

EROZJA CHEMICZNA GLEB OBSZARÓW POJEZIERNYCH.
CZ. 2. ODPLYW FOSFORU

Urszula Szyperek, Sławomir Szymczyk

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 2, 10-719 Olsztyn
e-mail: ulaszyp@uwm.edu.pl

Streszczenie. Badania prowadzono w dwóch rolniczych zlewniach drenarskich (Pojezierze Olsztyńskie), różniących się rodzajem podłoża i strukturą użytkowania, w latach 1994-2003. Próby wody pobierano co miesiąc i na podstawie stężeń fosforu i przepływów określono wielkość erozji chemicznej związków fosforu z gleb. Stwierdzono występowanie zależności między wielkością wilgotności w różnych latach oraz poszczególnych porach roku, a odpływem badanego składnika ze zlewni. Wynoszenie tego biogenu z gleb jest kilkakrotnie wyższe w okresach wilgotnych i normalnych w porównaniu do bardzo suchych i suchych. Ze względu na ilość wymywanych siecią drenarską związków fosforu ze zlewni rolniczych, pory roku tworzą następujący szereg: wiosna>zima>jesień>lato. Ponadto stwierdzono 2-krotnie większy odpływ fosforu ogólnego na skutek wzrostu intensywności rolniczego użytkowania zlewni.

Słowa kluczowe: erozja chemiczna gleb, zlewnie drenarskie, fosfor

WSTĘP

Fosfor obok azotu i potasu, należy do powszechnie stosowanych składników nawozowych wprowadzanych w większych ilościach do gleb użytkowanych rolniczo. Jest on składnikiem występującym w niewielkich koncentracjach w wodach obszarów rolniczych (poniżej $1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i wymywanym z gleb w niewielkich ilościach – $0,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [2], maksymalnie do $5,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ [1]. Wielkość odpływu tego składnika ze zlewni rolniczych jest determinowana rzeźbą terenu, zwięzłością gleb, szatą roślinną, układem stosunków wodnych i klimatycznych oraz intensywnością rolnictwa [2,3,4]. Stężenie fosforu w wodach płynących jest modyfikowane intensywnością wymywania ze zlewni, procesów sorpcji i desorpcji oraz działalnością człowieka. Przy stosunkowo wysokiej jego zawartości w glebach obserwuje się wzrost wymywania tego składnika w głąb profilu glebowego i zwiększone odpływy systemami melioracyjnymi do wód powierzchniowych [5].

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu ilości opadów w poszczególnych latach i porach roku na odpływ związków fosforu z rolniczych zlewni drenarskich.

MATERIAŁ I METODY

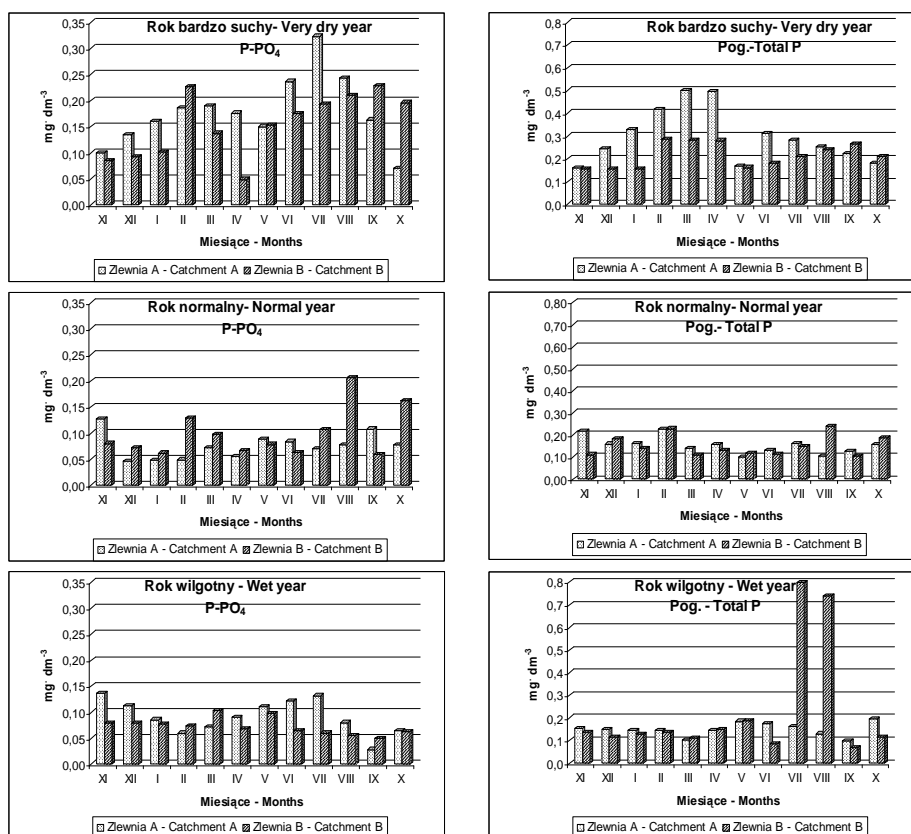
Badania mające na celu określenie erozji chemicznej związków fosforu z gleb użytkowanych rolniczo przeprowadzono na Pojezierzu Olsztyńskim w latach 1994-2003. Przedmiot badań stanowiły odpływy z 2 zlewni drenarskich (A i B). Charakterystykę tych zlewni oraz szczegółową metodykę badań przedstawiono w pierwszej części niniejszej pracy [6]. Koncentrację fosforu ogólnego (P_{og}) i $P-PO_4$ – oznaczono kolorymetrycznie po mineralizacji z molibdenianem amonu i chlorkiem cyny (II) jako reduktorem.

WYNIKI I DYSKUSJA

Koncentracja fosforanów w wodach odpływających ze zlewni drenarskich wahała się w granicach od 0,029 do 0,320 $mg \cdot dm^{-3}$, a fosforu ogólnego od 0,069 do 0,800 $mg \cdot dm^{-3}$ (rys. 1). Wody drenarskie zlewni A (intensywniejsze użytkowanie orne, gleby średniozwięzłe) charakteryzowały się wyższymi stężeniami fosforanów od wód zlewni B w roku bardzo suchym i wilgotnym. W latach normalnych wyższą koncentrację fosforanów odnotowano w zlewni B – mniej intensywna gospodarka rolna, gleby lekkie. W przypadku fosforu ogólnego najmniejsze rozbieżności między stężeniami w obu zlewniach odnotowano w roku wilgotnym. Ogólnie można stwierdzić, iż koncentracja związków fosforu w wodach drenarskich malała wraz ze wzrostem ilości opadów atmosferycznych w rozpatrywanych latach.

Wielkość erozji chemicznej fosforu z gleb użytkowanych rolniczo była uzależniona od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych w poszczególnych latach, a także sposobu użytkowania gleb w zlewniach i wynosiła od 0,05 do 0,18 kg z 1 ha (rys. 2). W roku wilgotnym i w latach normalnych, w porównaniu do roku bardzo suchego, odpływ $P-PO_4$ i P ogólnego z gleb siecią drenarską w zlewni A był 3-krotnie wyższy, a w zlewni B 2-krotnie wyższy. Sposób zagospodarowania zlewni ma istotny wpływ na odpływ fosforu ogólnego. Dowodem tego jest 2-krotnie wyższy jego odpływ (zwłaszcza w roku wilgotnym i latach normalnych) ze zlewni A, w której grunty orne stanowią 74% powierzchni w porównaniu do zlewni B, gdzie grunty orne stanowią tylko 50% powierzchni.

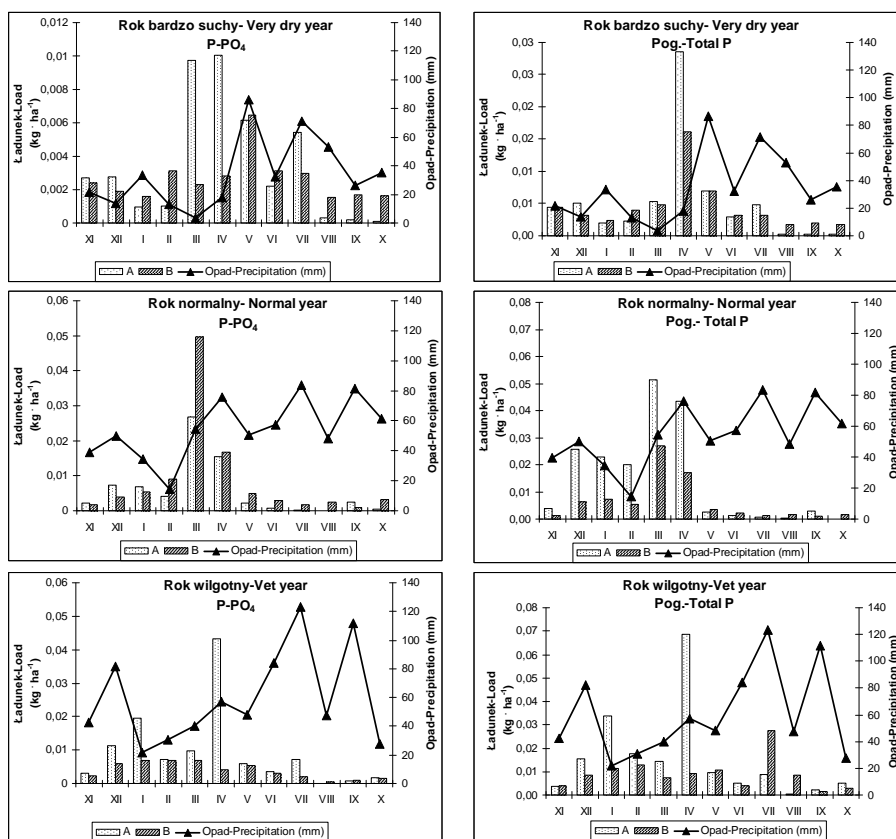
W roku suchym i w latach normalnych stwierdzono większe odpływy $P-PO_4$ ze zlewni o glebach piaszczystych (B), w porównaniu do zlewni z glebami średniozwięzłymi (A).



Rys. 1. Koncentracja P-PO₄ i P_{og.} w wodach drenarskich zlewni rolniczych w zależności od warunków klimatycznych

Fig. 1. Concentration of P-PO₄ and total P in drainage water with regard to climatic condition

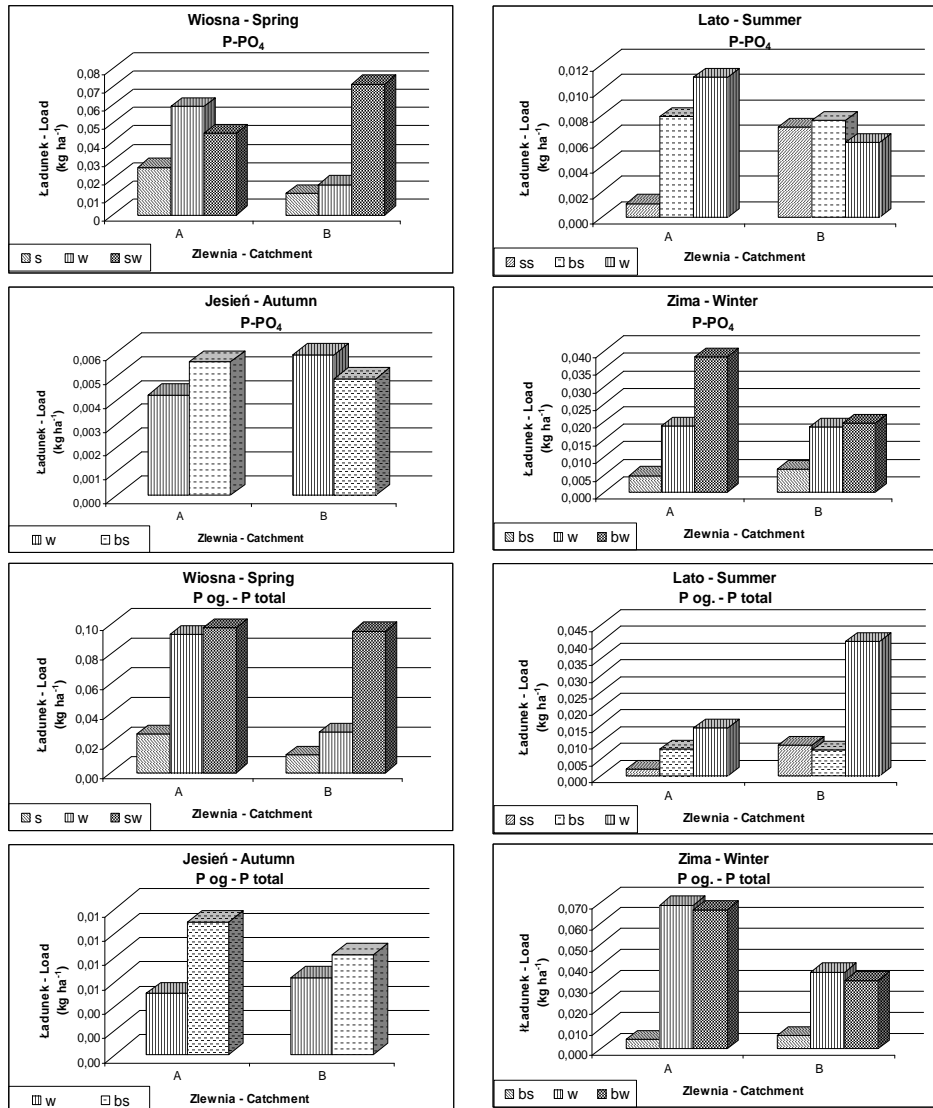
W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono również znaczny wpływ rozkładu opadów atmosferycznych w ciągu roku na intensywność erozji chemicznej fosforu z gleb. Najwyższe jego ładunki odpływały siecią drenarską w kwietniu i w miesiącach zimowych (rys. 2), co było powodowane aktywnością przemieszczania tego składnika podczas odnawiania zasobów wód gruntowych w sezonie pozawegetacyjnym. Wymycie fosforu mogło być wtedy potęgowane stosowaniem nawozów mineralnych, ograniczoną fitosorpcją lub rozkładem substancji organicznej.



Rys. 2. Wpływ opadów atmosferycznych, sposobu użytkowania i zwięzłości gleb na odpływ P-PO₄ i P_{og} siecią drenarską

Fig. 2. Influence of precipitation, land use and soil compaction on the P-PO₄ and total P outflow with drainage network

Wpływ ilości opadów atmosferycznych na zawartość związków fosforu w wodach drenarskich potwierdza również analiza ich stężeń sezonowych (tab. 1), jak i ilości składników odpływających w tych sezonach (rys. 3). Stwierdzono, że najwyższe koncentracje badanych składników w wodach drenarskich występują podczas suchych lub bardzo suchych sezonów, niezależnie od sposobu użytkowania zlewni i rodzaju gleb. Stężenia fosforu w suchych sezonach były 2-krotnie (dla P_{og}) lub nawet 7-krotnie (dla P-PO₄) wyższe niż w sezonach wilgotnych lub bardzo wilgotnych. Mniejszy udział gruntów ornych i obecność gleb lekkich w zlewni B niwelowały rozbieżności stężeń fosforu między sezonami suchymi i wilgotnymi.



ss, bs, w... – oznaczenia jak w tabeli 1, Denotations see: Table 1.

Rys. 3. Odpływ ze zlewni rolniczych P-PO₄ i P_{og.} w zależności od wilgotności pory roku

Fig. 3. Outflow of P-PO₄ and total P from agricultural catchments depending on season humidity

Tabela 1. Stężenie fosforanów i fosforu ogólnego w wodach drenarskich zlewni A i B w zależności od wilgotności pory roku ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$)**Table 1.** Concentration of phosphates and total phosphorus in drainage water of catchments A and B depending on seasonal humidity (mg dm^{-3})

	Pora roku – Season of year Wilgotność – Humidity	Zlewnia A		Zlewnia B	
		Catchment A		Catchment B	
		P-PO ₄	P _{og.} Total P	P-PO ₄	P _{og.} Total P
Wiosna Spring	Sucha – Dry, (s)	0,411	0,390	0,113	0,242
	Wilgotna – Wet, (w)	0,091	0,145	0,090	0,150
	Skrajnie wilgotna – Extremely wet (sw)	0,072	0,120	0,107	0,148
Lato Summer	Skrajnie suche – Extremely dry, (ss)	0,077	0,132	0,146	0,173
	Bardzo suche – Very dry, (bs)	0,268	0,283	0,193	0,211
	Wilgotne – Wet, (w)	0,111	0,155	0, 60	0,542
Jesień Autumn	Bardzo sucha – Very dry, (bs)	0,111	0,188	0,170	0,211
	Wilgotna – Wet, (w)	0,09	0,159	0,10	0,153
Zima Winter	Bardzo sucha – Very dry, (bs)	0,418	0,416	0,155	0,242
	Wilgotna – Wet, (w)	0,056	0,184	0,134	0,205
	Bardzo wilgotna – Very wet, (bw)	0,073	0,132	0,085	0,124

Wielkość odpływu fosforu ogólnego i jego związków rozpuszczalnych (P-PO₄) była w znacznym stopniu uzależniona od warunków wilgotnościowych w poszczególnych porach roku (ilość opadów) i od rodzaju zlewni, ze wskazaniem na pierwszy czynnik (rys. 3). Potwierdza to tezę, że na ilość wymywanych substancji z gleby rzutuje jej gospodarka wodna, dyktowana głównie ilością opadów oraz ich zmiennością w czasie [2].

Obserwowano wyraźną tendencję wzrostu ładunku fosforu i fosforanów odpływających siecią drenarską wraz ze wzrostem ilości opadów w danym sezonie (poza jesienią), zwłaszcza w zlewni A, charakteryzującej się 74% udziałem gruntów ornych w całej powierzchni i obecnością gleb średniozwięzłych (rys. 3). W przypadku zlewni z przewagą gleb lekkich w podłożu (zlewnia B) tendencja ta również jest zachowana (za wyjątkiem okresu lata dla P-PO₄ i zimy dla P_{og.}). Jednak w większości przypadków obserwowano mniejsze rozbieżności w ilości składników odpływających w sezonach o różnym stopniu wilgotności.

Na uwagę zasługuje tu fakt, iż wyższe odpływy badanych składników w porze roku o większej ilości opadów nie pokrywają się z ich wysokimi stężeniami, które stwierdzono w tej samej porze roku, ale o znacznie mniejszych ilościach opadów (tab. 1).

Przeprowadzone badania wykazują, że erozja chemiczna badanych składników z gleb podlega znacznej zmienności sezonowej. Wyróżnione pory roku można uszeregować malejąco pod względem ilości związków fosforu wymywanych siecią drenarską ze zlewni rolniczych: wiosna>zima>jesień>lato. Podobne zależności uzyskali również Koc i in. [2]. Przy wyodrębnieniu w każdym sezonie kategorii jego wilgotności, odnotowano kilkukrotny wzrost ilości odpływających składników wraz ze wzrostem ilości opadów. Obecność gleb średniozwięzłych i intensywniejsze użytkowanie orne zlewni potęguje jej reakcję na zmienność sezonową i czynniki klimatyczne.

WNIOSKI

1. W zależności od wielkości opadów atmosferycznych rocznie odpływa siecią drenarską od 0,05 do 0,18 kg P z 1 ha zlewni użytkowanej rolniczo. W lata wilgotne i normalne, w porównaniu do roku bardzo suchego odpływ fosforu jest kilkakrotnie wyższy.

2. Wzrost intensywności rolniczego użytkowania zlewni zwiększa koncentrację związków fosforu w wodach drenarskich i powoduje 2-krotnie wyższe ich wymycie z gleb.

3. Najwyższe koncentracje związków fosforu w wodach drenarskich występują podczas suchych lub bardzo suchych sezonów (w porównaniu do wilgotnych), niezależnie od sposobu użytkowania zlewni i rodzaju gleb, co nie odpowiada wielkości ładunku odpływającego drenami.

4. Pod względem ilości fosforu wymywanego siecią drenarską ze zlewni rolniczych, pory roku można uszeregować w kolejności malejącej: wiosna – zima – jesień – lato. W danym sezonie odpływ fosforu rośnie wraz ze wzrostem ilości opadów atmosferycznych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Kajak Z.:** Eutrofizacja jezior. PWN, Warszawa, 1979.
2. **Koc J., Szymczyk S., Procyk Z.:** Czynniki kształtujące wymycie azotu, fosforu i potasu z gleb uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, 119-125, 1999.
3. **Koc J., Szymczyk S., Cymes I., Szyperek U., Skwierawski A. :** Wpływ intensyfikacji rolnictwa na stan wód małych zbiorników w krajobrazie rolniczym. Pam. Puł. 130, 27-34, 2002.
4. **Miler A., Liberacki D., Plewiński D.:** Jakość wód gruntowych w różnych siedliskach położonych wzdłuż transektów odpływów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 477, 93-100, 2001.
5. **Sapek A.:** Rozproszenie fosforu pochodzącego z rolnictwa i potencjalne zagrożenia dla środowiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 476, 269-280, 2001.
6. **Szymczyk S., Szyperek U.:** Erozja chemiczna gleb obszarów pojeziernych. Cz. 1. Odpływ mineralnych związków azotu. Acta Agrophysica, 5(1), 175-183, 2005.

CHEMICAL EROSION OF SOIL IN LAKELAND AREAS.
PART 2. OUTFLOW OF PHOSPHORUS

Urszula Szyperek, Sławomir Szymczyk

Department of Land Reclamation and Environmental Management, University of Warmia and Mazury
Plac Łódzki 2, 10-719 Olsztyn
e-mail: ulaszyp@uwm.edu.pl

Abstract. The research was conducted in the years 1994-2003 in two rural drained catchments (the Olsztyn Lakeland), differing in the type of soil and the structure of land use. The amount of chemical erosion of phosphorus was calculated on the basis of P concentrations in monthly sampled water as well as in drainage discharges. A correlation was found between annual or seasonal precipitation amounts and the outflow of the component from the catchment. Export of the component from soil was several times higher in wet and normal periods in comparison to very dry and dry ones. Amounts of exported phosphorus compounds via drainage network from the rural catchments as related to the seasons create the following decreasing series: spring>winter>autumn>summer. Moreover, total phosphorus outflow was two times higher with regards to the increase in agricultural catchment use.

Key words: chemical erosion of soil, drainage catchment, phosphorus