

*Magdalena Łapczyńska-Pieprz, Janusz Łomotowski*

**WPLYW ZAPRZESTANIA EKSPLOATACJI  
PÓL IRYGOWANYCH  
NA ZAKWASZANIE GLEB ORGANICZNYCH**

***THE EFFECT OF CESSATION OF SEWAGE FARMS  
EXPLOATATION ON ORGANIC SOIL ACIDIFICATION***

**Streszczenie**

Pola irygowane zalicza się do jednych z najstarszych rozwiązań technicznych, służących do oczyszczania ścieków. Przy wieloletniej eksploatacji pól irygowanych dochodzi do istotnych zmian składu chemicznego profilu glebowego. Najbardziej niebezpieczne jest odkładanie się w gruncie siarczków metali ciężkich. Po zaprzestanie eksploatacji pól irygacyjnych dochodzi do zmiany warunków tlenowych. Napowietrzenie gleb organicznych prowadzi do uruchomienia biochemicznych procesów utleniania materii organicznej, azotu amonowego i siarczków. Skutkować to może gwałtownym zakwaszeniem środowiska glebowego. W pracy przedstawiono oryginalne wyniki badań przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych nad wpływem dynamiki zmian odczynu gleb organicznych, porośniętych roślinnością szuwarową pobranych z terenu wrocławskich pól irygowanych. Wykazano, że w skrajnych przypadkach odczyn gleb może obniżyć się po kilku miesiącach od zaprzestania nawadniania ściekami nawet do 3,5 pH.

**Słowa kluczowe:** pola irygacyjne, zakwaszenie, gleby organiczne

***Summary***

*Sewage farm belongs to one of the oldest technologies used for wastewater treatment. Many years of sewage farm exploitation causes an important change in the chemical composition of the soil profile. The most hazardous is decomposition of sulphides of heavy metals in soil.*

*Discontinuance of sewage farm exploitation leads to change in aerobic conditions. Organic soil aeration leads to mobilization of biochemical oxidation of*

*organic matter, ammonia nitrogen and sulphides. This can result in rapid acidification of the soil environment. This paper presents original results of studies carried out in the laboratory on the effects of dynamic changes in organic soil pH planted with rushes, taken from sewage farm in Wrocław. It has been shown that in extreme cases soil pH could be lowered after a few months after cessation of sewage farm of up to 3.5 pH*

**Key words:** *sewage farms, acidification, organic soil*

## WSTĘP

Pola nawadniane ściekami są najstarszym technicznym sposobem oczyszczania ścieków komunalnych. Są to oczyszczalnie typu „naturalnego”, gdzie oczyszczanie ścieków zachodzi w środowisku glebowym przy udziale mikroorganizmów i roślinności. Uzyskiwany zwykle stopień oczyszczenia ścieków jest wysoki, pod warunkiem zastosowania odpowiednich dawek polewowych.

Rozwój pól irygacyjnych nastąpił po 1850, jednak już na początku XX wieku zaczęto stosować technologię oczyszczania ścieków w środowisku sztucznym. Pomimo tego pola irygacyjne były intensywnie użytkowane do początku lat 70., po czym systematycznie je zamykano. Działania te można powiązać z dwoma głównymi aspektami: naukowym (rozwój nauki w zakresie migracji metali ciężkich oraz podstaw projektowania metod oczyszczania ścieków) i ekonomiczno-społecznym (duży, „niewykorzystany” areał oczyszczalni oraz uciążliwość odorowa).

Wieloletnie nawadnianie ściekami gleb wpływa na ich właściwości fizykochemiczne [Paluch 1984]. Zmiany zależą również od składu chemicznego ścieków, wielkości jednorazowych dawek polewowych, częstości nawodnień oraz od rodzaju nawadnianych gruntów.

Ze względu na zróżnicowanie gleb zalegających na terenach pól irygacyjnych oraz różną eksploatację poszczególnych kwater, mogą wytworzyć się różne siedliska.

Przy prawidłowej eksploatacji, na glebach bardzo dobrze przepuszczalnych dochodzi do kumulacji związków humusowych w wierzchniej warstwie profilu glebowego. Warstwa humusowa wykazuje silne właściwości hydrofobowe [Hoffmann 2002]. W wypadku gwałtownego zaprzestania nawodnień tego typu obszaru może łatwo dojść do nadmiernego przesuszenia profilu.

Na glebach dobrze przepuszczalnych, przy niewłaściwej eksploatacji kwater w glebie dochodzi do redukcji związków mineralnych, w tym żelaza. W głębszych, słabiej natlenionych warstwach profilu glebowego zachodzi proces glejowy (rys. 1). Warstwy te charakteryzują się dużą zwięzłością.

Na glebach słabo przepuszczalnych, lub glebach dobrze przepuszczalnych jednak przy nadmiernym obciążeniu hydraulicznym lub w osadnikach dochodzi do wytworzenia się ekosystemów bagiennych, porośniętych głównie trzcina

pospolitą (rys. 2). Zaprzestanie nawadniania tego typu ekosystemów skutkować będzie gwałtownym osuszeniem i natlenieniem środowiska glebowego.



**Rysunek 1.** Próbkę gleby z profilu oglejonego  
**Figure 1.** Sample of gley soil



**Rysunek 2.** Roślinność szuwarowa  
**Figure 3.** Swamp flora

Zaprzestanie eksploatacji pól irygacyjnych oznacza gwałtowną zmianę stosunków powietrzno-wodnych w glebie. Zmiana warunków tlenowych w obrębie profilu glebowego z redukcyjnych na tlenowe skutkuje przyspieszeniem

procesów utleniania związków organicznych i mineralnych, głównie azotu amonowego i siarczków, zakumulowanych w glebie. Zjawiskom tym towarzyszy wzrost kwasowości gleb oraz zauważalny spadek odczynu [Hoffmann 2002; Kowal 1986]. Natlenienie gleby powodować może również utlenianie siarczków pod wpływem bakterii siarkowych z rodzaju *Thiobacillus*. Bakterie tej grupy zdobywają energię utleniając siarczki lub siarkę elementarną do jonu siarczowego. W procesie biochemicznego utleniania siarczków powstaje kwas siarkowy, który zakwasza środowisko.

W zbiornikach eutroficznych, w strefie szuwarów i trzcinowisk, w pradolinach rzecznych oraz systemach bagiennych, podobnie jak w osadach dennych zanieczyszczonych związkami organicznymi rzek, stwierdza się podwyższone ilości siarczków [Forstner 1996]. Jest to efekt powstawania procesów silnie anaerobowych w głębszych warstwach osadów, gdzie dochodzi do redukcji siarczianów do siarkowodoru. Wysuszenie osadów dennych, pobranych z zanieczyszczonych rzek powoduje, że po okresie kilku tygodni obserwuje się ich silne zakwaszenie wskutek rozwoju tlenowych bakterii siarkowych. Osuszenie trzcinowisk może skutkować gwałtownym zakwaszeniem gleb, zarówno na ich obszarze, jak również w ich sąsiedztwie.

## METODYKA BADAŃ

Celem badań było wykazanie, w jaki sposób zaprzestanie nawadniania ściekami pól irygowanych wpływa na szybkość zakwaszenia gleb porośniętych przez roślinność szuwarową.

Do badań pobrano próby gleby, z terenów wrocławskich pól irygowanych, o naruszonej strukturze, z trzcinowisk, których gleba charakteryzowała się różnym stopniem uwilgotnienia.

Próbki: 1, 3, 6, 7 miały charakter typowo organiczny. Składały się głównie z obumarłych części roślin. Próbki 1 i 3 pobrano z głębokości ok. 30 cm, a próbkę 6 z głębokości około 10 cm. Próbkę 7 pobrano ze zdegradowanego trzcinowiska z dołu o głębokości 70 cm względem przyległego terenu. Próbki 2, 4 i 5 miały charakter mineralno-organiczny.

Przy pobraniu prób następowało ich silne przewietrzenie. Próbki były przetrzymywane w stanie półwilgotnym w kuwetach umożliwiających grawitacyjny odciek wody wolnej. Odczyn próbek pobranych zimą, o objętości 1 dm<sup>3</sup> (nr 1–5) kontrolowano przez 26 dni metodą bezpośrednią, co było możliwe dzięki dużej ich wilgotności.

Na pozostałych próbkach o pojemności 100 dm<sup>3</sup>, pobranych wiosną (6–7), przeprowadzono eksperyment trwający 162 dni. Próbki były suszone przez 58 dni, następnie były nawodnione (w stosunku masowym 8:1). Po tym czasie ponownie je osuszono (57 dni) i nawodniono. Ostatni cykl osuszania trwał 47 dni.

Do nawilżania wysuszonych próbek używano rozpuszczonego śniegu, pobranego w styczniu z terenu nieurbanizowanego. Miało to na celu symulację oddziaływania potencjalnego opadu deszczu.

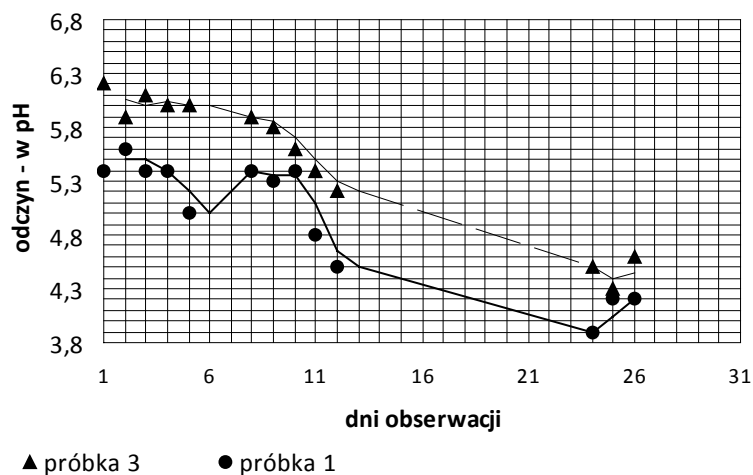
W próbkach gleby suszonych i nawilżanych oznaczono kwasowość czynną w wodzie destylowanej i potencjalną wymienną w 1-molowym roztworze chlorku potasu. Odczyn próbek mierzono w roztworach. Pomiaru odczynu dokonywano po 20. h od momentu przygotowania próbki.

### WYNIKI BADAŃ

Badania przeprowadzone na próbkach gleby, o cechach gruntu organicznego, pobranej z terenu trzcinowisk wskazują na dużą zależność pomiędzy czasem osuszania a zmianami odczynu. Wybrane wyniki badań przedstawiono na rysunkach 4–7.

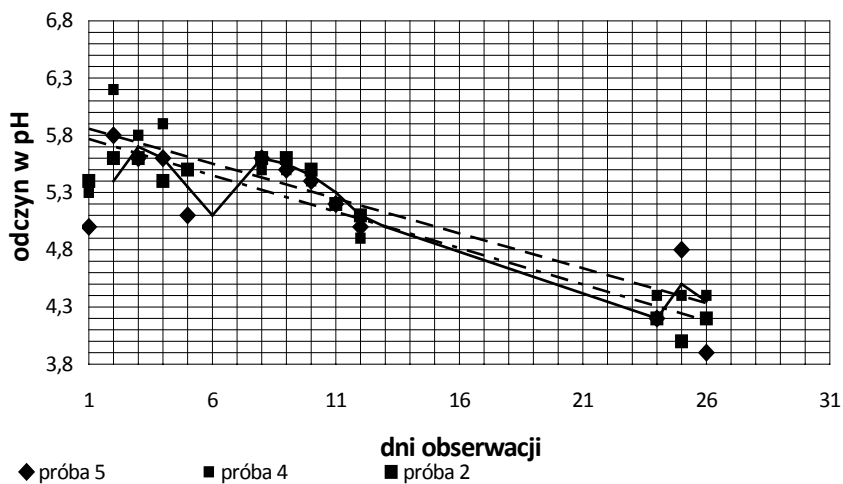
W próbach od 1 do 5 następował szybki spadek odczynu. W próbach dostarczonych do laboratorium odczyn mieścił się w przedziale od 5,5 do 6,2 pH, podczas gdy po 26 dniach obniżył się do odczynu mieszczącego się w przedziale pH od 4,2 do 4,8. Obniżenie odczynu obserwowano zarówno w glebach organicznym, jak i mineralno-organicznym (rys. 3–4).

Większe zakwaszenie obserwowano w próbkach pobranych z głębszych warstw profilu glebowego niż z warstw wierzchnich (rys. 6–7).



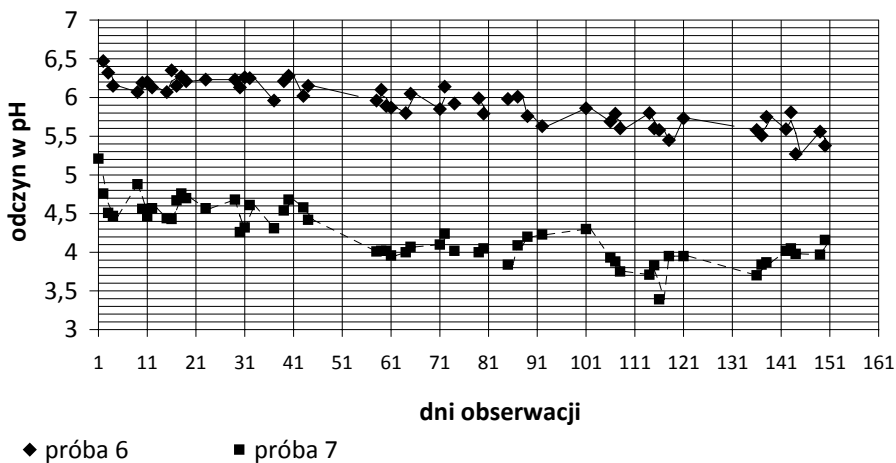
**Rysunek 3.** Zmiana odczynu w czasie dla próbek o charakterze organicznym, pomiar w H<sub>2</sub>O

**Figure 3.** Changes of reaction in time in samples of organic character, measured in H<sub>2</sub>O



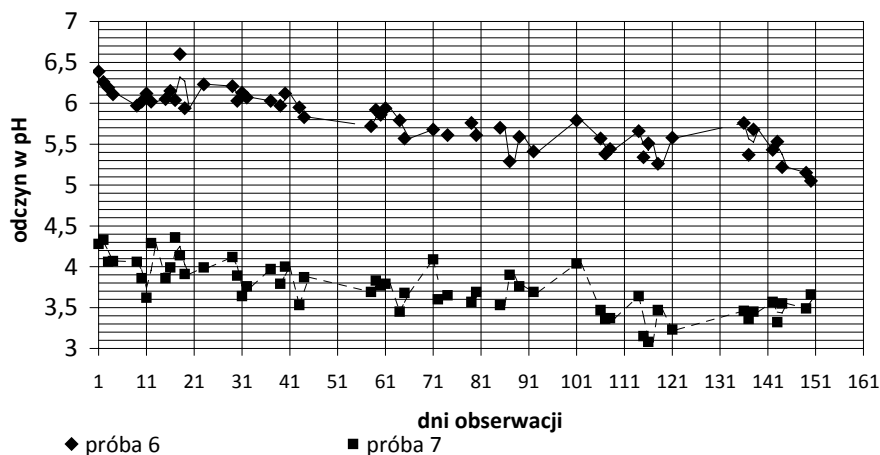
Rysunek 4. Zmiana odczynu w czasie dla próbek o charakterze mineralno-organicznym, pomiar w H<sub>2</sub>O

Figure 4. Changes of reaction in time in samples of mineral-organic character, measured in H<sub>2</sub>O



Rysunek 5. Zmiana odczynu w czasie dla próbek o charakterze organicznym, pomiar w H<sub>2</sub>O

Figure 5. Changes of reaction in time in samples of organic character, measured in H<sub>2</sub>O



**Rysunek 6.** Zmiana odczynu w czasie dla próbek o charakterze organicznym, pomiar w KCl

**Figure 6.** Changes of reaction in time in samples of organic character, measured in KCl

## PODSUMOWANIE

W wyniku wieloletniego nawadniania ściekami wrocławskich pól irygacyjnych powstały liczne ekosystemy bagienne. Badania wykazały, że zaprzestanie nawadniania obszarów bagiennych doprowadzi do wzrostu kwasowości gleb porośniętych trzcinowiskami. Najbardziej na zakwaszenie, po przesuszeniu, narażone są gleby organiczne. W glebach tych po zaprzestaniu nawadniania kwasowość czynna może obniżyć się do poziomu poniżej 4,0 pH. Przy tak niskim odczynie nastąpi obumarzenie roślinności szuwarowej, co skutkować będzie zmianami siedliskowymi na terenie wrocławskich pól irygowanych. Dla zachowania ekosystemu trzcinowisk, konieczne jest zastosowanie alternatywnego nawadniania ich obszaru z wykorzystaniem wód powierzchniowych lub ścieków deszczowych powstających na pobliskich zurbanizowanych terenach.

## BIBLIOGRAFIA

- Czyżyk F. *Zagrożenia dla środowiska wynikające z likwidacji wrocławskich pól irygacyjnych*.  
 Forstner U. *Non linear release of metals from the aquatic sediments*. p. 247–307 [w:] W. Salomons and W.M. Stigliani (ed.) *Biogeochemistry of pollutants in soil and sediment*. Springer Verlag, New York  
 Parker, C.C. and Turley, R.V. *Information sources in science and technology: a practical guide to traditional and online use*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Butterworths 1986.  
 Gonet S.S., Jarczyńska A., Kwiatkowska A., Dębska B. *Wpływ wieloletniego nawadniania ściekami krochmalnymi na środowisko glebowe* *Zeszyty Problemy Postępów Nauk Rolniczych*. 2007, 520, s. 279–286.

- Hoffman C. *Schwermetallmobilität und Risikopotentiale der Rieselfeldböden Berlin Buch*. Heft 35, Technische Universität Berlin 2002.
- Kowal A.L. *Zanieczyszczenie wód związkami azotowymi*. *Ochrona środowiska* 1986, 488/3 (29), s. 3–6.
- Kutera J. *Wykorzystanie ścieków w rolnictwie*. PWRiL, Warszawa 1988.
- Paluch J. *Oczyszczanie ścieków miejskich w środowisku glebowym*. *Zesz. Nauk AR we Wrocławiu* 1984 (Rozprawy). Nr 41.

Mgr inż. Magdalena Łapczyńska-Pieprz  
Dr hab. inż. Janusz Łomotowski  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Instytut Inżynierii Środowiska  
Plac Grunwaldzki 24  
50-363 Wrocław

e-mail:  
magdalena.lapczynska@up.wroc.pl  
janusz.lomotowski@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Jerzy Kowalski*