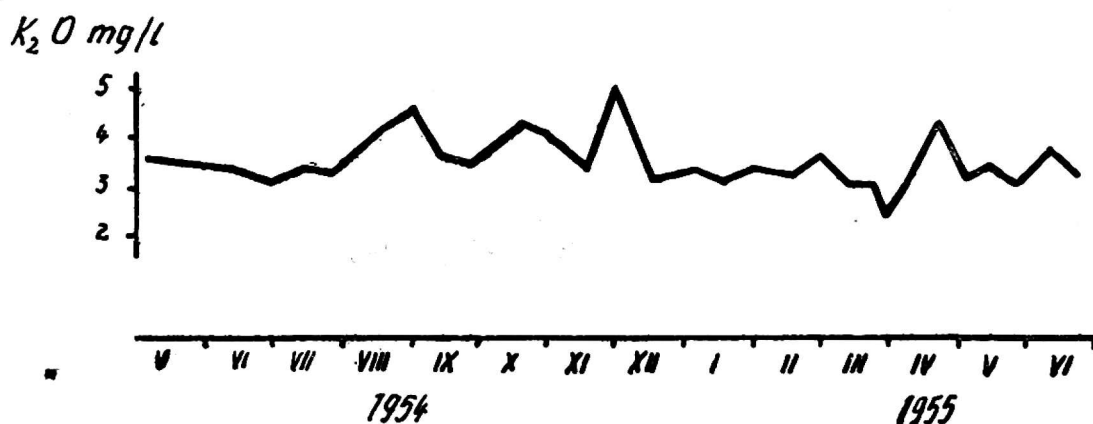
b. Oznaczanie zawartości fosforu. Oznaczanie zawartości fosforu całkowitego dokonano posługując się kolorymetrią fotoelektryczną na fotokolorymetrze Leitza.



Rys. 2. Zawartość fosforu całkowitego w wodzie rzeki Tucznej

Średnia roczna zawartość fosforu w wodzie wynosi 0,80 mg P_2O_5 l.

c. Oznaczanie zawartości potasu. Oznaczenia dokonano metodą foto-płomieniową na aparacie Schuknechta-Weibla przez porównanie próbek badanych ze standartem zawierającym pierwiastek poszukiwany.



Rys. 3. Zawartość potasu w wodzie rzeki Tucznej

Średnia ważona roczna zawartość potasu w wodzie rzeki Tucznej równa się 3,7 mg K_2O /l.

d. Oznaczanie zawartości wapnia. Podobnie jak zawartość potasu, oznaczenia wapnia dokonane zostało metodą foto-płomieniową.

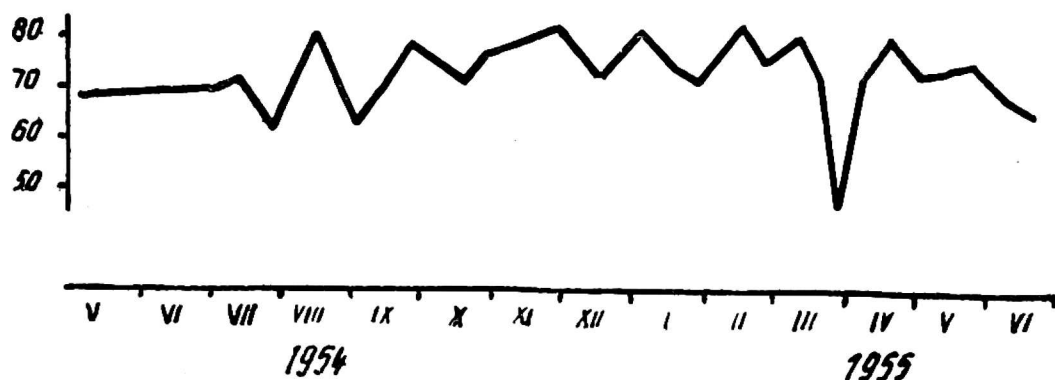
Średnia ważona roczna zawartość wapnia w wodzie Tucznej wynosi 73 mg CaO /l.

e. Zawartość pozostałości po odparowaniu. Oznaczenie pozostałości po odparowaniu daje tylko przybliżoną zawartość składników nietlonych wody. Wysuszona pozostałość zawiera oprócz części stałych pewną ilość wody.

Oznaczenie wykonano wg Struszyńskiego, przez odparowanie na łaźni wodnej i wysuszenie w $110^{\circ}C$ pobranej próbki wody.

Średnia ważona roczna zawartość pozostałości po odparowaniu wynosi 288 mg/l wody.

C_{CaO} mg/l



Rys. 4. Zawartość wapna w wodzie rzeki Tucznej

Sucha
pozostałość
mg/l



Rys. 5. Zawartość suchej pozostałości w wodzie rzeki Tucznej

Średnia ważona roczna zawartość składników pokarmowych w wodzie rzeki Tucznej jest zbliżona do wartości najczęściej spotykanych w rzekach Polski podanych przez prof. Stangenberga.

Poniżej w tabeli zamieszczam ilości podane przez prof. Stangenberga oraz rezultat własnych analiz.

Tabela 2

	N	PO ₄	K	CaCO ₃	W przeliczeniu na:				
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	s. p.
Przeciętna zawartość soli pokarmowych w wodach rzecznych wg Stangenberga	1,0	0,7	5,0	150	1	0,52	6	84	200—300
Średnia ważona roczna zawartość w wodzie rz. Tucznej					1,4	0,8	3,7	73	288
Różnica					+0,4	+0,28	-2,3	-7	—

Zawartość soli pokarmowych w wodzie Tucznej ulega wahaniom. Największą oscylację wykazują związki azotowe. Zawartość pozostałych składników jak P, K, Ca i suchej pozostałości jest bardziej stabilna, wahania ich zawartości nie osiągają podwojenia którejkolwiek wielkości. Na uwagę zasługuje fakt znacznego obniżenia się zawartości K i Ca w wielkiej wodzie zimowej (28. III. 55 r.).

Przyjmując średni z wielolecia roczny odpływ w przekroju łąki Jaktorowskie na 9.045.000 m³ wody obliczono odpływ soli pokarmowych z wodą rzeki Tucznej.

Tabela 3

Odpływ soli pokarmowych z wodą rzeki Tucznej

	Roczna suma odpływu w kg	Odpływ z 1 ha po- wierzchni zlewni w kg
N	12 633	1,79
P ₂ O ₅	7 236	1,03
K ₂ O	33 286	4,73
CaO	660 295	9,37
Sucha pozostałość	2 595 900	36,80

W liczbach absolutnych strata składników jest duża, jednakże w % spadku zawartości składników w glebach jest ona minimalna.

Roczny odpływ azotu ze zlewni wynosi 12,6 ton. Gdyby ilość ta pochodziła w całości z ługowania warstwy ornej gleb, to zubożałaby ona w ten składnik o 0,004% rocznie. Inaczej średnia zawartość N w glebach bielcowych około 0,12% zmniejszałaby się rocznie o około 0,00005%. Podobne rozumowanie można by przeprowadzić dla fosforu i potasu.

Bilans składników pokarmowych nawadnianych kwater

Aby przedstawić bilans składników pokarmowych nawadnianych kwater, inaczej, zbadać czy woda użyta do nawodnień wzbogaciła kwatere nawodnioną w składniki pokarmowe, czy też nie i w jakim stopniu, potrzebna jest przede wszystkim znajomość dawek użytej wody.

Obliczenie dawki brutto, użytecznej i wody odpływającej dokonano metodą Janoty, posługując się wykresami uwilgotnienia sporządzonymi dla gleb na łąkach jaktorowskich przez Cz. Somorowskiego. Chemiczna analiza ilościowa tej wody daje pojęcie o sumie składników doprowadzanych i odpływających z kwatery. Obliczenia powyższe obarczone są pewnym błędem, ponieważ nie uwzględniają składników traconych z wodą przesiąkającą do warstw głębszych.

W okresie 1954—1955 r. wykonano szereg analiz wody pobieranej przed jej wprowadzeniem na kwaterę i w chwili odpływu. Wodę pobierano w różnych okresach czasu i z kilku kwater. Poniżej przytaczam parę wyników z przedstawieniem bilansu składników pokarmowych:

Przykład 1. Kwatera VI

Nawodnienie letnie. Na kwaterę podano około 2812 m³ wody, dawka użyteczna — około 535 m³ wody, odpłynęło około 2277 m³ wody. Czyli tzw. „skutek użyteczny” wynosił 19%.

28. V 54 r. wodę do analizy pobrano przed akweduktem po jej skierowaniu na kwaterę.

30. V 54 r. pobrano wodę do analizy w chwili spuszczenia z kwater.

Tabela 4

Zawartość soli mineralnych i suchej pozostałości w wodzie w mg/l

Woda	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Sucha pozostałość
użyta do zalewu	1,04	0,80	3,63	68,6	269
odpływająca	1,59	1,38	5,10	100,0	426
	+0,55	+0,58	+1,47	+31,4	+157

Tabela 5

Bilans nawodnienia w kg składnika

Nazwa składnika	Podano na kwaterę w dawce brutto	Ubyło wraz z wodą odpływającą	Przybytek	Strata
N	2,92	3,62	—	0,70
P ₂ O ₅	2,25	3,14	—	0,89
K ₂ O	10,21	11,62	—	1,41
CaO	192,92	227,79	—	34,87
s. p.	757,06	971,29	—	214,23

Przykład 2. Kwatera VI

Nawodnienie wiosenne. Dawka brutto 2280 m³, użyteczna 354 m³, odpłynęło 1926 m³ wody. Skutek użyteczny nawodnienia 15,5%.

Tabela 6

Zawartość składników pokarmowych i suchej pozostałości w mg/l

Woda	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Sucha pozostałość
5.V.55 r. przed zalewem	0,83	0,59	3,20	73,2	230
6.V.55 r. odpływająca	1,55	2,43	5,75	85,8	300
	+0,72	+1,84	+2,55	+12,6	+70

Tabela 7

Bilans nawodnienia w kg składnika

Nazwa składnika	Podano na kwatere w dawce brutto	Ubyło wraz z wodą odpływającą	Przybytek	Strata
N	1,89	2,98	—	1,09
P ₂ O ₅	1,34	4,67	—	3,33
K ₂ O	7,29	11,63	—	4,34
CaO	166,70	165,08	1,62	—
s. p.	523,94	577,30	—	53,26

Przykład 3. Kwaterna VI

Nawodnienie letnie. Dawka brutto 2812 m³, użyteczna 535 m³, odpłynęło 2277 m³ wody. Skutek użyteczny nawodnienia 19%.

Tabela 8

Zawartość składników pokarmowych i suchej pozostałości w wodzie w mg/l

Woda	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	sp.
20. VI. 55 r. użyta do zalewu	1,87	0,65	3,45	65,8	274
26. VI. 55 r. odpływająca	3,54	2,64	8,95	76,8	364
	+1,67	+1,99	+5,50	+11,0	+90

Tabela 9

Bilans nawodnienia w kg składnika

Nazwa składnika	Podano na kwatere w dawce brutto	Ubyło wraz z wodą odpływającą	Przybytek	Strata
N	5,28	8,06	—	2,80
P ₂ O ₅	1,83	6,01	—	4,18
K ₂ O	9,70	20,39	—	10,69
CaO	185,09	174,94	—	10,15
s. p.	770,73	829,15	—	58,42

Przykład 4. Kwaterna III

Nawodnienie letnie. Dawka brutto 5094 m³, użyteczna 1609 m³, odpłynęło 3485 m³. Skutek użyteczny nawodnienia 31,6%.

Tabela 10

Zawartość składników pokarmowych i suchej pozostałości w mg/l

Woda	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Sucha pozostałość
20. VI. 55 r. ciek	1,87	0,65	3,45	65,8	274
23. VI. 55 r. odpływ	1,38	0,98	3,90	74,0	308
	-0,49	+0,33	+0,45	+8,2	+34

Tabela 11

Bilans nawodnienia w kg składnika

Nazwa składnika	Podano na kwarterę w dawce brutto	Ubyło wraz z wodą odpływającą	Przybytek	Strata
N	9,53	4,81	4,72	—
P ₂ O ₅	3,31	3,41	—	0,10
K ₂ O	17,57	13,59	3,98	—
CaO	335,19	257,87	77,32	—
s. p.	1 395,78	1 073,32	322,46	—

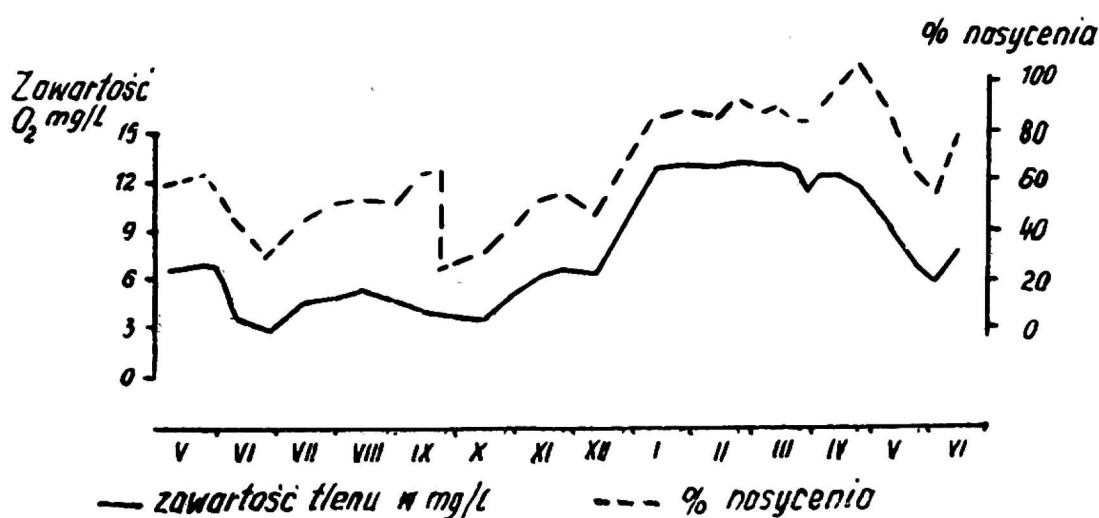
W załączonych analizach wody rzecznej i odpływającej uderzającym jest fakt wzbogacania się wody w składniki pokarmowe po przepływie przez teren łąkowy. Zjawisko to nie jest przypadkowe i przejawia się w większości przerobionych analiz, aczkolwiek w różnym nasileniu dla różnych składników i czasu.

Z otrzymanych wyników można wnioskować, że najmniej podatnym na łągowanie jest wapń, pozostałe trzy składniki N, P i K występują w wodzie odpływającej nawet w dwukrotnej i więcej ilości. Zawartość suchej pozostałości wzrasta w załączonych przykładach w granicach 12—60%. Ponieważ objętość wody odpływającej jest mniejsza od objętości wprowadzanej, straty jakie ponosi teren nawadniany są niewielkie, a w poszczególnych wypadkach następuje nawet użyźnienie nawodnionej łąki. Wynik zależy od skutku użytecznego nawodnienia i zapewne zawartości rozpatrywanego składnika w glebie, związku w jakim występuje, zdolności chłonnej kompleksu sorpcyjnego gleby i innych czynników.

Należy zaznaczyć, że obecność jazu piętrzącego wodę na rzece Tucznej z punktu widzenia zasobności tej ostatniej jest pewnym mankamentem. Piętrzenie bowiem stwarza zbiornik, cofką swą sięgający kilkadziesiąt metrów w górę rzeki. Na tym odcinku szybkość przepływu wody maleje niemal do 0 i zawiesiny w niej zawarte osadzają się na dnie zbiornika.

Zawartość tlenu w wodzie

Jak już zaznaczono w poprzednim rozdziale, równoległe z pobieraniem próbek do oznaczeń soli pokarmowych, oznaczano w wodzie zawartość tlenu. Podobnie jak analiza na zawartość soli, oznaczanie zawartości tlenu miało na celu prześledzenie sezonowej zmienności zawartości w wodzie rzecznej, oraz obserwacje stanu natlenienia wody użytej do zalewu. Oznaczanie przeprowadzono metodą Winklera, posługując się do prac polowych aparatem konstrukcji prof. Strebeyki.



Rys. 6. Zawartość tlenu w wodzie rzeki Tucznej

Z wykresu można wnioskować, że absolutna zawartość tlenu w wodzie ciekłu nie zanieczyszczonego i słabo porośniętego, jakim jest rzeka Tuczna, charakteryzuje się zależnością przede wszystkim od temperatury wody. W miesiącach zimowych (I—III) zawartość nigdy nie opadła poniżej 12 mg/l. W miesiącach letnich tylko sporadycznie wzrastała ponad 7 mg/l.

Zjawisko to jest zrozumiałe samo przez się, wiadomo bowiem, że proces rozpuszczalności tlenu w wodzie jest procesem czysto fizycznym, a zdolność pochłaniania tego gazu jest ściśle określona w stałych warunkach.

W temperaturze 0° C i ciśnieniu 760 mm w 1 l wody może się rozpuścić 14,7 mg tlenu. W miarę podnoszenia się temperatury zdolność ta maleje. Anulując wpływ temperatury (przy porównywaniu stopnia nasycenia) widzimy, że stopień nasycenia tlenu w okresie letnim obniża się w stosunku do zimowego o około 30%.

Poniżej załączam wynik badania zawartości tlenu w wodzie użytej do zalewu: 6. V 1954 r. w południe skierowano wodę na kwaterę szóstą.

Tabela 12

Dynamika tlenu w wodzie użytej do nawodnienia

Miejsce oznaczania tlenu	O mg/l	temp. °C	% nasycenia
6. V w rzece przed akweduktem	6,84	12	62,87
6. V w doprowadzalniku przed VI kwaterą	7,24	12	66,54
6. V w kwaterze (wodna stojąca)	6,12	12	56,25
8. V (godz. 10,00) kwatera zalana warstwą wody 5—30 cm. Na kwaterze	3,88	15	38,68
8. V (godz. 19,00) woda z kwatery spuszczo- na, oznaczanie tlenu w wodzie ze stu- dzienki	tlenu nie wykryto		

Z załączonego przykładu widzimy, że wyczerpywanie zasobów, tlenowych w wodzie użytej do zalewu jest dość szybkie. Świadczyć to może o intensywności przebiegających pod powierzchnią wody procesów biochemicznych, i o znaczeniu stopnia utlenienia wody zalewowej dla siedliska łąkowego.

Z szeregu wykonanych oznaczeń wynika, że poziom natlenienia wody użytej do zalewu spada o 30—50%.

Tabela 13

Spadek natlenienia wody użytej do zalewu

Miejsce oznaczenia tlenu	Temp. °C	Zawartość tlenu	
		O mg/l	% nasycenia
Dnia 28. V 54 r. przed kwaterą VI	10	7,20	62,8
„ 30. V 54 r. woda spuszczana z kwatery	15	3,44	34,3
„ 13. VII 54 r. w cieku przed akweduktem	20	4,40	46,9
„ 17. VII 54 r. woda spuszczana z VI kwatery	20	3,68	39,2
„ 25. IX 54 r. przy wlocie na III kwaterę	17	6,34	64,9
„ 30. IX 54 r. woda spuszczana z III kwatery	15	4,54	45,2
„ 20. VI 55 r. w cieku przed akweduktem	18	7,8	80,8
„ 23. VI 55 r. woda spuszczana z III kwatery	23	5,5	61,6
„ 20. VI 55 r. w cieku przed akweduktem	18	7,8	80,8
„ 26. VI 55 r. woda spuszczana z VI kwatery	30	3,52	44,2

Z uwagi na fragmentaryczność badań niemożliwe jest sprządzenie tzw. „bilansu tlenowego”, wody użytej do nawodnienia. Ponieważ znane są ilości doprowadzone i odpływające, to możnaby obliczyć sumę tlenu biochemicznego zużytego przez samą wodę w okresie zalewu, zalany teren i tlenu pozostałego w dawce użytecznej. Rachunek wyglądałby mniej więcej następująco:

Przykład obliczenia. Kwatera III

W wodzie skierowanej na kwaterę 20. VI 55 r. oznaczono zawartość 7,8 mg/l, w wodzie wypuszczonej 23. VI 55 r. wykryto 5,5 mg/l.

Ilość tlenu zawartego w wodzie

doprowadzonej

$$5094 \text{ m}^3 \text{ wody} \times 7,8 \text{ g/m}^3 = 39.734 \text{ g}$$

Ilość tlenu zawartego w wodzie

odpływającej

$$3484 \text{ m}^3 \text{ wody} \times 5,5 \text{ g/m}^3 = 19.166 \text{ g}$$

różnica 20.568 g

Dostarczono na 1 ha, 17,0 kg, objętościowo 11,89 m³ gazu (w temp. 0°).

„ na 1 m², 1,7 g, objętościowo 1,19 dcm³ gazu (w temp. 0°).

W 1956 r. w celu pobrania wody przesiąkającej przez glebę, zakładano do gleby rurki winidurowe o średnicy 5 cm. Przed oznaczeniem tlenu, wodę z rurki usuwano i po odczekaniu aż ponownie podsiąknie, brano do analizy.

Tabela 14

Ilość tlenu w wodzie przesiąkającej przez glebę w mg/l

Okres nawodniania	O ₂ w wodzie przed nawodnieniem	Termin pobrania próbek wody z gleby	Oznaczenia	Poziomy pobrania próbek wody w cm	
				35	55
3—6. V	8,4	6. VIII	1	ślady	0,8
			2	ślady	0,5
		7. VIII	1	0,2	0,8
			2	—	1,1

Duże różnice pomiędzy równoległymi oznaczeniami mogły powstać wskutek przedostawania się wody obok rurek.

Niższą zawartość w poziomie górnym można tłumaczyć większym nasileniem procesów mikrobiologicznych w tej warstwie. Ten sposób oznaczania wymaga jeszcze opracowania metodycznego.

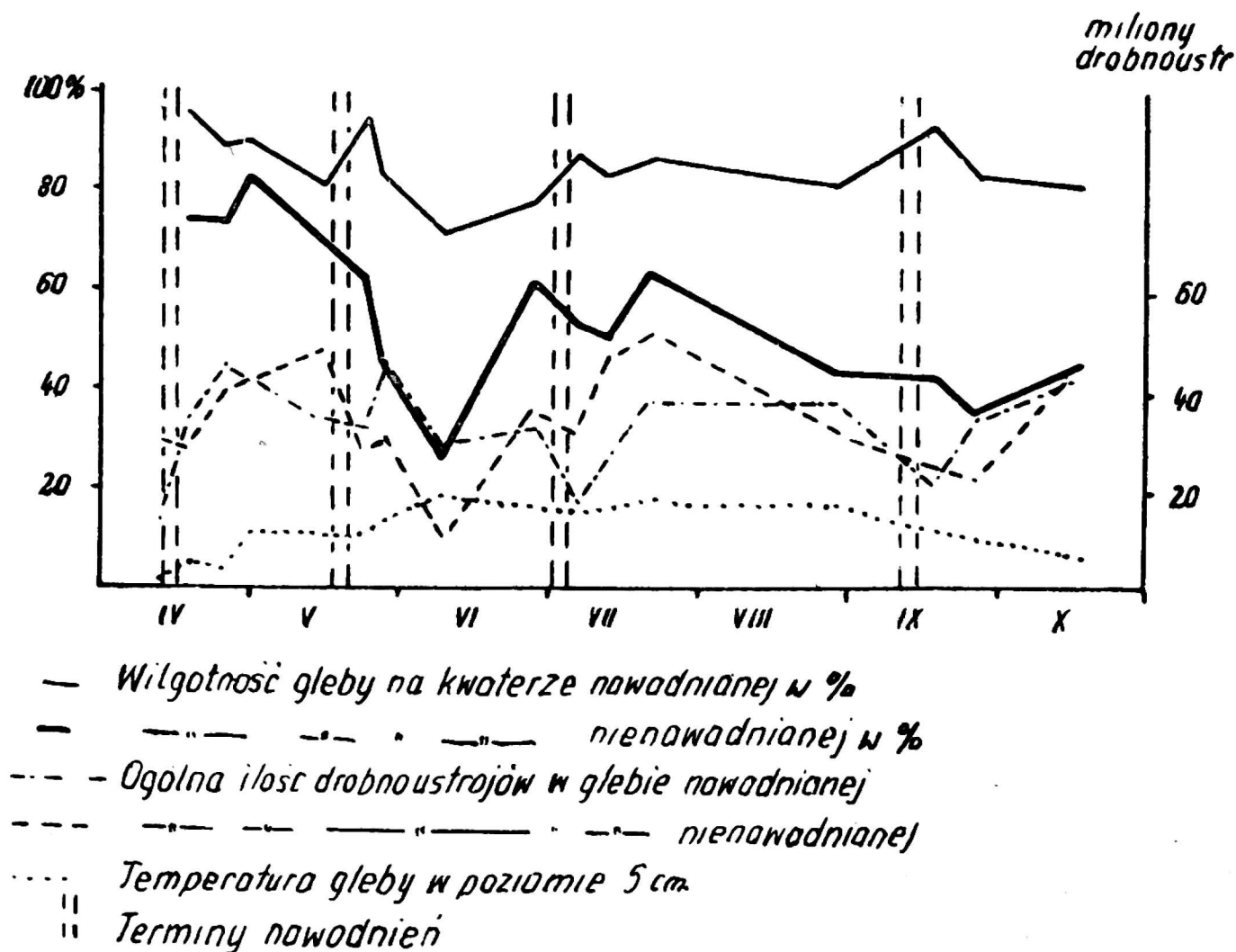
WPŁYW ZALEWÓW NA DYNAMIKĘ MIKROFLORY GLEBOWEJ

Analizy mikrobiologiczne obejmowały następujące oznaczenia: ogólną ilość drobnoustrojów, ilość przetrwalników, promieniowców i grzybów. Próbkę do analiz pobierano z dwóch głębokości gleby: 5 i 25 cm w następujących terminach: tuż przed nawodnieniem, 1—2 dni po nawodnieniu i następnie około 7 i 15 dnia po nawodnieniu.

Jednocześnie pobierano próbki do oznaczeń wilgotności i ilości powietrza w glebie oraz mierzono temperaturę. Ogółem w 1956 r. wykonano oznaczenia 15-krotnie, w nawiązaniu do 4 zalewów łąki.

Oprócz tego latem 1955 i 1956 r. wykonano szereg oznaczeń przebiegu amonifikacji, nitryfikacji, denitryfikacji, występowania azotobaktera i *Clostridium pasteurianum* oraz rozkładu błonnika.

Ilość bakterii, form przetrwalnych, promieniowców i grzybów oznaczano na płytkach Petriego na pożywce agarowej. Podano wyniki średnie z 10 płytek z dwóch równoległych próbek gleby.



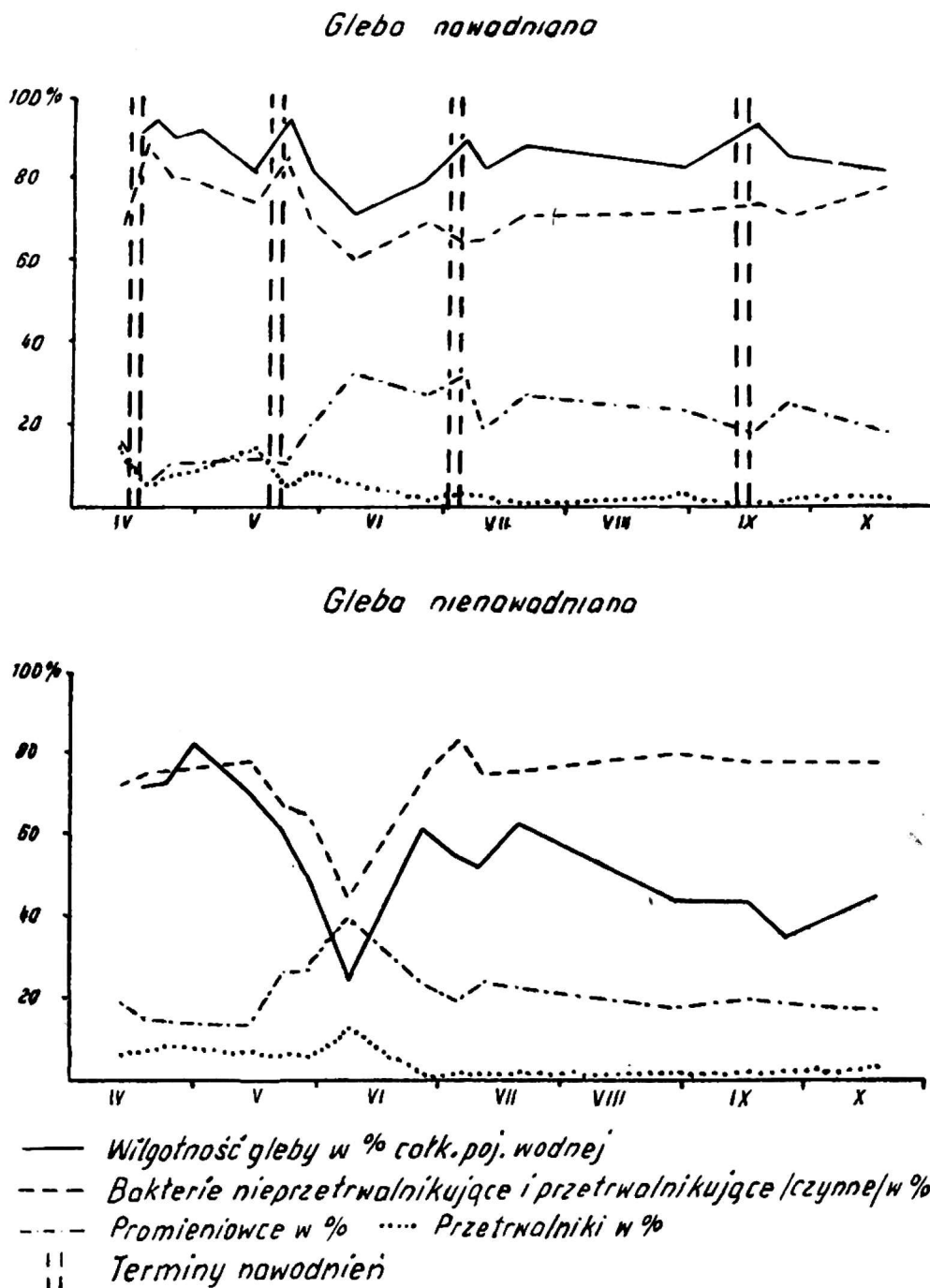
Rys. 7. Ogólna ilość mikroflory w 1 g gleby

Rozpatrując zależność mikroflory od temperatury, większe zmiany ilościowe obserwujemy jedynie wczesną wiosną. W dniu 12. IV na kwaterze nawadnianej oznaczenie wykazało obecność około 15 milionów mikroorganizmów w 1 g gleby. Gleba odmarzała tylko do głębokości 7 cm, a temperatura jej była bliska 0°.

Natomiast na kwaterze nie nawadnianej gleba już odmarzała całkowicie. Temperatura jej wynosiła +4°, a ilość mikroorganizmów była dwukrotnie większa = około 30 milionów w 1 g gleby. Zalew jaki nastąpił w tych dniach był wybitnie ocieplający (temp. wody = 6°) i spowodował wzrost ilości drobnoustrojów do 33,78 milionów. Po paru dniach temperatura gleby dochodzi do 5—6°, a ilość mikroorganizmów wzrasta do około 40 milionów. Na tym poziomie utrzymuje się w ciągu całego

sezonu, mimo wzrostu temperatury latem do 20° , a spadku jesienią do $7,5^{\circ}$.

Większą zależność od temperatury wykazuje skład mikroflory. Od wiosny, ze wzrostem temperatury zwiększa się ilość promieniowców z kilkunastu do 30 i więcej % składu ogólnego. Wzrasta też ilość bakterii nie przetrwalnikujących, a zmniejsza się znacznie % przetrwalników.



Rys. 8. Skład procentowy mikroflory

Zmiana stopnia uwilgotnienia wpływała na ilość drobnoustrojów jedynie przy skrajnych wielkościach. Większe zmiany nastąpiły na kwaterze nie nawadnianej w czasie suszy (koniec maja — początek czerwca, oraz koniec września). W maju i czerwcu, gdy wilgotność gleby obniżyła się do 25,8% pojemności kapilarnej, ilość drobnoustrojów spadła

do 10,57 milionów. W składzie % mikroflory nastąpiło zmniejszenie udziału bakterii nieprzetrwalnikujących, a przeciwnie nastąpił duży wzrost % przetrwalników i promieniowców.

Pod koniec września przy spadku wilgotności do 35% również znacznie zmniejszyła się ogólna ilość mikroorganizmów.

Zalewy wiosenne ocieplające glebę przyczyniały się do wzrostu ilości mikroorganizmów. Zalewy letnie natomiast powodowały okresowe zmniejszanie ilości drobnoustrojów z trzydziestu kilku do dwudziestu i mniej milionów. Po 4—5 dniach ilość mikroorganizmów ponownie wzrastała, przewyższając przeważnie stan sprzed zalewu.

W ilości grzybów większych zmian w ciągu okresu wegetacyjnego nie obserwowano.

Omawiane wyniki odnoszą się do oznaczeń z poziomu 5 cm gleby. W poziomie 25 cm ilość mikroorganizmów była przeciętnie dziesięciokrotnie niższa i cechowała się większym udziałem przetrwalników i promieniowców (te ostatnie sięgały do 50% ogólnej ilości). Większych zmian w okresie wegetacyjnym w tym poziomie nie zaobserwowano.

A m o n i f i k a c j a p e p t o n u. Na obu omawianych glebach nie zauważono wyraźnych różnic w przebiegu amonifikacji, nie zauważono też reakcji na zalew. Przebieg amonifikacji przy rozcieńczeniach 1:100 milionów przejawiał jednakową energię w obu glebach.

N i t r y f i k a c j a. Najintensywniejszy przebieg zaobserwowano w połowie maja 1955 r. Przy rozcieńczeniach 1:10 000 był on jeszcze dostatecznie intensywny. W tymże okresie roku 1956 z powodu okresowej suszy intensywność była mniejsza, normalny przebieg obserwowano w rozcieńczeniach 1:100.

Latem nitryfikacja w glebie nie nawadnianej przebiegała intensywniej niż w nawadnianej, powodem mogło być większe uwilgotnienie tej ostatniej. Prawidłowość ta powtarzała się tak w poziomie 5 cm jak i 25 cm gleby.

Wpływu zalewu na intensywność przebiegu nie zauważono.

D e n i t r y f i k a c j a. Przy rozcieńczeniach gleby 1:100.000 w próbkach pochodzących z głębokości 5 cm denitryfikacja przebiegała bardzo wolno. Przy tym samym rozcieńczeniu z poziomu 50 i 25 cm przebieg był energiczny. Większe nasilenie denitryfikacji w głębszych poziomach możnaby tłumaczyć gorszym natlenieniem i ewentualnie większą zawartością azotanów, które jak wiadomo dzięki swej ruchliwości łatwo mogą być wymywane do warstw głębszych.

Po nawodnieniach nie obserwowano zmiany intensywności denitryfikacji. W glebie nienawadnianej w poziomie 25 cm zachodziła ona intensywniej niż w tymże poziomie gleby nawadnianej.

Występowanie azotobaktera i *Clostridium pasteurianum*.

Przeciętne wyniki oznaczeń występowania azotobaktera zestawiono w tabeli 15.

Tabela 15

Występowanie *Azotobacter chroococcum* w glebie łąkowej

Gleba	Poziomy poziom brania próbek	Rozcieńczenia gleby			
		1 : 1 (1g)	1 : 100	1 : 1000	1 : 10000
nawadniana	5	+++ +++	+++ +++	+++ +++	+ ++
	25	+++ +++	++ +	— —	— —
nie nawadniana	5	++ ++	+ —	— —	— —
	25	++ ++	+ —	— —	— —

— nie wykryto komórek

+ występuje w małych ilościach

++ „ w znacznych ilościach

+++ „ w dużych ilościach

W glebie nie nawadnianej azotobakter występował w dużych ilościach tylko wiosną. Wykrywano go w rozcieńczeniach 1 : 100. W ciągu lata nie zawsze wykrywano go w kolbach szczepionych nawet 1 g gleby.

W glebie nawadnianej natomiast azotobakter występował w dużych ilościach w ciągu całego okresu wegetacyjnego. W poziomie 5 cm w ilości do 10 000 komórek, w poziomie 25 cm — do 100 komórek. Cechy morfologiczne i hodowlane przemawiają za tym, że był to *Azotobacter chroococcum*.

W okresie letnim tuż po nawodnieniach obserwowano zmiany w wyglądzie komórek azotobaktera. Obok komórek z charakterystyczną strukturą ziarnistą występowały mniejsze nie posiadające tej struktury. Po powtórным przeszczepieniu na pożywkę zmiany te ustępowały, a komórki przybierały normalny wygląd. Zjawisko to przypuszczalnie wiąże się z wyczerpaniem tlenu w glebie w okresie trwania zalewu.

W wodzie używanej do zalewów nie stwierdzono występowania azotobaktera.

Clostridium pasteurianum występowało w obu omawianych glebach w małych ilościach.

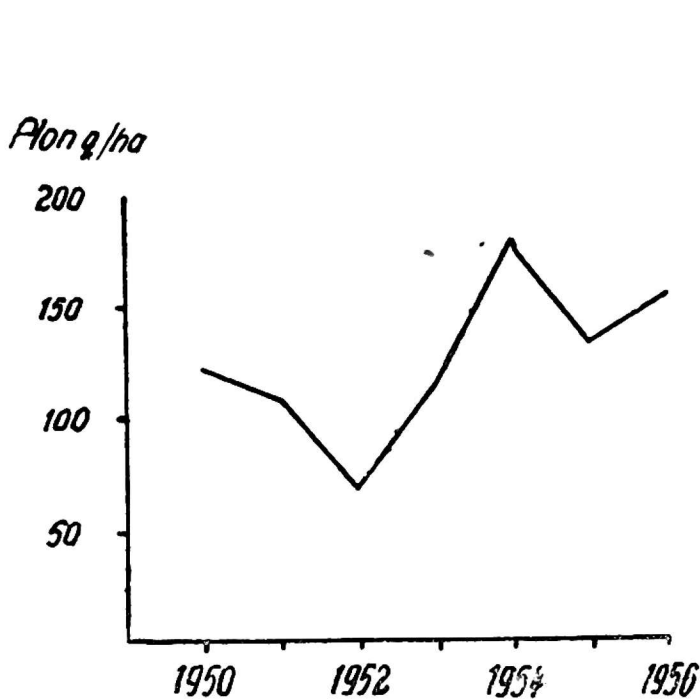
Rozkład celulozy. Obserwacje nad rozkładem ograniczały się do scharakteryzowania zespołów mikroorganizmów. Na płytkach szczepionych glebą nie nawadnianą rozkład był intensywniejszy niż na szczepionych glebą nawadnianą. Na glebie nawadnianej występowały bakterie z rodzajów *Cellvibrio*, *Cellfacicula* i *Cytophaga*, na nie nawadnia-

nej któryś z gatunków myksobakterii oraz bakterie z rodzaju *Cytophaga* i grzyby.

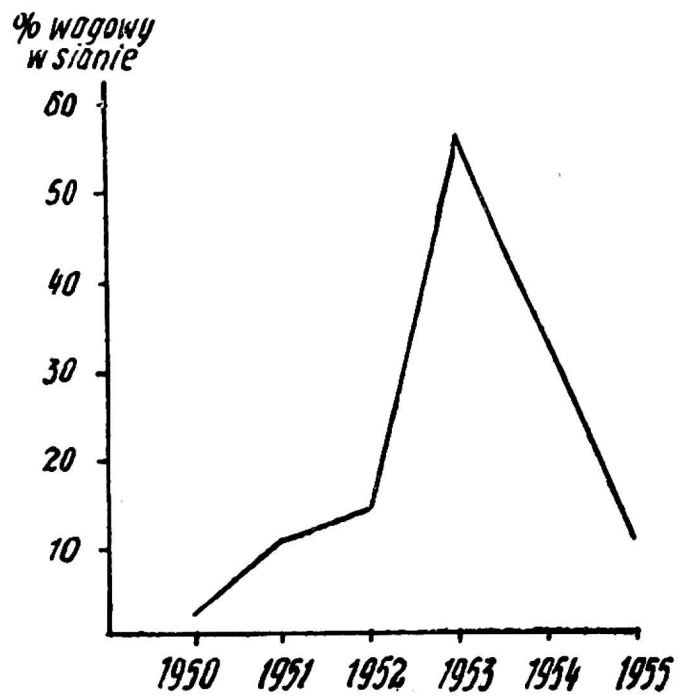
ZMIANY W SKŁADZIE FLORYSTYCZNYM I PLONOWANIU ŁĄKI W OKRESIE STOSOWANIA ZALEWÓW

Po omówieniu chemizmu nawodnień w poprzednich rozdziałach zajmę się z kolei przedstawieniem reakcji na nie użytku zielonego. Jest rzeczą oczywistą, że w tak krótkim okresie czasu dysponując średnio zasobną wodą, nie można oczekiwać zasadniczych zmian w składzie florystycznym i plonowaniu łąki. Pewne jednak nieznaczne zmiany są już uchwytne.

Wykres poniżej załączony przedstawia zbiory w okresie ostatnich siedmiu lat.



Rys. 9. Zbiory zielonej masy na VI kwaterze



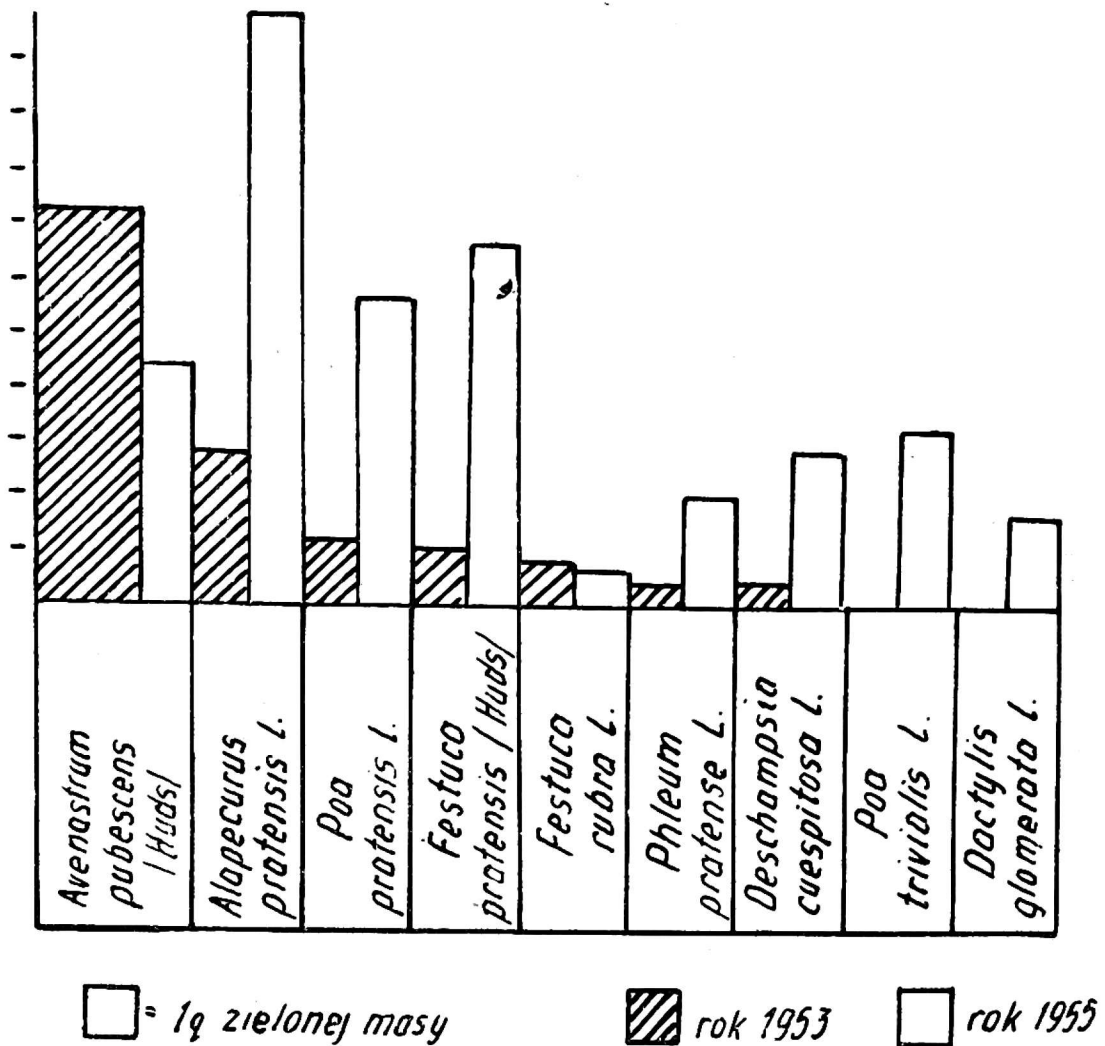
Rys. 10. Zmiany w czasie udziału proc. *Avenastrum pubescens* (Huds.) w sianie

Średni plon z lat przed nawodnieniem na stanowisku nie nawożonym wzrósł ze 104 q/ha zielonej masy do 157 q w latach 1954—1956. Przybyło 53 q zielonej masy na hektarze, tj. około 50%.

Biorąc pod uwagę fakt, że w okresie stosowania nawodnień nie stosowano żadnych dodatkowych zabiegów agrotechnicznych, uzyskany efekt należy uważać jako bardzo dobry. Wynik ten należy jednakże pomniejszyć o szkody w zbiorach poczynione na kwaterze w latach 1952 i 1953 przy wykonywaniu robót melioracyjnych.

Obok globalnego wzrostu plonów zaszły pewne zmiany w składzie botanicznym porostu i udziale procentowym poszczególnych komponentów w sianie.

Najlepszym może świadectwem wpływu zastosowanych zalewów jest przerwanie ekspansji *Avenastrum pubescens* (Huds). Gatunek ten w ostatnim roku przed nawodnieniem stanowił ponad 50% (wagowo) składu botanicznego siana, w roku 1955 udział jego spadł poniżej 10%. Podobnie rzecz ma się z *Festuca rubra* L.



Rys. 11. Zmiany w plonie niektórych trawiastych komponentów łąki. (Pierwszy pokos. plon q/ha)

Od chwili zastosowania nawodnień datuje się też stabilizacja i wzrost udziału *Alopecurus pratensis* L. Pojawił się też nowy komponent *Poa trivialis* L., której udział w sianie w szybkim tempie wzrasta.

Do momentu zastosowania nawodnień zalewowych, roślinność na kwarterze opanowana była przez *Cuscuta epithymum* (L) (Kanianka macierzankowa), już pod koniec roku 1955 pasożyt ten zanikł niemal całkowicie.

Zmiany struktury wewnętrznej plonu wyrażają się wysunięciem na czoło gatunków przedstawiających wyższą wartość pastewną. Porównawczą ilustrację tego stanu rzeczy daje załączony wykres.

Do opracowania wzięto plony z pierwszych pokosów ostatniego roku przed nawodnieniem (1953 r.) i roku 1955. W okresie tym nastąpił spa-

dek udziału wagowego w plonie gatunków mniej wartościowych, jak *Avenastrum pubescens* (Huds) z 18,5 q do 4,4 q, *Festuca rubra* L. z 1 q do 0,5 q.

Kosztem ustępujących zwiększyły swój udział gatunki bardziej pożądane: *Alopecurus pratensis* L. z 2,72 q do 10,8 q, *Festuca pratensis* (Huds) z 0,55 q do 6,60 q, *Poa pratensis* L. z 1,15 q do 5,70 q i inne. Weszła też poprzednio nieobecna: *Poa trivialis* L. 3,22 q. Zjawiskiem niepożądanym jest wzrost *Deschampsia caespitosa* (L.) z 0,4 q do 2,8 q.

WNIOSKI

1. Woda rzeki Tucznej nie jest zanieczyszczona ściekami i pochodzi ze stosunkowo ubogiej zlewni. Pod względem żyzności zaliczyć ją można do kategorii najczęściej w Polsce spotykanej.

Wysokość wahań zawartości soli pokarmowych w wodzie Tucznej nie pozwala na wyróżnienie okresów, w których użycie jej do nawodnień dałoby szczególny efekt użyźniający, ani też okresów, w których woda jest bardziej jałowa.

2. Użyta do zalewu powierzchniowego łąk koło Jaktorowa woda w większości przerobionych analiz wykazuje wzrost koncentracji soli w wodzie odpływającej z nawadnianej kwatery, w porównaniu z wodą doprowadzoną.

Ponieważ jednak ilość wody doprowadzanej na kwatery przy nawodnieniu zalewowym jest większa niż odpływającej, ewentualnie straty składników pokarmowych były niewielkie. Rozmiar strat w warunkach doświadczenia zależny był przede wszystkim od skutku użytecznego nawodnienia, tj. od stosunku objętości wody pozostałej na kwaterze do wody doprowadzonej.

Z załączonych przykładów widzimy, że ługowanie związków było odwrotnie proporcjonalne do skutku użytecznego. Użyźnienie terenu nawadnianego otrzymywano tylko przy wysokim skutku użytecznym.

3. Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie rzecznej w przekroju rocznym wykazuje zależność przede wszystkim od temperatury wody. Miesiące zimowe charakteryzują się większą zawartością rzeczywistą tlenu niż miesiące letnie. Niezależnie od temperatury w miesiącach letnich nasycenie wody tlenem było niższe o około 30%.

Zawartość tlenu w wodzie powierzchniowej użytej do zalewu w ciągu 2—3 dni obniża się o 30—50%. W wodzie natomiast przesiąkającej w głąb gleby następuje niemal całkowite wyczerpanie tlenu. Z tego można wysnuć wniosek, że stopień natlenienia jest również dodatnią, pożądaną i ważną cechą wody używanej do nawodnień.

4. Wczesny wiosenny zalew o temperaturze wyższej niż temperatura gleby jest czynnikiem pobudzającym rozwój mikroflory.

Zalewy stosowane latem powodują okresowe zmniejszenie ilości mikroorganizmów. Powodują też okresowe zmiany morfologiczne komórek *Azotobacter chroococcum*.

Nawodnienia podnosząc uwilgotnienie gleby sprzyjają występowaniu azotobaktera, który dzięki temu na kwaterze nawadnianej rozwija się dobrze w ciągu całego okresu wegetacyjnego.

Większe uwilgotnienie gleby na kwaterze nawadnianej pozwoliło uniknąć okresowej depresji w rozwoju mikroflory, która w okresach suszy występowała w glebie nie nawadnianej.

Nie stwierdzono wpływu zalewu na przebieg amonifikacji, nityfikacji i denityfikacji. Rozkład błonnika natomiast w glebie nawadnianej był wolniejszy niż w glebie nie nawadnianej.

5. W ostatnich latach (od momentu zastosowania nawodnień) na kwaterze nawadnianej plony są wyższe niż w okresie poprzedzającym nawodnienie. Wzrost ten jest nieco wygórowany ze względu na niesprzyjające warunki jakie odnotowano w latach poprzedzających zalewy (susze, prace melioracyjne). Całość otrzymanego efektu nie można więc bezkrytycznie przypisać wpływom nawodnienia powierzchniowego zalewowego. Wpływ ten jednakże istnieje. Wyraża się on polepszeniem jakości zbieranego siana, przez zwiększenie udziału traw szlachetnych kosztem mniej wartościowych (*Avenastrum pub.*) i niektórych dwuliściennych oraz zniszczeniem pasożyta roślin łąkowych — *Cuscuta epithimum*.

6. Okresowy zastój w działalności mikroflory glebowej powodowany zalewem przemawiałby za zwróceniem większej uwagi na natlenienie wody używanej do zalewów oraz skrócenie czasu trwania zalewu do 1—2 dni. Z tego punktu widzenia korzystne też byłoby stosowanie dawek mniejszych, nie wypełniających całkowicie przestworów glebowych wodą, a stosowanych częściej.

Zaobserwowane (w warunkach obiektu doświadczalnego) zjawisko łągowania związków pokarmowych przez wodę zalewającą teren łąkowy przemawiałoby za wystrzeganiem się lub zmniejszeniem do minimum rzutów wody.

Systemem spełniającym całkowicie powyższe wymogi jest jedynie system deszczowania, pozwalający poza tym na oszczędne gospodarowanie zasobami wodnymi, których przynajmniej okresowy niedostatek odczuwa większość obiektów łąkarskich.

Mimo większych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, system ten powinien więc otrzymać pierwszeństwo przed innymi, wszędzie tam, gdzie intensywność gospodarki pozwala na szybką jego amortyzację.