

STANISŁAW WRÓBEL

Zakład Biologii Stawów PAN w Krakowie

## PRÓBY WYJAŚNIENIA ZMIAN CHEMICZNYCH ZACHODZĄCYCH W DNIIE STAWÓW POD WPŁYWEM COROCZNEGO ZIMOWEGO OSUSZANIA

### Wstęp

W literaturze brak jest dokładniejszych danych o wpływie, jaki wywiera na gospodarkę stawową coroczne, zimowe osuszanie dna.

Na temat celowości tego zabiegu wywiązał się z początkiem obecnego stulecia spór między jego zwolennikami i przeciwnikami. Schiemenz (1910) i Zuntz (1910) twierdzili, że coroczne osuszanie stawów wpływa niekorzystnie na rozwój planktonu oraz na ilość pokarmu dennego i przybrzeżnego. Wskazywali również na korzyści zimowania narybku i kroczków w stawach, w których ryby mogą korzystać z pokarmu naturalnego przez dłuższy okres czasu i które zmniejszają zarazem niebezpieczeństwo występowania chorób, czego nie zapewniają im zimochowy.

Do tych samych wniosków doszedł także Gostkowski (1934) w swej pracy nad fauną denną i oddziaływaniem na nią osuszania stawów. Zaleca on stosowanie corocznego zimowego osuszania stawów tylko w tych wypadkach, gdy jest ono konieczne ze względu na odkwaszenie dna lub też przyspieszenie jego mineralizacji.

Na duże straty w faunie dennej spowodowane obniżeniem temperatury w okresie zimowym wskazuje także Nordquist (1925). Uważa on za bardziej korzystne osuszanie stawów co dwa lata, wychodząc z założenia, że osuszony staw, mimo strat poniesionych w faunie dennej w okresie zimy, po zalaniu wiosennym zawsze dostarczy dostatecznych ilości pokarmu naturalnego dla wykarmienia narybku. W drugim roku staw nie jest osuszany, wskutek czego plankton oraz fauna denna nie są narażone na straty i mogą już pokryć zapotrzebowanie nawet dużych ryb.

W przeciwieństwie do wymienionych badaczy, Schäperclaus (1933) twierdzi, że coroczne osuszanie stawów powoduje meliorację dna, niszczy roślinność twardą oraz stwarza lepsze warunki higieniczne.

Również Spiczakow (1935) uznawał te korzyści, a szczególnie podkreślał sterylizujące działanie osuszania dna stawów. W wyniku swych badań nad sporowcowymi chorobami u karpia stwierdził on, że jednym ze skutecznych sposobów walki z anemią złośliwą i kokcydiozą jest coroczne, gruntowne osuszanie dna stawowego.

Badania Wundscha (1919), Kocha (1922) i Mayenne'a (1933) wskazują, że stawiany temu systemowi gospodarki stawowej zarzut niszczenia fauny, nie był w pełni uzasadniony. Wunsch wykazał, że znaczna ilość larw zimuje poniżej granicy zamarzania. Koch stwierdził, że przemarznęte jaja owadów dają silnie mnożące się potomstwo, co ma duże praktyczne znaczenie. Mayenne w swych badaniach nad zimowaniem larw ochotkowatych zaobserwował, że larwy wytrzymują obniżenie temperatury nawet do  $-30^{\circ}\text{C}$ , a straty larw zimujących nie przekraczają 30%. Wykazał on również, że larwy lepiej przetrzymują zamrożenie dna aniżeli okres wiosennego wysychania mułu. W związku z tym autor ten zalecał wczesne zalewanie stawów na wiosnę.

Neresheimer (1911) wskazuje na ogromne ilości substancji rozpuszczonych w wodzie, bezpowrotnie traconych przez spuszczenie stawów. Schäperclaus (1955) twierdzi jednak, że straty te nie są wielkie, a przemawiałby za tym następczy wpływ nawożenia fosforowego na stawach.

Za zimowym osuszaniem stawów przemawiają badania Wiesnera (1934) wykonane w okresie zimy 1931/32 w Waltersdorf z następującymi wynikami:

	Data Datum	% Ca	pH w wodzie im Wasser	pH w KCl im KCl	Kwasowość wymieniana Austauschazität ml n/10 NaOH
Staw osuszany	27. IX.	0,10	5,97	4,26	0,273
	1. XI.	0,085	6,06	5,84	0,2295
	Abgelassener Teich	23. IV.	0,051	6,06	5,76
Staw pod wodą	27. IX.	0,0558	4,478	4,157	0,3852
	1. XI.	0,0435	4,816	4,757	0,4520
	Bespannter Teich	23. IV.	0,0485	4,975	4,900

Badania te wykazały, że osuszanie stawów wpłynęło niekorzystnie na zawartość wapnia (spadek Ca w stawie osuszonym o 49%, a w stawie

nie osuszonym o 13,1%), a oddziałało korzystnie na odczyn dna i kwasowość wymienną.

W sporze na temat osuszania stawów przeważały zdania na korzyść corocznego, zimowego osuszania dna, ale do dziś nie są jeszcze ustalone jego chemiczne następstwa.

### Badania własne

Aby dorzucić do omawianego zagadnienia kilka nowych liczb podano w niniejszym opracowaniu wyniki badań przeprowadzonych w latach 1954, 1955 i 1956 w gospodarstwach doświadczalnych Zakładu Biologii Stawów PAN w Ochabach i w Gołyszcu. Wyniki te stanowią część obszerniejszej pracy nad wpływem chemizmu dna na skład chemiczny wody.

Badania zostały przeprowadzone na pięciu stawach: Wysznim IV i Wysznim VI w Gołyszcu oraz Młyńskim, Odymczoku i Podleśnym w Ochabach.

Staw Wyszni IV o powierzchni 6,5 ha i średniej głębokości 95 cm ma dno gliniasto-próchniczne. Był on nawożony od roku 1952 superfosfatem w ilości 2 q/ha. Superfosfat dawano na wodę w III dekadzie maja. Prócz superfosfatu staw ten nawożony był stale wapnem w ilości 3 q/ha.

Staw Wyszni VI o powierzchni 7,47 ha i średniej głębokości 90 cm posiada dno takie samo jak staw Wyszni IV. Nawożenie tego stawu ograniczało się jedynie do dawki wapna 3,00 q/ha przed zalewem.

Odymczok jest stawem płytkim (40 cm) i posiada tylko 0,80 ha powierzchni zalewu. Dno jego stanowi zbity il z gęstymi naciekami żelaza.

Staw Młyński o powierzchni 5,95 ha wzięty był w roku 1954 pod uprawę rolniczą. W roku 1955 po pierwszym pokosie koniczyny został zalany i przeznaczony do produkcji narybku. Dno tego stawu jest gliniasto-piaszczyste. Podobnie jak staw Młyński pod uprawę rolniczą wzięty był również staw Podleśny. Ugorowanie jego rozpoczęto w roku 1952. W roku 1954 staw ten przeznaczono do produkcji narybku (zalew w lipcu) i na zimę go nie spuszczano. Cztery poprzednio wymienione stawy były na zimę opuszczane.

Z każdego stawu pobierano próby dna w trzech punktach, a mianowicie: w miejscu najgłębszym, w miejscu o średniej głębokości i w miejscu najpłytszym. Próby pobierano za pomocą sondy Langego. Aby uzyskać dokładniejszy obraz zmian zachodzących pod wpływem zimowego osuszania stawów pobrano próby w jesieni 1954 r. i na wiosnę 1955 oraz w jesieni 1955 i na wiosnę 1956.

W jesieni pobierano próby po odłowach (I dekada listopada), a z Podleśnego spod wody. Próby wiosenne pobierano przed zalewem (II dekada kwietnia), a z Podleśnego po odłowieniu narybku (III dekada kwietnia).

## Metodyka

Oznaczenia żelaza dokonano metodą Czernego. Metoda ta polega na wytrąsaniu wilgotnego szlamu dennego w  $n/10$  HCl, przy czym stosunek szlamu do roztworu kwasu wynosi 1 : 5. Do analizy użyto prób dna powietrzno-suchych. Przyczyną tego było pobieranie prób o różnym stopniu wilgotności. Próby ze stawów na zimę opuszczanych zawierały o wiele mniej wody niż próby ze stawu Podleśny, które były pobierane spod wody. W tym samym wyciągu oznaczono fosfor i potas. Fosfor i żelazo oznaczono kolorymetrycznie za pomocą kolorymetru „Visomat”; potas oznaczono na fotometrze płomieniowym. Pomiarów pH dokonano w zawiesinie  $N/1$  KCl na potencjometrze typu „Jonoskop”. Oznaczenie kwasowości wymiennej wykonano według metody Daikuhary. Azot ogólny oznaczono metodą Kieldahla przez spalanie w kwasie fenolosiarkowym. Węgiel organiczny oznaczony był według zmodyfikowanej metody Knoppa. Metoda ta opiera się na mokrym spalaniu materii organicznej przy użyciu stężonego kwasu siarkowego i bezwodnika kwasu chromowego. Osuszony  $CO_2$  był pochłaniany przez wapno sodowane i ważony na wadze analitycznej. Z ilości otrzymanego  $CO_2$  obliczano procentową zawartość węgla organicznego.

## Zestawienie i interpretacja wyników

Wyniki podane w załączonych tablicach są średnimi analiz z trzech punktów każdego stawu. Z porównania wyników analiz wiosennych i jesiennych zestawionych w tablicy I widać, że w stawach osuszanych zawartość węgla organicznego spadała, a w stawie nie osuszonym ulegała pewnej zwwyżce. W czasie osuszania dna przy dostępie tlenu atmosferycznego następowała mineralizacja materii organicznej, proces ten nie zachodził, gdy dno stawu znajdowało się pod wodą.

Zimowe osuszanie stawów nie wywarło widocznego wpływu na zawartość azotu ogólnego.

W III części tablicy I podano stosunek C : N. Prawie we wszystkich wypadkach w stawach osuszanych rozpiętość stosunku C : N była większa na jesieni niż na wiosnę, a więc w ciągu zimy ulegała ona zmniej-

Tablica 1  
Zawartość węgla organicznego i azotu ogólnego oraz stosunek węgla do azotu w stawach osuszanych i nie osuszanych  
Gehalt an organischem Kohlenstoff und Gesamtstickstoff sowie das Verhältniss von C : N in trockengelegten und nicht  
abgelassenen Teichen

Stawy Teiche	Węgiel organiczny w % Organischer Kohlenstoff in %								Azot ogólny w % Gesamtstickstoff in %								C : N			
	jesień Herbst 1954		wiosna Frühjahr 1955		jesień Herbst 1955		wiosna Frühjahr 1956		jesień Herbst 1954		wiosna Frühjahr 1955		jesień Herbst 1955		wiosna Frühjahr 1955		jesień Herbst 1955		wiosna Frühjahr 1956	
Wyszni IV	2,022	1,918	2,113	1,938	0,150	0,150	0,149	0,152	0,150	0,150	0,177	0,162	0,150	0,175	12,87	14,09	12,87	14,09	12,75	12,75
Wyszni VI	2,337	2,137	2,471	2,309	0,181	0,181	0,177	0,162	0,175	0,175	0,162	0,162	0,175	12,07	14,12	12,07	14,12	14,25	14,25	
Odymczok	3,546	3,160	3,422	3,534	0,337	0,337	0,324	0,324	0,278	0,278	0,324	0,324	0,278	9,75	12,31	9,75	12,31	10,91	10,91	
Młyński	1,859	1,740	1,919	1,831	0,202	0,202	0,174	0,166	0,166	0,166	0,174	0,166	0,166	10,00	11,56	10,00	11,56	11,03	11,03	
Podliczny nie osuszony unter Wasser	1,281	1,558	1,522	1,600	0,156	0,156	0,160	0,164	0,174	0,174	0,160	0,164	0,174	9,93	8,75	9,93	8,75	9,76	9,76	

szeniu. Inaczej układały się wartości C : N w dniu stawu nie osuszanego. Były one wyższe na wiosnę niż na jesieni.

Stosunek C : N zdaje się być niezależny od ilości materii organicznej w dniu stawowym (Stangenberg 1949), ale zaznacza się wyraźny wpływ użytkowania stawu i warunków hydrologicznych, w jakich znajduje się dany staw.

Oznaczenie zawartości węgla organicznego nie miało na celu jeszcze jednego potwierdzenia znanych faktów, ale rzucenie pewnego światła na stosunki sorpcyjne kationów i anionów w dniu porównywanych stawów.

Wyniki analiz zestawione w tablicy II wskazują na niejednakowy wpływ zimowego osuszania stawów na odczyn dna. W okresie zimy 1954 na 1955 nastąpiło dosyć znaczne obniżenie *pH*, np. w stawie Wyszni VI,

Tablica II

Odczyn i kwasowość wymienna w dniu stawów osuszanych i nie osuszanych  
*pH*-Wert und Austauschacidität im Teichgrund von trockengelegten sowie nicht abgelassenen Teichen

Stawy Teiche		<i>pH</i> dna w zawiesinie KCl <i>pH</i> des Teichgrundes in Lösung KCl				Kwasowość wymienna w mili- równoważnikach H na 100 g Austauschacidität in milliequi- valent H in 100 g			
		jesień Herbst 1954	wiosna Frühjahr 1955	jesień Herbst 1955	wiosna Frühjahr 1956	jesień Herbst 1954	wiosna Frühjahr 1955	jesień Herbst 1955	wiosna Frühjahr 1956
osuszone trockengelegt	Wyszni IV	4,66	4,60	4,52	4,67	0,254	0,181	0,124	0,083
	Wyszni VI	4,78	4,55	4,48	4,79	0,223	0,292	0,173	0,145
	Odymczok	3,90	3,80	3,70	3,90	1,631	1,869	1,423	1,279
	Młyński	4,30	4,22	4,37	4,62	0,335	0,400	0,159	0,111
Podleśny nie osuszany unter Wasser		4,32	4,28	4,53	4,49	0,480	0,457	0,294	0,393

natomiast w zimie 1955/1956 we wszystkich czterech stawach osuszanych zaznaczył się wzrost *pH*. Przyczyn niejednakowych zmian *pH* w obu okresach zimowych można by się dopatrywać w różnych warunkach klimatycznych panujących w latach 1954/1955 i 1955/1956.

Dno stawów w czasie zimy 1954/1955 nie było dobrze osuszone z powodu znacznych opadów deszczu i śniegu. Częste opady atmosferyczne w jesieni przy temperaturze oscylującej około 0°, jak również słabe

T a b l i c a III

Zawartość potasu, fosforu i żelaza w dnie stawów osuszanych i nie osuszanych  
 Geñalt an Kali, Phosphor und Eisen im Teichgrund von trockenengelegten sowie von nicht abgelassenen Teichen

Stawy Teiche	K <sub>2</sub> O mg 100 g				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 g				Fe mg 100 g			
	jesień Herbst		wiosna Frühjahr		jesień Herbst		wiosna Frühjahr		jesień Herbst		wiosna Frühjahr	
	1954	1955	1955	1956	1954	1955	1955	1956	1954	1955	1955	1956
Wyszni IV	10,2	3,8	6,3	4,7	3,96	4,15	4,64	5,05	24,2	19,7	22,7	21,6
Wyszni VI	11,3	5,8	7,2	7,3	3,40	4,64	4,17	4,82	12,6	10,5	13,0	13,1
Odymczok	21,9	13,8	11,8	17,4	0,46	0,75	0,82	0,82	61,0	52,5	51,0	53,4
Młynski	11,4	7,4	8,6	6,5	0,64	0,82	1,09	0,94	20,2	19,5	25,0	24,7
Podlesny nie osuszany unter Wasser	9,1	7,4	6,9	6,8	0,88	2,29	1,81	1,97	28,5	33,3	33,5	37,6

wymrożenie w dalszych miesiącach wpłynęły niekorzystnie na odczyn dna. Inne warunki panowały w ciągu zimy 1955/56. Listopad i grudzień w stosunku do poprzedniego roku były suchsze, a bardzo niskie temperatury stycznia i lutego (średnia miesięczna — 12,9°), jak również sucha druga połowa marca przyczyniły się do poprawienia odczynu. Inaczej kształtował się odczyn dna stawu nie osuszanego. Warstwa wody i lodu eliminowała wpływ warunków zewnętrznych na zmiany  $pH$ , wskutek czego wysokość  $pH$  stawu nie osuszanego prawie nie ulegała zmianie. Kwasowość wymienna w dniu badanych stawów wahała się w szerokich granicach. W okresie zimy 1954/1955, gdy odczyn dna spadał, zwiększała się na ogół kwasowość wymienna. Zupełnie odwrotnie układały się ilości milirównoważników wodoru w okresie zimy 1955/56. We wszystkich stawach osuszanych kwasowość wymienna wybitnie się zmniejszyła, a w stawie nie osuszonym uległa zwiększeniu. Spadkowi kwasowości wymiennej odpowiada polepszenie odczynu dna. Badania te nie potwierdzają przeto badań Wiesnera, w których nie było związku między kwasowością wymienną a odczynem dna, zwłaszcza w stawie nie osuszonym, gdzie podniesieniu kwasowości wymiennej odpowiadało także polepszenie odczynu. Bardzo wysoką kwasowość wymienną stwierdzono w dniu stawu Odymczok; jest to zrozumiałe, bo przy niskim  $pH$  odgrywają prawdopodobnie dużą rolę wymienne jony glinu i duża ilość związków próchnicowych (ilość związków próchnicowych oznaczonych według Czernego = ok. 2,5%).

Wyniki analiz podane w tablicy III ilustrują wpływ zimowego osuszenia dna stawów na zawartość potasu, fosforu i żelaza.

Ogólnie można stwierdzić, że coroczne zimowe osuszanie stawów wpłynęło niekorzystnie na zawartość potasu. Ilość potasu w jesieni i na wiosnę w dniu stawów Wyszni IV i Młyński była bardzo różna, gdy tymczasem w dniu stawu nie spuszczanego (Podleśny) wahała się w wąskich granicach. Zimowe osuszanie stawów wpłynęło również na obniżenie zawartości żelaza, co było zjawiskiem bardzo korzystnym. Zawartość żelaza w stawie nie osuszonym wybitnie wzrosła, tak na wiosnę w roku 1955, jak i w roku 1956. Zupełnie odwrotnie wpłynęło osuszanie stawów na zawartość fosforu, która w porównaniu do ilości znalezionej w jesieni wzrosła na wiosnę.

Przyczyn powodujących tak różne układy ilościowe badanych składników pokarmowych należy szukać w zmianie struktury koloidów glebowych. Koloidy mineralne, jako końcowe produkty wietrzenia chemicznego, odznaczają się dużą dynamiką zmian w wewnętrznej strukturze i składzie chemicznym. Struktura koloidów i ich skład chemiczny pozostają w danej chwili w równowadze ze środowiskiem; zmiana warunków środowiska powoduje zmianę w strukturze koloidów (Tokarski



1954). Opuszczanie stawów i wystawianie dna na działanie tlenu atmosferycznego gwałtownie narusza ustabilizowaną w ciągu kilku miesięcy równowagę między koloidami dna a związkami chemicznymi znajdującymi się w wodzie. Zmiany w strukturze koloidów, jakie zachodzą po pozabawieniu ich wody, mogą przebiegać prawdopodobnie w ciągu kilku miesięcy i nie potrzebują na to kilku lat, jak to ma miejsce w warunkach gleb ornych, znajdujących się w krańcowo przeciwnych warunkach wilgotnościowych.

Zmiany zachodzące w strukturze koloidów muszą się odbywać kosztem jonów  $K^{1+}$  i  $Fe^{3+}$  i stąd wymienne kationy tych pierwiastków mogą przechodzić w niewymienne.

Potas jako kation bardzo ruchliwy w sorpcji wymiennej może jednak ulegać retrogradacji (Prianiżnikow, Gorbunow, Musierowicz) i przez pewien okres zmienionych stosunków wodnych może nie ulegać wymianie. Retrogradacja potasu związana jest ze starzeniem się i częściową krystalizacją koloidów (Gorbunow 1948). Według Gorbunowa cytowanego przez Wileńskiego czynnikiem silnie wpływającym na ten proces jest okresowe wysychanie gleby. Za przyjęciem tej hipotezy przemawiają wyniki analiz dna stawu Podleśny, w którym zawartość potasu w miesiącu lipcu 1955 spadła z ilości 7,4 mg/100 g do 6,6 mg (staw ten został zalany w połowie lipca), gdy tymczasem w stawie Wyszni IV ilość potasu w tym samym okresie wynosiła 6,6 mg/100 g, a na wiosnę tylko 3,83 mg (staw zalany był w kwietniu).

Podobnie jak potas w dnie stawów osuszanych zachowuje się żelazo. Z analogicznego zachowania się potasu i żelaza można by wysnuć wniosek, że zmiany zawartości tych pierwiastków przebiegają na jednakowej drodze. Potas wchodzi najprawdopodobniej w węzły siatek krystalicznych przy zmianie struktury koloidów najbardziej rozpowszechnionej w przyrodzie grupy montmoryllonitu.

W dnie stawów o dużej zawartości materii organicznej wytwarza się środowisko redukujące i dlatego jon  $Fe^{2+}$  może wchodzić wprost do sieci przestrzennej kryształu. W warunkach tlenowych natomiast, a takie się wytwarzają w dnie po spuszczeniu stawów, jon  $Fe^{3+}$  może sprzyjać powstawaniu pochodnych kaolinitowych, chociaż jest to mało prawdopodobne ze względu na niskie pH dna. Wytrącanie żelaza może zachodzić i na innej drodze. W środowisku redukującym żelazo występuje jako  $Fe^{2+}$ , którego wodorotlenek jest rozpuszczalny w wodzie, a który po osuszeniu dna przechodzi w nierozpuszczalny wodorotlenek żelazowy. Bez szczegółowych badań form żelaza oraz jakości koloidów mineralnych i organów mineralnych trudno jednak zdecydować, który z tych procesów zachodzi w dnie stawów. Sądząc po skorelowanych ilościach po-

tasu i żelaza wydaje się, że wiązanie żelaza zachodzi w procesie krystalizacji koloidów. Zupełnie inaczej układały się stosunki w stawie nie osuszonym. W okresie jesiennym i wiosennym, gdy zawartość żelaza stale wzrastała, zawartość potasu uległa pewnej stabilizacji. Odnośnie do żelaza, to mogą tu zachodzić procesy odwrotne do wyżej opisanych. Inaczej procesy te przebiegały w stawie Młyński, który ma dno z domieszką piasku, i w stawie Odymczok o dużej zawartości materii organicznej, oraz bardzo niskim  $pH$  ( $pH$  w zawieszynie  $KCl = 3,8$ ). Zbyt kwaśne środowisko wpłynęło tutaj wybitnie na migrację żelaza i potasu.

Jak już wyżej wspomniano, osuszanie dna stawowego wpłynęło korzystnie na zawartość fosforu. Zachodzi tu odwrotna korelacja w stosunku do ilości żelaza; jony  $PO_4^{3-}$  wiązane są zapewne przy tym niskim  $pH$  przez wolno występujące jony żelaza i glinu. Siły elektrostatyczne przy krystalizacji koloidów są widocznie większe niż energia wiązania fosforanu, żelaza i glinu. Jony żelaza i glinu wchodząc do sieci krystalicznej koloidów zwalniają jony  $PO_4^{3-}$ , które są sorbowane na powierzchni płytek montmoryllonitowych i mogą ulegać wymianie z grupami  $OH^-$  (Chatterjee i Datta 1951).

Zwyżka ilości fosforu w okresach wiosennych jest również wynikiem procesu mineralizacji materii organicznej i wietrzenia, a ubytek w okresach jesiennych — stałym przechodzeniem tego składnika z dna do wody.

Bardzo niska zawartość fosforu w dnie stawu Odymczok może być tłumaczona dużą ilością żelaza i dlatego wahania zawartości  $Fe$  nie mają wpływu na niewielkie ilości fosforu.

Wahania fosforu w stawie nie osuszonym (z wyjątkiem jesieni 1954) są mniejsze niż w stawach osuszanych. Wytłumaczenie wahań w dnie tego stawu można będzie uzyskać po porównaniu analiz dna i składu chemicznego wody w okresie letnim.

Jaśniejszy pogląd na tę sprawę da opracowanie całości badań nad wpływem chemizmu dna na skład chemiczny wody.

## Wnioski

Z przeprowadzonych badań wysnuć można następujące wnioski:

1. Coroczne zimowe osuszanie dna stawów przyspieszyło jego mineralizację. Rozpiętość stosunku węgla organicznego do azotu ogólnego uległa w tych stawach zwężeniu.
2. Coroczne osuszanie stawów wpłynęło na obniżenie zawartości potasu i żelaza; powodów retrogradacji tych składników należałoby się dopatrywać w zmianie struktury koloidów dna stawowego.

3. Coroczne osuszanie stawów wpłynęło korzystnie na zawartość fosforu; wyższe fosforu w okresach wiosennych były zapewne wynikiem usuwania żelaza oraz procesów mineralizacji i wietrzenia.

4. Zimowe osuszanie stawów spowodowało większe wahania  $pH$ ; wartość  $pH$  w stawie nie osuszonym prawie nie ulegała zmianie.

5. Po przeanalizowaniu warunków klimatycznych (opady i temperatura) w obu okresach zimowych stwierdzono duży ich wpływ na występowanie oznaczanych składników. Duża częstotliwość opadów przy umiarkowanej temperaturze przyczyniła się w silniejszym stopniu do uwstecznienia potasu i żelaza.

### Literatura

1. Chatterjee B. and Datta S., 1951. Phosphate fixation by clay minerals montmorillonite and kaolinite. Journ. of Soil Sc.
2. Czerny R., 1953. Vereinfachte Analysenverfahren zur Untersuchung von See und Teichschlamm. Zeitschr. f. Fischerei. Bd. II.
3. Gedrojc K.K., 1955. Izbranyje soczinienia. t. III. Moskwa.
4. Górski M. i Królikowski L., 1952. Zawartość związków próchnicznych w glebie w zależności od nawożenia. Roczniki Gleboznawcze, T. II.
5. Gostkowski S., 1934. Fauna denna i osuszanie stawów. Przegląd Rybacki.
6. Mayenne V. A., 1933. Zur Frage der Überwinterung von Chironomidenlarven im Boden abgelassener Fischteiche. Arch. f. Hydrob. B. XXV.
7. Musierowicz A., 1955. Gleboznawstwo ogólne. Warszawa.
8. Nordquist H., 1925. Studien über die Vegetation und Bodenfauna ablassbarer Teiche. Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 21. Nr 8.
9. Prianisznikow D.N., 1953. Izbranyje saczinienia. T. I. Moskwa.
10. Przyłęcki H., 1954. Badania wody, ścieków, osadów i gazów w zakresie techniki sanitarnej. T. I. Warszawa
11. Schäperclaus W., 1933. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Berlin.
12. Schäperclaus W., 1955. Bedeutung und Behandlung des Teichbodens in der Karpenteichwirtschaft. I. Die Bedeutung des Teichbodens für die Ertragfähigkeit. Deutsche Fischerei Zeitung H. 7.
13. Schimenz P., 1910. Teichwirtschaftliche Streitfragen. Mitt. Ver. deutsch. Teichw.
14. Schoen U., 1953. Kennzeichnung des Tonanteils in Böden durch Phosphatbindung und Kationenumtausch. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. H. 63.
15. Spiczakow T., 1935. Najczęściej spotykane u karpi choroby sporowcowe. Przegląd Rybacki.
16. Stangenberg M., 1949. Nitrogen and carbon in the bottom-deposits of lakes in the soils under carps ponds. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie. B. X.

17. Tokarski J., 1954. Zagadnienie koloidów glebowych. Postępy Nauk Rolniczych. Nr 5.
18. Wiesner E.R., 1934. Untersuchungen über den Einfluss der winterlichen Trockenlegung der Teiche auf die chemische Beschaffenheit des Teichschlammes. Arch. f. Hydrob. B. XXVII.
19. Wilenski D.G., 1950. Poczwowiedzenie. Moskwa.
20. Wundsch H.H., 1919. Studien über die Entwicklung der Ufer und Bodenfauna. Zeitschr. f. Fisch. B. XX.

### ZUSAMMENFASSUNG

St. Wróbel, *Ein Versuch zur Aufklärung der chemischen Veränderungen, die auf Grund allwinterlicher Trockenlegung der Teiche eintreten*

Der Verfasser hat den Einfluss winterlicher Trockenlegung des Teichbodens auf seinen chemischen Zustand in der Versuchsteichwirtschaft Ochaby der Anstalt für Teichbiologie der polnischen Akademie der Wissenschaften untersucht. Dies wurde an 5 Teichen während zweier Winterperioden 1954/55 und 1955/56 durchgeführt.

In Bodenproben, die im Herbst und im Frühjahr dem Teichboden entnommen worden waren, wurde der organische Kohlenstoff, der Gesamtstickstoff, der *pH*-Wert und die Austauschacidität sowie Austasch — K, Fe und P bestimmt. Die Gesamtmenge dieser Elemente wurde nicht ermittelt. Die in den drei Tabellen zusammengestellten Werte bilden den Durchschnitt von je 3 Proben, welche jedem Teiche entnommen worden waren. Die Schlüsse aus diesen Untersuchungen sind im Folgenden zusammengefasst:

1. Allwinterliche Trockenlegung des Teichbodens beschleunigte seine Mineralisierung; das Verhältnis des organischen Kohlenstoffes zum Gesamtstickstoff wurde in den trocken gelegten Teichböden schmaler.

2. Alljährliche Trockenlegung des Teichbodens verringerte seinen Gehalt an K und Fe; als Grund der Reduktion dieser Elemente dürfte wohl eine Änderung der Kolloiden-Struktur im Teichgrund anzunehmen sein.

3. Alljährliche Trockenlegung des Teichbodens begünstigte den Phosphorsäuregehalt in demselben. Die im Frühjahr festgestellte Phosphoranreicherung wurde wahrscheinlich durch den Abbau von Eisen sowie durch Mineralisierungsprozesse und Bodendurchlüftung bewirkt.

4. In Teichen, die über Winter trocken lagen, wurden grössere Schwankungen des *pH*-wertes festgestellt; in nicht trocken gelegten Teichen unterlag der *pH*-Wert fast keinen Änderungen.

5. Beobachtungen der klimatischen Verhältnisse (Niederschläge und Temperatur) während der beiden Winterperioden ergaben, dass dieselben grossen Einfluss auf den Gehalt der untersuchten chemischen Elemente haben. Öftere Niederschläge bei mässiger Temperatur hatten eine stärkere Reduktion von K und Fe zur Folge.