

ZMIANY WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI ŚRODOWISKA GLEBOWEGO  
NA TERENIE KOLONII KORMORANÓW (*Phalacrocorax carbo*)  
W KĄTACH RYBACKICH

S. Ligęza<sup>1</sup>, H. Smal<sup>1</sup>, M. Misztal<sup>2</sup>, P. Ciesielczuk<sup>3</sup>, G. Piliszczyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza,  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: slawekl@consus.ar.lublin.pl

<sup>2</sup>Katedra Hydrobiologii i Ichtiobiologii, Akademia Rolnicza,  
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin

<sup>3</sup>EKOGEO – Pracownia Geologii i Ochrony Środowiska,  
ul. Leszczyńskiego 5/19, 20-069 Lublin

Streszczenie. W pracy przedstawiono charakterystykę wybranych właściwości gleb na obszarze wieloletniej kolonii kormoranów (*Phalacrocorax carbo*) w Kątach Rybackich oraz kierunek ich zmian w wyniku bytowania ptaków na tym terenie. Kolonia w Kątach jest największa w Polsce, pod względem liczby gniazdujących kormoranów. Wieloletnia depozycja ptasich odchodów pod gniazdami spowodowała zakłócenie naturalnej równowagi chemicznej gleb i całej biocenozy. Próbkę z kolonii zawierały wielokrotnie wyższą zawartość wszystkich badanych pierwiastków, w porównaniu z materiałem kontrolnym, a w szczególności związków azotowych, które były jednymi z głównych czynników degradacji środowiska glebowego. Niekorzystne zmiany chemizmu gleb objawiały się zamieraniem drzew na terenie kolonii.

Słowa kluczowe: gleba, właściwości chemiczne, degradacja, kormorany, kolonia lęgowa.

WSTĘP

Kilkadziesiąt lat temu w Europie, kormoran (*Phalacrocorax carbo*) był zagrożony wyginięciem. Obecnie obserwowany jest gwałtowny wzrost liczebności jego populacji. Kormorany są ważnym ogniwem biogeocykli, biorącym

udział w krążeniu materii między ekosystemami wodnymi i lądowymi [16, 17]. Stempniewicz i in. [27] podają, że biomasa ryb konsumowanych przez kormorany, w sąsiadującym z kolonią w Kątach Rybackich Zalewie Wiślanym, dochodziła pod koniec lat dziewięćdziesiątych do ponad 500 Mg w trakcie jednego sezonu. Duża część wynoszonych z wody pierwiastków biogennych jest deponowana w glebach łęgów wraz z odchodami, co prowadzi do zmian w ich chemizmie oraz zakłócenia równowagi biologicznej na obszarach zasiedlonych przez ptaki [14]. Wskutek tego środowisko glebowe ulega degradacji, która objawia się zamieraniem i zanikiem szaty roślinnej [15, 24, 28].

Celem niniejszej pracy było określenie charakteru i skali zmian zachodzących w glebach na terenie wieloletniej kolonii kormoranów w Kątach Rybackich.

### TEREN BADAŃ, MATERIAŁ I METODY

Kolonia kormoranów w Kątach Rybackich (54°21'N, 19°14'E) została objęta ochroną prawną w roku 1957 [25], a pierwsze wzmianki bibliograficzne na temat jej istnienia są starsze prawie o 100 lat [24]. W ostatnich latach XIX stulecia przestała ona istnieć po zastrzeleniu na gniazdach ostatnich 6 samic. Dokładna data powrotu kormoranów nie jest znana, ale prawdopodobnie miało to miejsce w latach czterdziestych XX w. [24]. Kolonia jest największą w Polsce pod względem liczby gnieźdzących się ptaków. W 2000 roku zajętych było około 8000 gniazd. Oprócz kormoranów, do łęgów w tym miejscu przystępują również czaple siwe (*Ardea cinerea*), które zajmowały 860 gniazd [7].

Kolonia mieści się w ponad 180-letnim borze sosnowym, porastającym wydmy Mierzei Wiślanej. Areał rezerwatu wynosił w momencie utworzenia 10,79 ha [25], lecz w chwili obecnej rozszerzył się znacznie. Przybysz [24] podaje, że powierzchnia trudnej do zalesienia halizny, która obejmuje pierwotny teren rezerwatu, liczy 24 ha, a starodrzew sosnowy został zniszczony w różnym stopniu na obszarze około 100 ha.

Próbki glebowe pobrano w lipcu 1995 roku w południowo-wschodniej części kolonii, z pedonu bezpośrednio pod gniazdami kormoranów oraz z pedonu kontrolnego. Pedon porównawczy znajdował się w części lasu sąsiadującej z rezerwatem, ale nie podlegającej oddziaływaniu ptaków. Z powodu różnej miąższości gleb (z kolonii i kontrolnej), za podstawową analizowaną jednostkę przyjęto poziom genetyczny, jako element podlegający podobnym przemianom w trakcie zachodzącego procesu glebotwórczego. Próbki pobierano z całej miąższości głównych poziomów genetycznych, z pominięciem przejściowych (około

15-20 kg gleby), a następnie uśredniano. W przypadku poziomów organicznych (ektopróchnica), analizie poddano tylko poziom Oh, ze względu na wysoki stopień humifikacji i duże zdolności sorpcyjne. Pominięto natomiast poziomy próchnicy nadkładowej zawierające słabo rozłożoną materię organiczną (Ol i Of).

Analizę właściwości gleb wykonano metodami zalecanymi przez Ostrowską i in. [21] oraz Mocka i in. [20]. Skład granulometryczny oznaczono metodą Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego, sumę zasad i kwasowość hydrolytyczną według Kappena, metaliczne kationy zasadowe po ekstrakcji 1 mol  $\text{NH}_4\text{Cl dm}^{-3}$  buforowanym przy pH 8,2 – Na, K, Ca metodą spektrometrii płomieniowej, natomiast Mg – AAS, węgiel organiczny metodą Tiurina, a w poziomach organicznych metodą termiczno-wagową (prażenie), azot ogólny metodą Kjeldahla (bez stopu Devarda), azot amonowy ( $\text{N-NH}_4$ ) i azotanowy ( $\text{N-NO}_3$ ) kolorymetrycznie po ekstrakcji 0,03 mol  $\text{CH}_3\text{COOH dm}^{-3}$ , odpowiednio – metodą Nesslera i z kwasem fenolodwusulfonowym.

**Tabela 1.** Systematyka, budowa profilów i grupy granulometryczne

**Table 1.** Soil classification, soil profiles and texture

Podtyp gleby	Pedon z kolonii		Pedon kontrolny		Grupa granulometryczna
	Poziom	Miąższość	Poziom	Miąższość	
Bielice właściwe	Olf	0-6 cm	Olf	0-4 cm	n.o. <sup>a</sup>
	Oh	6-10 cm	OhEes	4-10 cm	n.o.
	Ees	10-18 cm	Ees	10-30 cm	pl <sup>b</sup>
	Bhfe	18-49 cm	Bhfe	30-96 cm	pl
	BfeC	49-63 cm	BfeC	96-116 cm	pl
	C	> 63 cm	C	> 116 cm	pl

<sup>a</sup>n.o. – nie oznaczano, <sup>b</sup>pl – piasek luźny

## WYNIKI I DYSKUSJA

Badane gleby zaklasyfikowano do bielicy właściwych [9] wytworzonych z piasku luźnego. Układ poziomów genetycznych (także nie branych do analizy), ich miąższość i przynależność do grup granulometrycznych według PTGleb., zamieszczono w Tab. 1. Procentowy udział cząstek o średnicy 0,1 - 1,0 mm wahał się w poszczególnych próbkach w zakresie 97 - 99%, co jest typowe dla piasków

tworzących wydmy nadmorskie, które jako skała macierzysta są materiałem monofrakcyjnym [1].

Odczyn wszystkich próbek był bardzo kwaśny. W pedonie kontrolnym pH wzrastało wraz z głębokością gleby, natomiast na terenie kolonii kormoranów, stropowy poziom organiczny wykazywał wyższe pH, niż dwa kolejne leżące bezpośrednio pod nim (Tab. 2). Wskazuje to na jego alkalizację, co potwierdza zestawienie z poziomem kontrolnym. Różnica wartości pH wynosiła między nimi 0,9 jednostki. O wzbogaceniu gleb pod gniazdami w składniki zasadowe świadczy również wyższa zawartość kationów alkalicznych w kompleksie sorpcyjnym (S) oraz wyższe procentowe wysycenie powierzchniowych poziomów genetycznych jonami zasadowymi (V) w zestawieniu z analogicznymi kontrolnymi (Tab. 2).

**Tabela 2.** Odczyn i właściwości sorpcyjne gleb

**Table 2.** Reaction and properties of soil sorptive complex

Poziom	pH <sub>KCl</sub>	H S T			V (%)
		(cmol(+) kg <sup>-1</sup> )			
Pedon z kolonii					
Oh	3,6	64,3	19,5	83,8	23,3
Ees	3,4	4,4	5,0	9,4	53,4
Bhfe	3,5	4,4	2,8	7,2	38,4
C	4,0	2,3	3,3	5,6	58,6
Pedon kontrolny					
OhEes	2,7	34,6	6,2	40,8	15,3
Ees	3,3	4,3	3,5	7,8	44,6
Bhfe	4,0	4,3	3,0	7,3	40,9
C	4,5	1,8	5,5	7,3	75,9

Oznaczenia: H – kwasowość hydrolityczna, S – suma kationów zasadowych, T – całkowita pojemność kompleksu sorpcyjnego, V – procentowe wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi

Gleby z terenu kolonii wykazały wyraźne wzbogacenie w metaliczne kationy zasadowe, w zestawieniu z glebami obszaru kontrolnego (Tab. 3). Zawartość sodu i potasu wzrosła we wszystkich poziomach genetycznych (odpowiednio 1,1 - 33,5

i 2,7- 15,6 razy), wapnia do głębokości poziomu skały macierzystej (1,8 - 6,9 razy), a magnezu w dwóch wierzchnich poziomach (1,6-2,2 razy), w porównaniu z pedonem kontrolnym. Wysoka zawartość wymiennego sodu w całej miąższości gleby, świadczy o jego łatwym przemieszczaniu się w głąb, co potwierdzają badania Filipka i Badory [5]. Autorzy ci, obserwowali często wyższe zawartości sodu w głębszych warstwach gleb, niż w powierzchniowych.

**Tabela 3.** Kationy wymienne, węgiel organiczny i formy azotu

**Table 3.** Exchangeable cations, organic carbon and forms of nitrogen

Poziom	Formy wymienne				C <sub>org.</sub>	N <sub>tot.</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>
	Na	K	Ca	Mg				
	(mg kg <sup>-1</sup> )				(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )		
Pedon z kolonii								
Oh	430,6	679,6	1294,4	14,4	24,60	1,385	943,2	533,4
Ees	168,2	48,8	116,0	1,8	0,35	0,049	94,0	258,9
Bhfe	145,2	37,4	56,2	1,4	0,56	0,029	72,5	12,2
C	160,8	21,6	35,2	0,9	0,13	0,021	66,0	8,0
Pedon kontrolny								
OhEes	171,6	43,6	187,8	6,4	9,20	0,510	93,7	5,7
Ees	156,6	11,6	28,0	1,1	0,28	0,029	47,8	1,2
Bhfe	5,6	5,0	31,4	0,5	0,34	0,021	42,6	1,0
C	4,8	7,8	64,0	1,7	0,08	0,011	35,0	1,2

W przypadku wymiennego potasu najwyższą koncentrację obserwowano w wierzchnich poziomach gleb, a szczególnie w wykazującym wysoki stopień humifikacji poziomie Oh ektopróchnicy gleby na terenie kolonii. Ptasie odchody są zasobne w potas [4], który występuje w formach łatwo rozpuszczalnych [18]. Wzrost zawartości potasu w glebach, związany z bytowaniem ptaków, obserwowany jest powszechnie [6, 10, 11, 12].

Skały macierzyste gleb mierzei są ubogie w wapń i magnez, a odczyn silnie kwaśny sprzyja wymywaniu tych pierwiastków. Wyższa koncentracja Ca i Mg w poziomie stropowym gleby z obszaru kolonii, podobnie jak i pozostałych kationów wymiennych, wynikała z systematycznego zasilania miejsc pod gniazdami przez ptasie odchody. Wapń jest jednym z podstawowych pierwiastków wchodzących w skład tkanki szkieletowej ryb, która jest rozpuszczana przez sok żołądkowy kormoranów niemal całkowicie. Trudno jest natomiast określić wpływ

kormoranów na zawartość wymiennego magnezu. Jego koncentracja, poza wierzchnimi poziomami gleby z kolonii, jak i kontrolnej, kształtowała się na niskim poziomie.

O ile w przypadku większości kationów wymiennych daje się zauważyć wyraźną zależność między obecnością ptaków a wzbogaceniem w te pierwiastki gleb, to w odniesieniu do węgla organicznego, uzyskane wyniki nie wskazują jednoznacznie na jego akumulację. Największe różnice w ilości węgla wystąpiły między poziomami Oh badanych obiektów, jednak było to raczej rezultatem innych czynników (np. topografii terenu) niż obecności kormoranów. Zarówno w pedonie z terenu rezerwatu, jak i w porównawczym, rozkład zawartości  $C_{org.}$  w kolejnych poziomach genetycznych był odzwierciedleniem zachodzącego procesu bielicowania (Tab. 3). Poziomy eluwalne zawierały mniej węgla, niż poziomy znajdujące się powyżej nich i poniżej. Biorąc pod uwagę fakt, iż kormorany wynoszą z wody ilość biomasy sięgającą kilkuset Mg w okresie jednego sezonu lęgowego, bez wątplenia można przyjąć, że duża jej część, po przetrawieniu trafia do gleb na terenie gniazdowania, zasilając je w związki organiczne. Celowe wydaje się rozróżnienie udziału  $C_{org.}$  autochtonicznego, czyli wytworzonego w danym układzie ekologicznym oraz  $C_{org.}$  allochtonicznego [23], czyli dostarczonego spoza układu, w tym przypadku z ekskrementami kormoranów. Obszary sąsiadujące z rezerwatem funkcjonują głównie w oparciu o węgiel autochtoniczny, natomiast miejsca gniazdowania na bazie obydwu grup  $C_{org.}$ . Węgiel organiczny znajdujący się w odchodach kormoranów (allochtoniczny) wchodzi w skład związków, które nie wykazują w ogóle polimeryzacji, lub tylko w niewielkim stopniu, w porównaniu do węgla autochtonicznego zawartego w takich związkach wielkocząsteczkowych, jak celuloza czy lignina. Substancje ornitogeniczne po dostaniu się do gleby bardzo łatwo ulegają przemianom mikrobiologicznym i są szybko przekształcane w związki o prostej budowie [8, 26], które nie są substratem w powstawaniu humusu glebowego. Głównym kierunkiem ich transformacji jest mineralizacja, przy niemal zupełnym braku humifikacji. W przemianach węgla autochtonicznego zarówno humifikacja, jak i mineralizacja, są tak samo istotne.

Próbki z obszaru kolonii wykazały silne wzbogacenie w związki azotu, w porównaniu do próbek kontrolnych (Tab. 3). Nadmiar ornitogenicznego azotu jest jednym z głównych czynników powodujących degradację chemiczną gleb, w miejscach, gdzie kormorany przystępują do lęgów [13, 19]. Azot to podstawowy i niezbędny dla roślin makroelement, jednak staje się dla nich toksyczny po przekroczeniu tolerowanych stężeń. Przybysz [24], zamieranie roślinności na

skutek działania odchodów kormoranów określił nawet mianem „śmierci azotowej”.

Zawartość azotu ogólnego była wyraźnie wyższa w całym pedonie gleby z terenu rezerwatu niż w glebie kontrolnej, choć stwierdzone różnice, poza poziomami ektopróchnicy, nie były wysokie. Głównym, chociaż nie jedynym źródłem azotu zawartego w odchodach ptaków jest kwas moczowy. Wynikiem jego przemian w glebach jest amoniak, którego część nie pobrana przez rośliny podlega dalszym transformacjom, głównie jako początkowego substratu w procesie nityfikacji. Azot amonowy może ulegać także unieruchomieniu, tworząc zsubstancją organiczną dość trwałe kompleksy chinon-NH<sub>2</sub>. Reakcja ta jest bardzo ważna dla stabilizacji próchnicy glebowej [22].

Jony amonowe wykazują silne powinowactwo w stosunku do substancji humusowych, co znalazło odzwierciedlenie w skali ich sorpcji przez poziom Oh gleby z obszaru łągowiska (Tab. 3). Stężenie N-NH<sub>4</sub> było tam 10-krotnie wyższe niż w leżącym poniżej poziomie Ees, który podlega eluwialnemu wymywaniu, podczas gdy w punkcie kontrolnym różnica ta była niespełna dwukrotna. Obok metalicznych kationów wymiennych, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> był kolejnym jodem, który mógł wpływać na zaobserwowany wzrost pH powierzchniowej warstwy gleb kolonii. Potwierdzają to badania Dahm i in. [3].

Wśród badanych form azotu największe różnice w porównaniu z warunkami naturalnymi stwierdzono dla azotu azotanowego (N-NO<sub>3</sub>). Jego zawartość w poziomach powierzchniowych gleby z rezerwatu była 93,5 - 215,7 razy wyższa, natomiast w poziomach głębiej leżących 6,7 - 12,2 razy, w porównaniu do kontrolnych. Wysoka koncentracja azotanów świadczy o tym, że nityfikacja jest bardzo istotnym procesem zachodzącym w glebach na obszarze kolonii oraz wskazuje na dużą intensywność i wydajność tego procesu. Czepińska-Kamińska i in. [2] podają, iż azot amonowy dominuje ilościowo w glebach leśnych nad formą azotanową, a szczególnie w ektopróchnicy. We wszystkich próbkach porównawczych oraz w większości pozyskanych na terenie kolonii, zaobserwowano taką zależność, jednak w poziomie eluwialnym (Ees) na terenie rezerwatu, stwierdzono odmienną relację. Forma N-NO<sub>3</sub> wyraźnie przeważała nad N-NH<sub>4</sub>.

#### PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza wybranych właściwości chemicznych gleb z obszaru kolonii kormoranów w Kątach Rybackich wykazała wielokrotny wzrost koncentracji większości badanych pierwiastków; sodu, potasu oraz form azotu w całej

miąższości badanego pedonu, natomiast wapnia i magnezu w jego poziomach stropowych. Zaobserwowane zmiany wydają się być trwałe, choć zapewne w ciągu roku ich skala zmienia się.

Gdyby przyjąć przez analogię, że zasilanie gleb przez ptaki w pierwiastki biogenne jest działaniem niosącym ten sam skutek co nawożenie rolnicze, to zaistniały stan środowiska glebowego w obrębie kolonii można by określić silnym przenawożeniem. Sytuacja taka jest bardzo niekorzystna dla drzew, na których zakładane są gniazda, a także dla roślin podszytu i runa. Większość z nich zamiera w wyniku toksycznego działania wysokich stężeń zakumulowanych makroelementów.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Bednarek R., Prusinkiewicz Z.:** Geografia gleb. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1997.
2. **Czępińska-Kamińska D., Rutkowski A., Zakrzewski S.:** Sezonowe zmiany zawartości  $N-NH_4^+$  i  $N-NO_3^-$  w glebach leśnych. Roczn. Glebozn., 50, 4, 47-56, 1999.
3. **Dahm H., Strzelczyk E., Prusinkiewicz Z.:** Wpływ nawożenia lasu mocznikiem i chlorkiem potasu na rozwój bakterii o określonych właściwościach fizjologicznych w glebie i strefie korzeniowej sosny *Pinus sylvestris* L. Roczn. Glebozn., 37, 1, 139-152, 1986.
4. **Drees L.R., Manu A.:** Bird urate contamination of atmospheric dust traps. Catena, 27, 3-4, 287-294, 1996.
5. **Filipek T., Badora A.:** Jony rozpuszczalne w wodzie w glebach zanieczyszczonych środkami do zwalczania śliiskości pośniegowej. Roczn. Glebozn., 43, 3-4, 37-43, 1992.
6. **Gilmore A.R., Gertner G.Z., Rolfe G.L.:** Soil chemical changes associated with roosting birds. Soil Sci., 138, 2, 158-163, 1984.
7. **Goc M., Iliszko L., Brylski T., Chelkowska N., Filcek J.:** Daily, seasonal and interseasonal variation in foraging flights' timetable in the colony of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* at Kąty Rybackie (N Poland). Vogelwelt, (w druku).
8. **Hutchinson G.E.:** Survey of existing knowledge of biogeochemistry. The biogeochemistry of vertebrate excretion. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 96, 71-94, 1950.
9. **Kowalkowski A., Czępińska-Kamińska D., Krzyżanowski A., Okołowicz M., Chojnicki J.** (red.): Klasyfikacja gleb leśnych Polski. Centr. Inform. Lasów Państwowych, Warszawa, 2000.
10. **Licznar S.E., Drozd J., Licznar M.:** Oddziaływanie składowiska pomiotu kurzego na właściwości gleb terenów przyległych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 541-550, 1995.
11. **Ligeża S., Misztal M.:** Zmiany środowiska glebowego zachodzące pod wpływem zalegających pomiotów gęsi. Folia Univ. Agric. Stetinensis (200) Agricultura, 77, 207-212, 1999.



12. **Ligeża S., Misztal M.:** Zmiany właściwości gleb na obszarze noclegowiska gawronów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, 379-385, 1999.
13. **Ligeża S., Misztal M.:** Właściwości chemiczne gleb na terenie kolonii lęgowej kormoranów czarnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 467, 387-393, 1999.
14. **Ligeża S., Misztal M.:** Zbiorowiska ptaków jako czynnik modyfikujący środowisko przyrodnicze. W: Problemy ochrony i użytkowania obszarów wiejskich o dużych walorach przyrodniczych (Red. S. Radwan, Z. Lorkiewicz). Wyd. Uniw. Marii Curie-Skłodowskiej, 293-299, 2000.
15. **Ligeża S., Misztal M., Ciesielczuk P.:** Związki azotu, fosforu i potasu jako główny czynnik degradacji chemicznej gleb obszarów kolonii lęgowych kormoranów i czapli. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 472, 473-479, 2000.
16. **Ligeża S., Smal H.:** Birds as a link of nutrients circulation. In: Biogeochemical processes and cycling of elements in the environment (Eds J. Weber, E. Jamroz, J. Drozd, A. Karczewska). PTSH – Polish Society of Humic Substances, Wrocław, Poland, 355-356, 2001.
17. **Marion L., Clergeau P., Brient L., Bertru G.:** The importance of avian-contributed nitrogen (N) and phosphorus (P) to Lake Grand-Lieu, France. In: Aquatic birds in the trophic web of lakes (Ed J.J. Kerekes). Hydrobiologia, 279-280, 133-147, 1994.
18. **Mazur T., Kwiatkowska E.:** Formy związków azotowych, fosforowych i potasowych w pomoci kurzym. Roczn. Glebozn., 37, 3, 113-120, 1986.
19. **Mackowicz R., Sokołowski J.:** Rezerwat kormoranów nad Brdą w powiecie człuchowskim. Ochr. Przyr., 21, 115-159, 1953.
20. **Mocek A., Drzymala S., Maszner P.:** Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. Akademii Rolniczej, Poznań, 1997.
21. **Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z.:** Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Inst. Ochr. Środ., Warszawa, 1991.
22. **Paul E.A., Clark F.E.:** Mikrobiologia i biochemia gleb. Wyd. Uniw. Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 2000.
23. **Prusinkiewicz Z.:** Leksykon ekologiczno-gleboznawczy. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1994.
24. **Przybysz J.:** Kormoran. Monografia przyrodnicza. Wyd. Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin, 1997.
25. **Radziejowski J. (red.):** Obszary chronione w Polsce. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, 1996.
26. **Speir T.W., Cowling J.C.:** Ornithogenic soils of the Cape Bird Adelie Penguin rookeries. Antarctica. 1. Chemical Properties. Polar Biol., 2, 199-205, 1984.
27. **Stempniewicz L., Goc M., Nitecki C.:** O potrzebie badań ekologicznych nad kormoranem *Phalacrocorax carbo* w Polsce. Not. Orn., 39, 1, 33-45, 1998.
28. **Wójcik R.:** Zagospodarowanie lasu w miejscu kolonii lęgowej kormoranów. Las Polski, 3, 18-19, 1995.

CHANGES IN SELECTED PROPERTIES OF SOIL ENVIRONMENT ON THE  
AREA OF BLACK CORMORANT (*Phalacrocorax carbo*) COLONY IN KĄTY  
RYBACKIE, POLAND

*S. Ligęza*<sup>1</sup>, *H. Smal*<sup>1</sup>, *M. Misztal*<sup>2</sup>, *P. Ciesielczuk*<sup>3</sup>, *G. Piliszczyk*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Environment Management, Agricultural University  
Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: slawekl@consus.ar.lublin.pl

<sup>2</sup>Department of Hydrobiology and Ichthyobiology, Agricultural University  
Akademicka 19, 20-033 Lublin

<sup>3</sup>EKOGEO – Study of Geology and Environmental Protection  
Leszczyńskiego 5/19, 20-069 Lublin

Summary. The paper includes characteristic of selected properties of soils from the area of multiannual colony of black cormorant (*Phalacrocorax carbo*) in Kąty Rybackie (N Poland). The colony is the biggest in Poland with regard to the number of breeding birds. The deposition of bird excrements disturbs a chemical equilibrium of soils and biocenosis. Soil samples from colony area showed many times higher content of all investigated chemical elements in comparison to control samples and nitrogen compounds especially. Soil nitrogen forms were the main factor causing the degradation of soils.

Key words: soil, chemical properties, degradation, cormorants, colony.