

MIESZANKI TRAW I OSAD ŚCIEKOWY W PROCESIE REKULTYWACJI WYSYPISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH

A. Kiryluk

Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

Streszczenie. Przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenie polowe z zastosowaniem osadu ściekowego i mieszanek gatunków traw uprawnych w procesie biologicznej rekultywacji skarp wysypiska odpadów. Zastosowano trzy dawki osadu: 10, 20 i 30 t·ha⁻¹ s.m. oraz cztery mieszanki traw. Badania przeprowadzono w trudnych warunkach meteorologicznych (2000 r.- susza glebowa i atmosferyczna). Z zastosowanych traw w pierwszym roku zasiewu najlepiej rozwijały się i zadarniały powierzchnie *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium westerwoldicum*, stanowiły one ponad 60% składu zbiorowisk. W drugim roku badań stwierdzono ustępowanie niektórych gatunków traw i pojawianie się gatunków roślin obcych. Najkorzystniejsze zadarnienie uzyskano przy dawkach osadu 20 i 30 t·ha⁻¹ s.m. Ze względów technicznych (duże nachylenie skarp) i braku odpowiedniej wilgotności w podłożu glebowym nie uzyskano właściwego zadarnienia. Badania wskazały na potrzebę dalszego doboru gatunków traw do warunków sztucznego siedliska.

Słowa kluczowe: mieszanki traw, osad ściekowy, zadarnienie powierzchni, gatunki traw.

WSTĘP

Odpady stałe i osady ściekowe powstają w aglomeracjach miejskich i w większych skupiskach zabudowy wiejskiej. Stanowią one problem gospodarczy i przyrodniczy, wymagają, bowiem zagospodarowania i utylizacji a równocześnie muszą być bezpiecznie składowane [3]. W oczyszczalniach dużych aglomeracji miejskich powstają znaczne ilości osadów ściekowych, tworzą się hałdy odpadów stałych. Na obszarach wiejskich powstało wiele tzw. „dzikich wysypisk” stanowiących źródła zanieczyszczeń gleby i wody. Zakończone składowanie odpadów stałych wymaga wykonania rekultywacji i zabezpieczenia korony i skarp hałdy.

Uwzględniając wartość nawozową osadów ściekowych i kompostów uzyskiwanych z odpadów [5,7] istnieje możliwość ich wykorzystania do użyźniania podłoża przy rekultywacji biologicznej składowisk [12]. Ze względów krajobrazowych pożądane jest wytworzenie na powierzchni hałd zwartej i trwałej trawiastej okrywy, spełniającej wielorakie funkcje. Do zadarniania powierzchni stosuje się trawy gazonowe [1] oraz inne gatunki, np. *Festuca arundinacea*, *Festulolium* [6,9,10] z różnym efektem. Największe problemy z uzyskaniem zadarnienia występują na dużych wielopoziomowych hałdach. Przy biologicznej rekultywacji dużych powierzchni przydatne mogą okazać się powszechnie występujące gatunki traw uprawnych.

Celem prezentowanych w pracy badań było ustalenie wielkości dawek osadów ściekowych, stosowanych do użyźniania podłoża na skarpach wysypiska oraz ocena przydatności gatunków traw zastosowanych w mieszankach do zadarniania ich powierzchni.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad procesem zadarniania skarp wysypiska odpadów komunalnych wykonano w latach 2000-2001. Na skarpach o nachyleniu ok. 30° założono doświadczenie dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach. Czynniki I – dawki osadu ściekowego: 10, 20 i 30 t·ha⁻¹ s.m., Czynniki II – cztery rodzaje mieszanek traw. Powierzchnia poletka wynosiła 10 m².

W doświadczeniu tym zastosowano osad przefermentowany z oczyszczalni w Białymstoku, zawierający dużo substancji organicznej. Skład chemiczny osadu przedstawiono w Tabeli 1.

Osad ten ulega szybkiemu zbryleniu, dlatego przed zastosowaniem do gleby wymagał rozdrobnienia. Osad został umieszczony w piaszczystej warstwie gruntu pokrywającego skarpy i wymieszany do głębokości średnio 20 cm.

Po wymieszaniu z warstwą piaszczystą w I dekadzie maja wysiano mieszanki traw. Skład gatunkowy mieszanek przedstawiono w Tabeli 2. Zastosowany w doświadczeniu materiał siewny odpowiadał normom przewidzianym dla nasion traw. Uwzględniając specyficzne warunki siedliskowe na skarpie, zastosowano zwiększoną normę wysiewu wynoszącą 227–258 kg·ha⁻¹. Z uwagi na niską zawartość potasu w osadzie w I dekadzie lipca 2000 r zastosowano nawożenie potasowe w ilości 100 kg K₂O·ha⁻¹.

Tabela 1. Skład chemiczny osadu z oczyszczalni w Białymstoku**Table 1.** Chemical composition of sludge on sewage treatment Białystok

Składnik	Zawartość
	w g·kg ⁻¹ s.m.
substancja organiczna	593,8
popiół całkowity	406,2
N	42,4
P	21,4
K	1,7
Ca	17,7
Mg	4,7
	w mg·kg ⁻¹ s.m.
Cd	3,05
Cr	20,80
Mn	572,50
Pb	75,50
Zn	1986,00

Tabela 2. Skład gatunkowy mieszanek zastosowanych w doświadczeniu [% udział gatunków]**Table 2.** Species composition of mixtures uses in experiment [% share species]

L.p.	Gatunek	Nr mieszanki			
		M-1	M-2	M-3	M-4
1.	<i>Poa pratensis</i>	20	20	20	15
2.	<i>Agrostis alba</i>	10	-	10	-
3.	<i>Lolium perenne</i>	20	30	20	35
4.	<i>Lolium multiflorum</i>	-	5	5	-
5.	<i>Lolium westerwoldicum</i>	10	-	-	-
6.	<i>Festuca pratensis</i>	-	10	10	-
7.	<i>Festuca rubra</i>	35	30	20	25
8.	<i>Dactylis glomerata</i>	-	5	-	5
9.	<i>Phleum pratense</i>	-	-	10	10
10.	<i>Bromus inermis</i>	-	-	-	5
11.	<i>Trifolium repens</i>	5	-	5	-
12.	<i>Medicago sativa</i>	-	-	-	5
Razem		100	100	100	100
Ilość wysiewu w kg·ha ⁻¹		246,0	258,5	227,0	229,0

Przebieg warunków atmosferycznych (temperatury i opadów) na badanym terenie przedstawiono w Tabelach 3 i 4. W 2000 roku wystąpiły niekorzystne warunki atmosferyczne, charakteryzujące się niskimi opadami w okresie wiosennym i stosunkowo wysokimi temperaturami powietrza. W miesiącach kwiecień – marzec 2000 r suma opadów wynosiła 77,4 mm i była niższa o 93,6 mm od średniej z wielolecia dla tych miesięcy. Równocześnie występowały stosunkowo wysokie temperatury powietrza, przewyższające o 2 - 5°C temperatury z wielolecia. W II dekadzie maja 2000 roku wystąpiły przymrozki do - 5°C. Przebieg warunków pogodowych w tych miesiącach określono w północno - wschodniej Polsce jako suszę glebową i atmosferyczną. W roku 2001 przebieg warunków atmosferycznych był zbliżony do normalnych.

Tabela 3. Opady atmosferyczne w latach 2000 - 2001 [mm]

Table 3. The precipitations in 2000 –2001 year [mm]

Rok	Miesiące												Σ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	33,8	25,0	45,5	31,6	9,4	36,4	87,9	56,3	29,6	2,8	62,9	31,4	452,6
2001	25,7	14,5	23,9	44,4	64,3	44,5	96,4	63,4	109,5	42,7	24,0	37,4	590,7
1961-1995	33	27	32	40	59	72	73	70	57	45	44	41	593

Tabela 4. Temperatury powietrza w latach 2000 - 2001 [°C]

Table 4. Air temperature in 2000 – 2001 year [°C]

Rok	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2000	-2,1	1,3	2,5	11,6	13,9	16,6	16,2	16,7	10,3	10,2	5,7	1,0
2001	-1,1	-1,9	1,5	8,3	13,2	14,4	20,9	18,0	11,9	9,9	2,0	-5,8
1961-1995	-4,8	-3,8	0,4	6,7	12,8	16,0	17,2	16,4	12,2	7,3	2,2	-2,1

Ocenę oddziaływania zastosowanych osadów ściekowych na proces zadarniania skarp przez mieszanki traw wykonano na podstawie opisu kondycji gatunków roślin (wielkość biomasy i wygląd roślin). Przydatność gatunków roślin i mieszanek do zadarniania skarp określono na podstawie procentowego udziału gatunków w powstającym zbiorowisku roślinnym. Badanie zadarnienia i skład gatunkowy zbiorowisk wykonano w miesiącu wrześniu 2000 r. i w miesiącu sierpniu 2001 r.

W 2001 roku wykonano analizę chemiczną wód odciekowych, a wyniki przedstawiono w Tabeli 6.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykonane badania zadarnienia i składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych pozwoliły na ocenę przydatności stosowanych gatunków i mieszanek w procesie zadarnienia skarp wysypiska. Bardziej miarodajną ocenę uzyskano w drugim roku badań, ze względu na zbliżony do normalnego przebieg warunków atmosferycznych i adaptację gatunków do siedliska. Pełną analizę udziału gatunków w zbiorowiskach w latach 2000–2001 przedstawiono w Tabeli 5.

Najlepiej rozwijały się i tworzyły najlepsze zadarnienie gatunki wysiane na dawkach 20 i 30 t ha⁻¹ s.m. osadu ściekowego. W pierwszym roku doświadczenia najlepsze zadarnienie tworzyły mieszanki z udziałem *Lolium multiflorum*, *Lolium westerwoldicum*. Ze względu na biologię tych gatunków (trawy dwuletnie), nie mogą one stanowić podstawy zadarnienia w dalszych latach. Dobłą kondycję i dobre zadarnienie wykazywały także *Lolium perenne* i *Festuca rubra*. W drugim roku doświadczenia ustąpiły z runi *Festuca pratensis*, *Agrostis alba* oraz *Trifolium repens*. Zadarnienie stanowiły głównie gatunki z rodzaju *Lolium*. Równocześnie stwierdzono wchodzenie gatunków obcych: *Phragmites australis*, *Phalaris arundinaceae*, *Helianthus tuberosus*, *Chenopodium album*. Gatunki obce pojawiały się głównie na poletkach bez osadu i na poletkach z osadem 10 t ha⁻¹ s.m. Na podstawie dwuletnich badań stwierdzono, że w specyficznych warunkach siedliskowych, przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych w 2000 roku, nie udało się uzyskać zwartej, trwałej zadarnienia skarp.

Obserwacje wskazują, że czynnikiem sprzyjającym zadarnieniu oprócz warunków siedliskowych mogą okazać się urządzenia techniczne, stabilizujące skarpy i zabezpieczające przed przemieszczaniem się nasion. Kostuch [2] wskazuje na stabilizację podłoża glebowego na skarpach za pomocą drobnooczkowej siatki z tworzyw sztucznych. Pachuta [8] proponuje gabiony jako proste urządzenia umożliwiające tworzenie sprzyjających warunków dla rozwoju roślinności w terenach zdegradowanych.

Zachwianie normalnych warunków wschodów i rozwoju gatunków traw w 2000 r spowodowane było głównie warunkami meteorologicznymi oraz w mniejszym stopniu oddziaływaniem wód odciekowych na okrywą ziemistą skarp.

Tabela 5. Procentowy udział gatunków w zbiorowiskach roślinnych w latach 2000 – 2001**Table 5.** Share percentage species in plantcommunities in years 2000 – 2001

Gatunek		Dawki osadów [t ha ⁻¹ s.m.]															
		0				10				20				30			
		Mieszanki															
		M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	M-	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gatunki wysiane:																	
<i>Poa pratensis</i>	a	15	20	17	15	12	24	15	16	22	24	17	18	21	21	7	17
	b	3	5	4	3	5	4	3	5	4	5	3	4	6	8	7	8
<i>Agrostis alba</i>	a	7	-	6	-	5	-	2	-	3	-	2	-	-	-	-	-
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lolium perenne</i>	a	25	27	21	40	22	34	28	43	20	35	25	47	24	32	19	45
	b	15	21	14	25	14	21	15	25	17	26	18	31	15	19	12	37
<i>Lolium multiflorum</i>	a	-	15	24	-	-	25	25	-	-	27	35	-	-	39	37	-
	b	-	18	34	-	-	32	35	-	-	37	42	-	-	51	51	-
<i>Lolium westerwoldicum</i>	a	28	-	-	-	35	-	-	-	33	-	-	-	42	-	-	25
	b	32	-	-	-	42	-	-	-	45	-	-	-	52	-	-	35
<i>Festuca pratensis</i>	a	-	5	7	-	-	2	5	-	-	3	5	-	-	-	4	-
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca rubra</i>	a	22	27	17	25	23	15	15	21	22	8	12	24	10	7	16	-
	b	15	21	12	17	15	10	11	12	10	6	10	18	7	10	12	-
<i>Dactylis glomerata</i>	a	-	5	-	2	-	-	-	3	-	-	-	2	-	1	-	2
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phleum pretense</i>	a	-	-	6	3	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-	2	1
	b	-	-	7	5	-	-	3	5	-	-	-	5	-	-	5	5
<i>Bromus inermis</i>	a	-	-	-	7	-	-	-	5	-	-	-	6	-	-	-	8
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i>	a	-	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Medicago sativa</i>	a	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	-	-	-	5	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Gatunki obce:																	
<i>Phalaris arundinaceae</i>	a	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	5	-	2	2	-	-	6	-	4	4	5	6	6	8	7	5
<i>Phragmites australis</i>	a	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	5	12	10	15	10	12	10	15	6	7	5	15	6	-	3	4
<i>Helianthus tuberosus</i>	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	15	18	7	8	5	9	8	14	7	8	6	10	5	4	3	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	12	-	3	6	-	5	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i>	a	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3	-
	b	8	4	4	7	5	7	3	-	3	4	4	6	-	-	-	-

c.d. Tabeli 5.

<i>Echinochloa crusgalli</i>	a	-	-	-	5	-	-	1	4	-	3	2	-	-	-	1	-
	b	4	1	3	4	4	-	3	5	4	-	4	5	-	-	-	4
<i>Sonchus oleraceus</i>	a	-	-	-	-	2	-	1	3	-	-	1	1	-	-	1	2
	b	1	1	-	3	-	-	3	5	-	3	3	-	3	-	-	2
Razem	a	100 %															
	b	100 %															

a – 2000 r.; b – 2001 r.

Tabela 6. Skład chemiczny wód odciekowych z wysypiska w Hryniewiczach**Table 6.** Chemical composition of sewage water on dumping ground Hryniewiczze

Składnik		mg dm ⁻³
Fosfor całkowity	P	23,65
Ortofosforany	P-PO ₄	17,82
Chlorki	Cl	2245
Azot amonowy	N –NH ₄	13,17
Azot azotanowy	N –NO ₃	9,81
Siarczany	SO ₄	351,50
Żelazo ogólne	Fe	9,05
Krzem ogólny	Si	12,31
Przewodność elektrolityczna	EC ₁₈ mS cm ⁻¹	27,50
pH		8,34

Wysokie zasolenie wód (zawartość chlorków ponad 2000 mg dm⁻³) mogło powodować zaburzenia w rozwoju traw [11]. Podobne wyniki uzyskał Majdowski [4] w wazonach Mitscherlicha w odniesieniu do trzech gatunków traw.

Dwuletnie obserwacje wskazują na potrzebę stosowania nawodnień w okresach początkowego wzrostu roślin oraz w okresach niedoboru opadów. Pojawianie się gatunków obcych, w tym traw *Phragmites australis*, *Phalaris arundinaceae* wskazuje na potrzebę stosowania tych gatunków w mieszankach. Z roślin motylkowatych w warunkach badanych w drugim roku utrzymywała się *Medicago sativa*, szczególnie na poletkach o niskiej dawce osadu ściekowego. Najlepsze zadarnienie występowało na poletkach obsianych mieszanką nr 3 przy dawce osadu 20 t ha⁻¹ s.m. Uzyskane zadarnienie na skarpach wpływało korzystnie na mikroklimat w obrębie hałdy i zmniejszało degradujące oddziaływanie wód odciekowych wydobywających się z hałdy wysypiska.

WNIOSKI

1. Do użyźniania podłoża na skarpach wysypiska odpadów komunalnych może być stosowany osad ściekowy przefermentowany w dawkach jednorazowych nie mniejszych niż 20 t ha^{-1} s.m.. Osad powinien być przykryty ziemią i dokładnie wymieszany.
2. W badaniach polowych stwierdzono, że w trudnych warunkach siedliskowych w procesie zadarniania przydatne mogą być gatunki traw z rodzaju *Lolium*, w tym szczególnie *Lolium perenne*.
 - a/ w pierwszym roku po zasiewie dobre zadarnienie tworzyły *Lolium multiflorum*, *Lolium westerwoldicum*.
 - b/ w drugim roku stwierdzono pojawianie się gatunków obcych, w tym dwa gatunki traw *Phragmites australis*, *Phalaris arundinaceae*
3. Przy biologicznym umacnianiu skarp zachodzi potrzeba stosowania nawodnień deszczownianych i urządzeń technicznych (siatka drobnooczkowa, gabiony). Zabiegi i urządzenia techniczne przyspieszają stabilizację skarp i poprawiają warunki do powstawania zadarnienia.

PIŚMIENNICTWO

1. **Harkot W.:** Przydatność polskich odmian traw gazonowych do zadarniania powierzchni w trudnych warunkach glebowych. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, 197, 117–120, 1999.
2. **Kostuch R.:** Możliwości zastosowania małooczkowej siatki przy obsiewie skarp. Wiad. Mel. i Łąk., 1, 21–23, 2002.
3. **Luniewski S.:** Bezpieczne składowanie odpadów. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok, 91–99, 2000.
4. **Majdowski F., Pruszyński Cz.:** Badania nad wpływem stężenia soli w wodzie używanej do nawodnień na rozwój traw. Roczn. Nauk. Roln., Seria F, 77, 4, 649–664, 1971.
5. **Mazur T.:** Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 13–22, 1996.
6. **Mikołajczak Z., Bartmański A.:** Przydatność kostrzewy trzcinowej do zagospodarowania terenów trudnych nierolniczych na tle innych gatunków traw. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, 197, 223–228, 1999.
7. **Ożarowski G.:** Ocena przydatności rolniczej kompostu produkowanego z odpadów miejskich metodą biotermiczną. Rozpr. dokt. SGGW [streszcz.], 1–10, 2000.
8. **Pachuta K.:** Gabiony w proekologicznych działaniach inżynierskich. Wiad. Mel. i Łąk., 3, 120–126, 2001.
9. **Patrzalek A.:** Gatunki i odmiany traw dla celów specjalnych i ich użytkowanie. [W:] Mat. II Ogólnop. Konf. Trawy w procesie rekultywacji biologicznej terenów trudnych, Ustroń – Jaszowiec, 7, 1999.

10. **Rogalski M., Kardynańska S., Wieczorek A., Poleszczuk G., Śmietana P.:** Przydatność niektórych gatunków traw do rekultywacji składowisk popiołów z elektrowni. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 477, 255-299, 2001.
11. **Wiater J., Kiryluk A.:** Reakcja niektórych gatunków traw na zasolenie okrywy ziemistej wysypiska odpadów komunalnych użyźnionej osadami ściekowymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 475, 357-362, 2001.
12. **Wojarska-Maciejewska I., Pachuta K., Koda E.:** Możliwości ekologicznego zagospodarowania wysypiska odpadów komunalnych. Wiad. Mel. i Łąk., 2, 83-86, 2000.

MIXTURES OF GRASSES AND SEWAGE SLUDGE IN PROCESS OF RECLAMATION OF WASTE DUMP

A. Kiryluk

Institute of Engineering and Environment Protection, Technical University
ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Summary. Executed two-year field investigations indicate on the large usefulness of sewage sludges and species of grasses in process of stabilization and sodding scarp of waste dump. Profitable for enrichment of solum can be doses of sludges not less than $20 \text{ t ha}^{-1} \text{ d.m.}$ The best sodding at first year of investigations created species of grass from genus of *Lolium*. At second year of investigations stated foreign species of grass *Phragmites australis*, *Phalaris arundinaceae* in the plant communities. Suitably of sprinkling irrigation and technical devices (gauses, gabions) contribute to faster and durabler sodding of scarps.

Key words: mixtures of grasses, sewage sludge, sodding area, grass species.