

POLSKA AKADEMIA NAUK
WYDZIAŁ NAUK ROLNICZYCH, LEŚNYCH
I WETERYNARYJNYCH

ZESZYTY PROBLEMOWE
POSTĘPÓW
NAUK ROLNICZYCH

ZESZYT 477

KSZTAŁTOWANIE ŚRODOWISKA
MELIORACJE I REKULTYWACJE
ORAZ ZAGOSPODAROWANIE
ODPADÓW

WARSZAWA 2001

WYKORZYSTANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH W REKULTYWACJI SKŁADOWISK POPIOŁOWYCH

Mirosława Gilewska¹, Czesław Przybyła²

¹ Katedra Rekultywacji, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

² Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Koncepcja biologicznej rekultywacji przemysłowych nieżytków opracowana przez Bendera, jest uniwersalna. Trafność jej założeń została potwierdzona w warunkach skrajnych; gruntów toksycznych i gruntów składowisk popiołowych [BENDER 1995; GREINERT 1995; GILEWSKA 1998; BENDER, GILEWSKA 2000]. Zrekultywowane według tej koncepcji składowiska popiołów elektrowni Pątnów, Adamów, Konin stały się oazą zieleni i ostoją dla zwierząt [GILEWSKA 2000].

W naprawie chemizmu przemysłowych nieżytków, w tym skały popiołowej, mogą być wykorzystane osady ściekowe. Są one zasobne: w koloidy organiczne, azot i fosfor – składniki, których w skale popiołowej brakuje [GILEWSKA 1999]. Stwarza to możliwość realizacji dwóch ważnych celów gospodarczych jednocześnie – utylizacji osadów ściekowych i rekultywację gruntów składowisk popiołowych.

Możliwość wykorzystania osadów ściekowych w rekultywacji (zadarnianiu) składowisk popiołowych została dostrzeżona przez SIUTĘ [1997, 1999] i GŁĄŻEWSKIEGO [1997]. Zadarnienie likwiduje bowiem uciążliwe i szkodliwe dla środowiska pylenie.

Celem niniejszej pracy jest poznanie wpływu osadów ściekowych na właściwości fizyczne i chemiczne skały popiołowej oraz możliwość ich wykorzystania w leśnej rekultywacji składowisk popiołowych.

Materiał i metody badań

Badania prowadzono na składowisku mokrego odpopielenia elektrowni Adamów wytwarzającej energię elektryczną z węgla brunatnego. Popiół w formie pulpy zrzucany jest od 1975 roku do wyrobiska poeksploatacyjnego węgla brunatnego. Obszar wyrobiska zajmuje około 189 ha i około 118 ha pokrytych jest wodą nadosadową. Pozostała część wyrobiska – około 71 ha, została już zalądowana. Miąższość składowanych popiołów wynosi od 45 do 49 m. Deponowane w osadniku popioły należą do popiołów krzemianowo-wapniowych. W wyniku transportu hydraulicznego następuje rozfrakcjonowanie cząstek popiołowych. W najbliższym sąsiedztwie zrzutni nagromadzają się frakcje o składzie granulometrycznym

piasków i żwirów. W dalszej odległości od zrzutni gromadzą się frakcje drobniejsze. Odznaczają się one niską zawartością krzemionki a większą zawartością związków wapnia i siarki (CaO , SO_3). W składowisku, w procesie ługowania, zachodzą dalsze zmiany. Wymywane zostają wodorotlenki, siarczany i chlorki. Te procesy powodują duże zróżnicowanie właściwości fizycznych i chemicznych skały popiołowej deponowanej na składowisku.

Na wybranej, załadowanej części składowiska założone zostało trójwariantowe, w trzech powtórzeniach, doświadczenie:

- A – bez osadów,
- B – 25 cm warstwa osadów ściekowych,
- C – 50 cm warstwa osadów ściekowych.

Powierzchnia każdego z 9 poletek doświadczalnych wynosiła 976 m^2 ($16 \text{ m} \times 61 \text{ m}$).

Osady, wykorzystane w badaniach, pochodziły z oczyszczalni mechaniczno-biologicznych i pobrane zostały z poletek osadowych i przyzmy kompostowej. Ich właściwości fizyczne, chemiczne i sanitarne oznaczone zostały w oparciu o obowiązujące polskie normy dotyczące badań osadów ściekowych.

Na całej powierzchni doświadczalnej przeprowadzone zostały prace, polegające na rozkruszeniu spistej skały popiołowej na głębokość około 60 cm i wymieszanie jej z osadami. Prace te wykonane zostały zrywakiem drogowym. Do pracy użyto ciągnika o mocy 300 KM . Rozkruszenie, a także wymieszanie skały popiołowej z osadami było częściowe. Wyrównanie powierzchni oraz dalsze rozkruszenie i wymieszanie skały popiołowej z osadami przeprowadzono broną talerzową.

Po upływie 30 dni, od zastosowania osadów ściekowych, na każdym z poletek wykonano odkrywki glebowe oraz opisano ich profile. Z poziomów $0\text{--}25$, $25\text{--}50$ i $50\text{--}100 \text{ cm}$ pobrano próby o naruszonej i nienaruszonej strukturze, w których metodami konwencjonalnymi oznaczono podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne.

Jesienią 1999 roku na całej powierzchni doświadczalnej wysadzone zostały sadzonki wybranych gatunków drzew i krzewów w rozstawie $2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$.

Wyniki i dyskusja

Skała popiołowa z której zbudowane jest składowisko wykazuje twardą i scementowaną konsystencję. Charakterystyczną jej cechą jest warstwowany układ i obecność resztek niespalonego węgla. Miąższość poszczególnych warstewek jest zróżnicowana i wynosi od kilku milimetrów do 1 cm . Rozkruszona ma strukturę blaszkową i wykazuje tendencję do szybkiego zgruzłania i twardnienia. Te właściwości są związane z obecnością w popiołach czynnej chemicznie bezpostaciowej krzemionki posiadającej zdolność wiązania wapnia. Układ CaO-SiO_2 w procesie hydratacji wiąże dużą ilość cząsteczek wody. Proces ten ogranicza ilość wody dostępnej dla roślin.

Gęstość właściwa skały popiołowej, kształtuje się w granicach; $2,20\text{--}2,49 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, gęstość objętościowa $1,03\text{--}1,13 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. 2). Są to wartości niższe w porównaniu z glebami mineralnymi. W skale popiołowej, podobnie jak w glebach mineralnych dominującą fazę stanowi kwarc – SiO_2 . Jego ilość w popiołach jest jednak mniejsza ($40\text{--}70\%$). Jest ponadto bardzo zróżnicowana [MATUSIEWICZ, JANKOWIAK 1983].

Tabela 1; Table 1

Właściwości osadów ściekowych
The properties of sewage sludge

Parametr Parameter	Zawartość Content (% osadu s.m. % sludge DM)	Pierwiastki śladowe Trace elements	Zawartość Content (mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)
Wilgotność; Moisture content	49,60–79,00	Cu	42,25–70,95
Sucha masa; Dry matter	21,00–50,43	Cr	5,95–13,35
Substancja mineralna; Mineral matter	46,62–76,39	Zn	704,00–1431,50
Substancja organiczna; Organic matter	23,61–53,38	Ni	7,40–11,70
Azot; Nitrogen	0,10–5,24	Pb	36,80–79,90
Fosfor (P ₂ O ₅); Phosphorus	1,06–4,04	Hg	0,12–0,14
Odczyn pH; Reaction	6,8–7,7	Mn	239,00–559,50
Miano coli; Coli test	2,04·10 ⁻⁴	Cd	1,61–3,34

Analizowana skała popiołowa cechuje się porowatością ogólną w granicach 49–58%. Przeważają jednak pory małe utrudniające ruch i wymianę powietrza. Jej odczyn jest zasadowy; pH w 1 mol KCl·dm⁻³ przekracza 10. Jest to, w świetle tych danych, środowisko toksyczne dla roślin.

Znajdujący się w popiołach węglan wapnia (tab. 3) jest produktem reakcji obecnej w popiołach wodorotlenku wapnia z bezwodnikiem kwasu węglowego. Przyczynia się również do ztwardnienia popiołów.

Do dalszych znaczących wad skały popiołowej należy zaliczyć niską zawartość azotu (tab. 3). Ponadto jest to azot niedostępny dla roślin, zawarty w resztkach niespalonego węgla. Brak jest również w popiołach przyswajalnych form fosforu. Jest to jednak substrat o niskim przewodnictwie elektrycznym. Taka skała glebotwórcza nie ma swego odpowiednika w przyrodzie.

Wykorzystane w badaniach osady należą do osadów mazisto-ziemistych. Ich właściwości są bardzo zróżnicowane. Zawartość pierwiastków śladowych, jak wskazują dane zamieszczone w tabeli 1, jest poniżej normy (Dz. U. Nr 72/99 poz. 813).

Wprowadzenie osadów ściekowych na powierzchnię składowiska i ich częściowe wymieszanie ze skałą popiołową spowodowało naprawę jej właściwości. Obniżeniu uległ odczyn (tab. 3). Wzrosła znacznie zasobność w dwa podstawowe biogeny – azot i fosfor. Azot w osadach, jak podaje MAZUR [1996], zawarty jest przede wszystkim, w substancji organicznej. Fosfor występuje natomiast w formie organicznej i mineralnej. Są one wykorzystane, według tego Autora, w pierwszym roku w około 20%. W następnych 2–3 latach wykorzystywane jest dalsze 25% azotu. Ta informacja wskazuje na konieczność stosowania w następnych latach rekultywacji nawożenia mineralnego.

Właściwości fizyczne nie uległy tak radykalnej zmianie. Wzrosła nieznacznie porowatość niekapilarna. Z badań OW CZARZAKA i in. [1993] wynika, że osady wywierają znikomy wpływ na gęstość objętościową i porowatość gleb. Korzystnie wpływają natomiast na parametry strukturotwórcze.

Wkraczająca samorzutnie, na poletka pokryte osadem ściekowym, roślinność zielna jest ewidentnym dowodem naprawy właściwości chemicznych skały popiołowej. Są to przede wszystkim chwasty z rodziny komosowatych i krzyżowych, trawy głównie perz. Duży udział w sukcesji spontanicznej ma pomidor.

Tabela 2; Table 2

Wybrane właściwości fizyczne analizowanych prób; Selected physical properties of investigated samples

Nr poletka No. plot	Kombinacja; Combination	Poziom Depth (cm)	Gęstość; Density (Mg·m ⁻³)		Porowatość; Porosity (%)			Wilgotność aktualna Current moisture content
			właściwa specific	objętościowa bulk	ogólna total	kapilarna capillary	niekapilarna non-capillary	
1	Popiół; Dump ash	0-25	2,49	1,03	57,70	55,75	1,95	34,22
		25-50	2,20	1,13	48,94	47,58	1,36	30,44
		50-100	2,30	1,09	52,43	48,44	3,99	43,25
4	Popiół 25 cm osadów ściekowych Dump ash + 25 cm sewage sludge	0-25	2,89	1,38	52,32	48,60	3,72	20,28
		25-50	2,58	1,11	56,75	52,62	4,13	17,07
		50-100	2,73	1,16	56,65	52,89	3,76	33,03
7	Popiół + 50 cm osadów ściekowych Dump ash + 50 cm sewage sludge	0-25	2,62	1,58	41,23	37,46	3,77	8,09
		25-50	2,72	1,68	38,41	35,83	2,58	7,09
		50-100	2,97	1,23	58,05	53,15	4,90	37,24

Tabela 3; Table 3

Wybrane właściwości chemiczne analizowanych prób; Selected chemical properties of investigated samples

Nr poletka No. plot	Kombinacja; Combination	Głębokość Depth (cm)	pH		CaCO ₃	N ogółem g·kg ⁻¹	Według Egnera Riehma According to Egnera Riehma (mg·kg ⁻¹)		Przewodność elektryczna Electrical conductivity (mS·cm ⁻¹ 20°C)
			H ₂ O	1 mol KCl·dm ⁻³			P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Popiół; Dump ash	0-25	10,50	10,28	84,2	0,196	12,20	163,0	1,12
		25-50	10,50	10,28	89,2	0,201	12,30	172,0	1,28
		50-100	12,46	12,36	89,5	0,221	12,20	197,0	1,17
4	Popiół + 25 cm osadów ściekowych Dump ash + 25 cm sewage sludge	0-25	7,96	7,35	40,7	1,951	68,20	182,0	7,42
		25-50	9,56	9,25	67,0	0,220	47,00	77,0	5,78
		50-100	10,74	10,65	67,8	0,120	30,80	110,0	2,41
7	Popiół + 50 cm osadów ściekowych Dump ash + 50 cm sewage sludge	0-25	7,50	6,80	14,3	1,345	73,20	74,80	4,34
		25-50	8,07	7,50	17,8	0,566	44,50	55,00	0,40
		50-100	9,87	9,60	78,5	0,173	33,20	95,00	0,67

Roślinność zielna stanowi duże zagrożenie dla wprowadzonych na powierzchnię badawczą młodych sadzonek drzew i krzewów. Jest ona dla nich groźną konkurentką w walce o wodę, światło a także składniki pokarmowe. Konieczne jest ograniczenie wzrostu i rozwoju tej roślinności w pierwszych kilku latach rekultywacji.

Wnioski

1. Popioły elektrowniane nie mają swego odpowiednika w przyrodzie. Ich właściwości fizyczne i chemiczne uniemożliwiają rozwój szaty roślinnej. Naprawa właściwości tegoż tworzywa glebowego może być realizowana poprzez wykorzystanie osadów ściekowych.
2. Samorzutnie pojawiająca się roślinność zielna stanowi duże zagrożenie dla sadzonek drzew i krzewów. Konieczne jest ograniczanie rozwoju roślinności zielnej w pierwszych latach wzrostu sadzonek drzew i krzewów.

Literatura

- BENDER J. 1995. *Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.: 418: 75–86.
- BENDER J., GILEWSKA M. 2000. *Rekultywacja w konfrontacji z aktami prawnymi, badaniami naukowymi i praktyką gospodarczą*. Roczn. AR Poznań CCX VII, Roln.: 343–356.
- GILEWSKA M. 1998. *Właściwości próchnicy wytworzonej w procesie rekultywacji gruntów pogórnich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 496: 153–166.
- GILEWSKA M. 1999. *Utilization of sewage sludge in the reclamation of post mining soil and ash disposal sites*. Roczn. AR Poznań CCCX, Melior. Inż. Środ. 20 cz. II: 273–281.
- GILEWSKA M. 2000. *Rekultywacja biologiczna składowisk popiołów elektrownianych*. Mat. konf. nauk. „Tereny zdegradowane – możliwość ich rekultywacji” AR Szczecin: 65–75.
- GLĄZEWSKI M. 1997. *Hydroobsiew – skuteczny i szybki*. Ekoprofit, Miesięcznik gospodarzo-ekologiczny (11) 15. Telpress, Katowice: 14–18.
- GREINERT H. 1995. *Wpływ podwyższonego poziomu NPK na efektywność leśnej rekultywacji zwałowisk po kopalni węgla brunatnego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 636–642.
- MATUSIEWICZ H., JANKOWIAK K. 1983. *Fizykochemiczna charakterystyka popiołów lotnych węgla brunatnych elektrowni Konin z III stopnia elektrofiltrów i badania nad ich ługowaniem*. Arch. Ochr. Środ. 3–4: 59–81.
- MAZUR T. 1996. *Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 13–21.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., CZEKAŁA J. 1993. *Wpływ osadu garbarskiego na niektóre właściwości fizyczne gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 119–128.
- SIUTA J. 1997. *Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych*. Ekoprofit, Miesięcznik

gospodarczo-ekologiczny. 11 (15). Telpress, Katowice: 40–46.

SIUTA J. 1999. *Rekultywacyjna efektywność osadów ściekowych*. Przewodnik użytkowania osadów ściekowych. Mat. III Konf. Nauk.-Techn. Ekoinżynieria, Lublin: 21–35.

Słowa kluczowe: rekultywacja, popioły elektrowniane, osady ściekowe, naprawa właściwości

Streszczenie

W pracy przedstawione zostały wyniki badań nad wpływem osadów ściekowych na właściwości fizyczne i chemiczne gruntów składowiska popiołów elektrownianych oraz możliwość ich wykorzystania w leśnej rekultywacji tego składowiska.

UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE IN RECULTIVATION OF ASH DISPOSAL SITES

Mirosława Gilewska¹, Czesław Przybyła²

¹ Department of Waste Land Recultivation, Agricultural University, Poznań

² Department of Land Reclamation and Environmental Development, Agricultural University, Poznań

Key words: recultivation, ash dump, sewage sludge, repair of properties

Summary

Paper presents the results of study on the influence of sewage sludge on the physical and chemical properties of ash dump from a power plant as well as the possibilities of usage sewage sludge for forest recultivation on ash disposal sites.

Dr hab. Mirosława **Gilewska**, prof. AR
Katedra Rekultywacji
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
ul. Przemysłowa 120
62-510 KONIN
tel: (0 63) 242 31 52