

Agnieszka BARAN¹, Czesława JASIEWICZ¹ i Marek TARNAWSKI²

WPLYW OSADÓW DENNYCH POBRANYCH ZE ZBIORNIKA BESKO NA PLON I ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W BIOMASIE KUKURYDZY

EFFECT OF BOTTOM SEDIMENTS FROM THE BESKO RESERVOIR ON YIELD AND CONTENT OF MACROELEMENTS IN MAIZE BIOMASS

Abstrakt: Celem doświadczenia wazonowego była ocena wpływu osadu dennego stosowanego jako dodatek do gleby lekkiej na plon i zawartość makroelementów w biomacie kukurydzy. Osad pochodził z dna zbiornika Besko, zlokalizowanego na rzece Wisłok w woj. podkarpackim. Osady denne dodano do gleby lekkiej w ilości 5, 10, 30 i 50%. Osad denny dodany do gleby lekkiej miał pozytywny wpływ na plon kukurydzy i zawartość makroelementów w kukurydzy, ale tylko w najmniejszej dawce, tj. 5%. Większe dawki osadu powodowały depresje plonowania kukurydzy.

Słowa kluczowe: osad denny, zbiornik Besko, gleba lekka, plon, kukurydza, makroelementy

Wprowadzenie

Osady denne są wydobywane w niektórych krajach (Niemcy, Holandia, Belgia, Wielka Brytania, USA) z dna rzek, zbiorników retencyjnych, kanałów, portów oraz stawów w celu utrzymania ich żeglowności, zwiększenia pojemności retencyjnej oraz poprawy walorów rekreacyjnych i estetycznych [1]. Ponieważ zjawisko zamulania i wypływania zbiorników wodnych jest nieuchronne, racjonalna wydaje się próba wykorzystania tych partii osadów, które nie zawierają szkodliwych ilości metali ciężkich, a zawartość makroelementów może wpłynąć na jakość roślin uprawianych na glebie z dodatkiem osadu dennego. Jeżeli wydobyty materiał z dna zamulonego zbiornika wodnego nie stanowi zagrożenia dla środowiska, to przyrodniczo uzasadnioną metodą zagospodarowania takiego osadu jest wykorzystanie go jako materiału strukturo- i glebotwórczego na grunty bezglebowe i nieużytki [2, 3]. Osady denne, w szczególności te, które charakteryzują się odczynem obojętnym lub zasadowym oraz dużą zawartością frakcji pylastych i ilowych, mogą być wykorzystywane do zwiększenia produktywności gleb lekkich i kwaśnych [4]. Badania nad możliwością przyrodniczego, w tym rolniczego ich wykorzystania prowadzili liczni badacze [5-12]. Celem przedstawianych badań była ocena wpływu dodatku osadu dennego do gleby lekkiej na plonowanie i zawartość makroelementów w kukurydzy.

Materiał i metodyka

Dwuletnie doświadczenie wazonowe prowadzono na glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego i odczynie lekko kwaśnym (tab. 1).

¹ Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, email: abaran2@ur.krakow.pl

² Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. A. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, email: rmtarnaw@cyf-kr.edu.pl

Zbiornik składa się z dwóch części: zasadniczej na rzece Wisłok o objętości ok. 11 mln m³ i z bocznej powstałej na bocznym dopływie potoku Czernisławce o objętości ok. 3 mln m³. Korytowa czasza zbiornika silnie wcięta jest w skalisty przełom rzeki, szczególnie w bocznej odnodze. Wykonane w latach 2006-2007 pomiary wykazały nieznaczną utratę pojemności [13, 14]. W bocznej odnodze w ciągu 28-letniej eksploatacji potok zdeponował ok. 330 tys. m³ osadu. Główną część zbiornika stanowi szerzej wykształcona dolina Wisłoka. Ze względu na spadek prędkości przepływu i intensyfikację sedymentacji szczególnie narażone na zamulanie są dwie szerokie strefy zbiornika. Zmiany (obniżanie) poziomu piętrzenia przyczyniają się do powstawania łach, wysp utrwalanych sukcesją roślin łądowych. Średnie roczne zamulenie zbiornika Besko wyrażone w jednostkach objętości nie przekracza jednak 0,01 hm³ · rok⁻¹.



Rys. 1. Lokalizacja zbiornika Besko i strefy pobrania próbek osadów dennych

Fig 1. Besko water reservoir and cross-sections of collected bottom sediments

Osad zakwalifikowano do grupy utworów iłowych o odczynie zasadowym, niskiej zawartości przyswajalnego fosforu i potasu (tab. 1). Zawartość metali ciężkich w badanym osadzie dennym przedstawiono w tabeli 2. Ocenę jakości osadu dennego określono na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzaju oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony [15], a sposób jego zagospodarowania ustalono na podstawie kryterium IUNG [16]. Zgodnie z ww. rozporządzeniem, stężenie metali ciężkich w badanym osadzie nie przekraczało dopuszczalnych ich zawartości dla urobku [15]. W ocenie IUNG, wyróżniającej 6-stopniową klasyfikację gleby pod względem zawartości metali ciężkich, przy uwzględnieniu odczynu i składu granulometrycznego, badany osad wykazywał naturalną zawartość Cu, Pb i Cd oraz podwyższoną Zn, Cr i Ni (tab. 2).

Wybrane właściwości gleby i osadu dennego

Tabela 1

Selected properties of soil and bottom sediment

Table 1

Komponent Component	% Udział frakcji o Ø [mm] % Share of Ø [mm] fraction			pH	C org.	N ogólny N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1-0.1	0.1-0.02	< 0.02	KCl	[g · kg ⁻¹ s.m.]/ [g · kg ⁻¹ d.m.]		[mg · kg ⁻¹ s.m.]/ [mg · kg ⁻¹ d.m.]	
Gleba/Soil	78	13	9	5,9	16,0	0,4	78,7	165,9
Osad denny Bottom sediment	5	11	84	7,2	18,2	1,4	8,8	106,7

Zawartość metali ciężkich osadzie dennym

Tabela 2

Heavy metal content in bottom sediment

Table 2

Osad denny Bottom sediment	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	[g · kg ⁻¹ s.m.]/[g · kg ⁻¹ d.m.]					
	116,2	30,6	49,7	55,2	0,8	41,6
IUNG	I	0	I	I	0	0
Norma [15]	<1000	<150	<75	<200	<7,5	<200

Osady denne dodano do gleby w 1 roku prowadzenia badań w ilości 5, 10, 30 i 50% osadu powietrznie suchego w stosunku do suchej masy gleby. We wszystkich obiektach zastosowano jednakowe nawożenie NPK w dawce wynoszącej odpowiednio: 1 g N, 0,4 g P i 1,1 g K na wazon (6 kg s.m. gleby). Sole mineralne w formie NH₄NO₃; KH₂PO₄ i KCl dodano jednorazowo przed siewem rośliny testowej. Rośliną testową była kukurydza (*Zea mays*) odmiany „Bora”. Zbioru rośliny testowej dokonano po 70 dniach vegetacji. Po zbiorze materiał roślinny wysuszono w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza w temp. 65°C, określając wielkość plonu suchej masy (części nadziemne i korzenie). Następnie materiał roślinny rozdrobniono w młynku laboratoryjnym i poddano analizie chemicznej. Zawartość makroelementów w materiale roślinnym oznaczono po suchej mineralizacji i roztworzeniu popiołu w HNO₃ (1:3). W uzyskanych ekstraktach stężenie potasu, magnezu, wapnia oznaczono metodą ASA, natomiast fosfor metodą ICP-EAS. Zawartość azotu oznaczono metodą destylacyjną Kjeldahla. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z uwzględnieniem jednoczynnikowej analizy wariancji, wykorzystując program Statistica 9.0.

Wyniki

W badaniach wykazano istotny wpływ dodatku osadu dennego do gleby na plon kukurydzy (tab. 3). Istotnie największy plon części nadziemnych oraz korzeni kukurydzy wykazano w obiekcie z 5% dodatkiem osadu dennego. Stwierdzono, że ze wzrostem dawki osadu dennego do gleby (powyżej 5%) zmniejszała się ilość uzyskanej biomasy kukurydzy. Znaczne zmniejszenie plonowania rośliny testowej zaobserwowano na obiektach z dawką osadu wynoszącą 30 i 50%. Można to tłumaczyć tym, iż wprowadzenie tak dużych ilości osadu dennego o składzie granulometrycznym iłu do gleby lekko niekorzystnie wpłynęło

na zmianę warunków powietrznych w powstałym podłożu, tj. nastąpiło zbytnie zagęszczenie i zbiecie gleby, o czym świadczy bardzo niski plon korzeni w tych obiektach.

Tabela 3

Plon suchej masy kukurydzy

Table 3

Yield of maize dry mass

Obiekt Treatment		Części nadziemne Shoots	Korzenie Roots	Plon sumaryczny Whole plant
Gleba Soil	Osad Sediment	[g · wazon ⁻¹] [g · pot ⁻¹]		
100%	0	84,1	17,4	101,5
95%	5%	92,0	18,2	110,2
90%	10%	77,5	12,5	90,0
70%	30%	58,6	7,9	66,5
50%	50%	59,0	8,2	67,2
<i>NIR</i> _{0,05} <i>LSD</i> _{0,05}		8,9	3,3	9,4

W prezentowanym doświadczeniu oceniono również wpływ dodatku osadu do gleby na zawartość makroelementów w kukurydzy (tab. 4 i 5). Zastosowane dodatki osadu do gleby lekko wpłynęły istotnie na zwiększenie zawartości azotu, potasu i wapnia oraz zmniejszenie zawartości fosforu w nadziemnej biomase kukurydzy (tab. 4). Największą zawartość azotu, potasu w częściach nadziemnych wykazano w obiekcie z 30% dodatkiem osadu, a wapnia w obiekcie z 50% dodatkiem osadu (tab. 4). Zastosowane dodatki osadu dennego do gleby lekko powodowały zwiększenie zawartości azotu, potasu, wapnia, magnezu, sodu w korzeniach kukurydzy w porównaniu do obiektu kontrolnego. Przy czym tylko zwiększenie zawartości potasu i wapnia było statystycznie istotne (tab. 5). Podobnie jak dla części nadziemnych, dodatek osadu zmniejszył zawartość fosforu w korzeniach. Oceniając rozmieszczenie badanych pierwiastków w poszczególnych częściach kukurydzy, wykazano na wszystkich obiektach doświadczalnych większą zawartość azotu, potasu i fosforu w biomase nadziemnej w porównaniu do korzeni, odwrotną zależność zaobserwowano dla zawartości wapnia, sodu i magnezu.

Tabela 4

Zawartość makroelementów w kukurydzy - części nadziemne

Table 4

Macroelement content in maize - shoots

Obiekt/Treatment		N	K	Ca	Mg	P	Na
Gleba/Soil	Osad/Sediment	[g · kg ⁻¹ s.m.]/ [g · kg ⁻¹ d.m.]					
100%	0	8,7	15,0	2,0	1,9	2,0	0,03
95%	5%	11,6	16,5	3,1	2,3	1,4	0,03
90%	10%	11,5	16,5	3,3	2,1	1,4	0,02
70%	30%	14,5	21,6	3,9	2,2	1,5	0,03
50%	50%	12,0	19,4	4,0	1,9	1,7	0,03
<i>NIR</i> _{0,05} <i>LSD</i> _{0,05}		2,2	2,7	0,6	<i>n.i.</i>	0,2	<i>n.i.</i>

n.i. - statystycznie nieistotne, statistically insignificant

Zawartość makroelementów w kukurydzy - korzenie

Tabela 5

Table 5

Macroelement content in maize - roots

Obiekt/Treatment		N	K	Ca	Mg	P	Na
Gleba/Soil	Osad/Sediment	[g · kg ⁻¹ s.m.]/[g · kg ⁻¹ d.m.]					
100%	0	8,2	3,4	3,9	2,6	1,4	0,2
95%	5%	9,9	4,0	11,0	3,5	1,0	0,3
90%	10%	9,2	3,8	10,1	3,2	1,2	0,3
70%	30%	10,0	4,7	11,0	3,1	1,2	0,4
50%	50%	10,8	5,1	10,6	3,3	1,2	0,4
<i>NIR</i> _{0,05} / <i>LSD</i> _{0,05}		<i>n.i.</i>	<i>1,1</i>	<i>4,0</i>	<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>	<i>n.i.</i>

n.i. - statystycznie nieistotne, statistically insignificant

W prezentowanych badaniach stwierdzono dodatni wpływ osadu dennego na produkcję biomasy, a największy plon kukurydzy uzyskano w obiekcie z najniższą dawką osadu dennego wynoszącą 5%. Większe dawki osadu dennego wpłynęły na depresję plonowania, wywołaną niekorzystnymi warunkami powietrznymi w powstałym podłożu. Podobne wyniki uzyskano w badaniach nad przyrodniczym wykorzystaniem bagrowanego osadu dennego ze zbiornika Rożnowskiego (woj. małopolskie) [17]. Autor stwierdził, że dodatek osadu do gleby bardzo kwaśnej wpływał korzystnie na ilość wytwarzanej biomasy roślin. W cytowanych badaniach największe dawki osadu, rzędu 14-16%, spowodowały wyraźne zmniejszenie plonowania roślin [17]. Foneseca i in. [7, 8] wykazali dodatni wpływ podłoża sporządzonych z gleby i osadów dennych pochodzących ze zbiorników Maranhão i Monte Novo (Portugalia), badając ich wpływ na wzrost i rozwój tulipanów oraz papryki. Badania innych autorów dotyczyły również wpływu dodatku osadu do gleby na skład chemiczny roślin [10, 12]. W prezentowanych badaniach stwierdzono, że wzrastający udział dodatku osadu dennego do gleby lekkiej wpłynął na zwiększenie zawartości potasu, wapnia, azotu oraz magnezu w biomacie kukurydzy oraz zmniejszenie zawartość fosforu. Rahman i in. [10] wykazali, że osady denne pochodzące ze stawów rybnych mogą być potencjalnym źródłem azotu, fosforu i potasu dla roślin paszowych. Autor dowiódł, że osad pochodzący ze stawów rybnych dostarczał około 62% N, 67% przyswajalnego P i 64% przyswajalnego K dla roślin.

Wnioski

1. Osad denny dodany do gleby lekkiej miał pozytywny wpływ na plon biomasy kukurydzy i zawartość makroelementów, ale tylko w najmniejszej dawce, tj. 5%. Większe dawki osadu powodowały depresję plonowania kukurydzy.
2. Badany osad denny ze względu na duży udział w jego składzie części ilastych, zasadowy odczyn może być stosowany jako dodatek do gleb lekkich i kwaśnych w celu poprawy ich właściwości, jednak w niewielkich dawkach do 5%. Większe dawki osadu mogą być stosowane w rekultywacji jako materiał strukturo- i glebotwórczy na grunty bezglebowe.

Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2009-2012. Grant badawczy nr N N305 295037- G1735/KIWiG/09-12 - „Ocena możliwości rolniczego wykorzystania zbiornikowych osadów dennych”.

Literatura

- [1] Popenda A, Malina G, Siedlicka E. *Ochr Środow i Zasob Natural*. 2007;32:246-252.
- [2] Kostecki M. *Zabrze: Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN*; 2003.
- [3] Pelczar J, Loska K, Maleniu E. *Arch Ochr Środow*. 1998;23(3):93-101.
- [4] Baran A, Jasiewicz C, Tarnawski M. *Ecol Chem Eng*. 2010;17(12):1553-1561
- [5] Niedźwiecki E, Van Chinh T. *Polish J Soil Sci*. 1991;24(2):153-159.
- [6] Niedźwiecki E, Van Chinh T, Bogda A, Chodak T. *Zesz Probl Post Nauk Rol*. 1995;418: 823-827.
- [7] Fonseca RM, Barriga F, Fyfe WS. In: Frago MAC, Van Beusichen ML, editors. *Optimization and Plant Nutrition, Plan and Soil*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, Special Volume. 1993; 665-671.
- [8] Fonseca RM, Barriga F, Fyfe WS. *Episodes*. 1998;21(4):218-224.
- [9] Fonseca RM, Barriga F, Fyfe WS. *Proceeding: Int Symposium of the Kanazawa University 21 st-Century COE Program*. 2003;1:55-62.
- [10] Rahman M, Yakupitiyage A, Ranamukhaarachchi SL. *Thammasat Int J Sci Technol*. 2004;9(4):1-10.
- [11] Wiśniowska-Kielian B, Niemiec M. *Ecol Chem Eng*. 2007;14(5-6):581-589.
- [12] Jasiewicz Cz, Baran A, Tarnawski M. *J Elementology*. 2010;15(2):281-291.
- [13] Madeyski M, Tarnawski M. *Infrastruk i Ekol Terenów Wiejskich*. 2007a;4(1):111-119.
- [14] Madeyski M, Tarnawski M. *Proceeding: Intl Conf Erosion and torrent control as a factor in sustainable river basin management*. Belgrade - Serbia: 2007; Full text on CD.
- [15] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 w sprawie rodzaju oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. *DzU 2002, nr 55, poz. 498*.
- [16] Kabata-Pendias A, Piotrowska M, Motowicka-Terelak T, Maliszewska-Kordybach T, Filipiak K., Krakowiak A, et al. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb - metale ciężkie, siarka i WWA*. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa: Bibliot Monit Środ. 1995.
- [17] Niemiec M. *Praca doktorska*. AR w Krakowie; 2006; 198 s.

EFFECT OF BOTTOM SEDIMENTS FROM THE BESKO RESERVOIR ON YIELD AND CONTENT OF MACROELEMENTS IN MAIZE BIOMASS

¹ Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Agriculture in Krakow

² Department of Water Engineering and Geotechnics, University of Agriculture in Krakow

Abstract: The pot experiment aimed at an assessment of the effect of bottom sediment, used as a supplement to the light soil, on the yield and contents of macroelements in maize biomass. The bottom deposit originated from a Besko dam reservoir (Poland, Podkarpacie Region). The bottom sediments were added to light soil in the amount of 5, 10, 30 and 50%. Bottom sediment added to the sandy soil had a positive effect on yield of maize and content of macroelements but only at the lowest dose - 5%. Higher doses caused depression sediment yield of maize.

Keywords: bottom sediment, Besko reservoir, light soil, yield, maize, macroelements