

TEODOR KITCZAK

HENRYK CZYŻ

MARIA TRZASKOŚ

ANDRZEJ GOS

Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Trwałość zadarniania w zależności od sposobu zagospodarowania hałd popioło-żużli

The durability of sod according to the way of management of ash-slag pile

Odpady paleniskowe, składowane na hałdach elektrowni węglowych, charakteryzują się specyficznymi właściwościami fizykochemicznymi, alkalicznym odczynem oraz brakiem niezbędnego dla życia roślin azotu. W tak specyficznych warunkach, rozwija się i utrzymuje niewiele roślin, które skutecznie pokrywają składowisko odpadów, zabezpieczając je przed nadmiernym pyleniem. Badania prowadzono na składowisku Elektrowni „Dolna Odra” w Nowym Czarnowie. Zastosowane metody zadarniania, poprzez wgłębne humusowania z zasiewem oraz układania darniny gotowej, wykonane w 1992 roku, a oceniane w latach 1997–2001, zapewniały należyłą zwartość runi, zabezpieczającą składowisko przed pyleniem. Gatunkami wykazującymi największą trwałość, w składzie ukształtowanych zbiorowisk roślinnych, były: *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* i *Achillea millefolium*. Ruń na powierzchni zagospodarowanej metodą wgłębego humusowania z zasiewem charakteryzowała się większą zwartością, wyższym udziałem gatunków wsiewanych i roślin motylkowatych.

Słowa kluczowe: popiół, skład botaniczny, sukcesja roślinna, zadarnianie, żużel

The furnace waste, stored on the coal power plant piles are characterized by specific physical-chemical qualities, alkaline reaction and lack of nitrogen. In such specific conditions not many plants grow and effectively cover the waste pile protecting it against excessive dusting. The investigation was carried out on the waste pile of Power Plant “Dolna Odra” in Nowe Czarnowo. The applied in 1992 sod formation methods by digging humus into the ground together with sowing, and laying ready made sod, were evaluated in years 1997–2001. Both methods ensured the right compactness of sward, protecting the waste pile against dusting. Species which display the highest durability in the composition of formed plant communities were as follows: *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* and *Achillea millefolium*. The sward created by the method of digging humus into the ground together with sowing, were characterized by a higher compactness, higher participation of species sown and papilionaceous plants.

Key words: ash-slag, botanical composition, sod formation, plant succession, slag

WSTĘP

Odpady paleniskowe charakteryzują się specyficznymi właściwościami fizykochemicznymi, alkalicznym pH oraz brakiem niezbędnego dla życia roślin azotu. W tak specyficznych warunkach, rozwija się i trwa niewiele roślin, które skutecznie pokrywają składowisko odpadów, zabezpieczając je przed pyleniem (Andruszczak i in., 1981; Kitczak i in., 1997; Maciak i in., 1976; Siuta, 1998).

Z dotychczasowych opracowań, dotyczących pokrycia powierzchni składowanych odpadów paleniskowych roślinnością, niewiele jest prac, które przedstawiają gatunki roślin najkorzystniej i trwale rozwijających się w tym siedlisku (Kitczak i in., 1997; Rogalski i in., 1998; Siuta, 1998).

Celem pracy była charakterystyka szaty roślinnej na hałdach popioło-żużli, zagospodarowanego metodą uszlachetnienia wierzchniej warstwy odpadów masą organiczną i pełnym zasiewem oraz układaniem gotowych mat trawiastych.

MATERIAŁ I METODY

Badania runi prowadzono w latach 1997–2001, na składowisku popioło-żużli, pochodzących ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni „Dolna Odra” w Nowym Czarnowie.

Badania prowadzono na płycie hałdy, zagospodarowanej w 1992 roku dwoma metodami poprzez obsiew, po wcześniejszym wzbogaceniu wierzchniej warstwy popiołu masą organiczną (masę organiczną wymieszano z popiołem na głębokość 5 cm, a następnie całość podłoża pokryto dodatkowo 3 cm warstwą masy organicznej) oraz poprzez układanie darniny gotowej.

Na obiekcie obsiewanym w skład mieszanki wchodziły następujące gatunki roślin: *Festuca rubra* odm. Reda — 80 kg·ha⁻¹, *Poa pratensis* odm. Beata — 40 kg·ha⁻¹, *Lolium perenne* odm. Niga — 40 kg·ha⁻¹, *Bromus inermis* odm. Brudzyńska — 40 kg·ha⁻¹, *Lolium multiflorum* odm. Kroto — 20 kg·ha⁻¹, *Melilotus albus* — 2 kg·ha⁻¹ oraz *Sinapis alba* — 8 kg·ha⁻¹ (roślina ochronna). Produkcja darniny odbywała się na wydzielonych kwaterach łąkowych, położonych na glebie murszowo-torfowej (Mt III), w siedlisku umiarkowanie wilgotnym. Do produkcji darniny wykorzystano następujące gatunki i odmiany traw: *Lolium perenne* odm. Niga — 80 kg·ha⁻¹, *Festuca rubra* odm. Reda — 60 kg·ha⁻¹, *Poa pratensis* odm. Beata — 40 kg·ha⁻¹, *Agrostis vulgaris* odm. Niwa — 20 kg·ha⁻¹.

Skład botaniczny runi badanych obiektów określano metodą botaniczno-wagową (w okresie pierwszego koszenia pielęgnacyjnego w pierwszej połowie czerwca), a zawartość runi określono metodą Webera, z wykorzystaniem ramki Webera.

WYNIKI BADAŃ

Obserwacje i badania, prowadzone po 5 latach od zagospodarowania hałd, wskazują, że poza roślinami wprowadzanymi w mieszankach, w trakcie ich zagospodarowania, szereg gatunków roślin weszło tam samoistnie (tab. 1 i 2). Na płycie hałdy, której wierzchnia warstwa została wzbogacona w masę organiczną i obsiana mieszanką motylkowato-

trawiastą, w ostatnim roku badań (2001) stwierdzono 36 taksonów, w tym 10 gatunków traw i 7 gatunków roślin motylkowatych.

Tabela 1

Skład botaniczny runi na płycie haldy przykrytej masą organiczną (w %)
Botanical composition of sward on pile covered with organic substance (in %)

Wyszczególnienie Specification	Rok Year		
	1997	1999	2001
Zwartość darni — Sward density	82	86	87
<i>Agropyron repens</i>	2,1	2,0	2,0
<i>Bromus inermis</i> *	4,0	3,9	3,7
<i>Dactylis glomerata</i>	2,1	2,2	2,5
<i>Festuca arundinacea</i>	—	+	+
<i>Festuca rubra</i> *	29,0	31,1	31,6
<i>Lolium multiflorum</i> *	0,2	0	+
<i>Lolium perenne</i> *	2,4	1,6	1,2
<i>Poa annua</i>	+	+	+
<i>Poa pratensis</i> *	38,3	39,2	40,2
Razem trawy — Total grass	78,1	80,0	81,2
<i>Medicago falcata</i>	2,0	2,4	2,4
<i>Melilotus albus</i> *	+	+	0,2
<i>Trifolium pratense</i>	0,6	1,1	1,2
<i>Trifolium repens</i>	5,9	6,7	6,8
<i>Trifolium strepens</i>	+	+	—
<i>Vicia cracca</i>	2,0	3,0	1,1
<i>Vicia sepium</i>	0,4	0,6	0,5
Razem motylkowate — Total leguminous	10,9	13,8	12,2
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	0,2
<i>Arabis arenosa</i>	1,0	+	0,4
<i>Artemisia absinthium</i>	+	+	+
<i>Cerastium vulgatum</i>	1,9	0,8	1,1
<i>Chenopodium album</i>	+	+	+
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	+
<i>Hieracium pilosella</i>	+	+	+
<i>Hypericum perforatum</i>	+	0,3	0,1
<i>Lepidium latifolium</i>	2,0	0,9	0,7
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i>	1,0	1,1	1,0
<i>Plantago media</i>	1,0	0,2	0,4
<i>Polygonum persicaria</i>	+	+	+
<i>Potentilla anserina</i>	0,5	+	+
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+
<i>Stelaria media</i>	1,5	0,7	0,6
<i>Symphytum officinale</i>	+	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	3,1	2,2	2,1
<i>Tripleurosperim inodorum</i>	+	+	+
Razem pozostałe rośliny Total remaining plants	11,0	6,2	6,6

* Gatunki wysiewane w mieszance

* Together, all species sown in the mixture

Tabela 2

Skład botaniczny runi na płycie haldy przykrytej matą trawiastą. (w %)
Botanical composition of sward on pile covered with ready made sod (in %)

Wyszczególnienie Specification	Rok Year		
	1997	1999	2001
Zwartość darni — Sward density	81	79	78
<i>Agropyron repens</i>	7,6	7,2	7,4
<i>Agrostis alba</i>	—	+	—
<i>Agrostis vulgaris</i> *	+	+	+
<i>Bromus tectorum</i>	3,5	4,1	3,2
<i>Dactylis glomerata</i>	5,5	5,7	4,6
<i>Deschampsia caespitosa</i>	+	+	+
<i>Festuca arundinacea</i>	0,4	0,8	0,9
<i>Festuca rubra</i> *	32,6	32,1	32,3
<i>Lolium perenne</i> *	2,4	1,6	1,3
<i>Phalaris arundinacea</i>	+	+	0,3
<i>Phleum pratense</i>	+	+	0,5
<i>Poa annua</i>	+	+	+
<i>Poa pratensis</i> *	33,4	34,3	34,6
Razem trawy — Total grass	85,4	85,8	85,1
<i>Medicago falcata</i>	1,0	1,4	1,5
<i>Melilotus albus</i>	+	+	+
<i>Trifolium pratense</i>	+	0,2	0,3
<i>Trifolium repens</i>	1,9	1,9	1,8
<i>Trifolium strepens</i>	+	+	+
<i>Vicia cracca</i>	3,4	3,7	2,9
<i>Vicia sepium</i>	+	+	+
Razem motylkowate — Total leguminous	6,3	7,2	6,5
<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+
<i>Arabis arenosa</i>	1,0	+	0,2
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	+
<i>Cerastium vulgatum</i>	1,9	1,7	1,6
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	+	+	+
<i>Geranium pratense</i>	0,2	0,6	0,5
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	+
<i>Hieracium pilosella</i>	+	+	+
<i>Inula britannica</i>	+	+	+
<i>Lepidium latifolium</i>	2,0	1,2	1,3
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+
<i>Melandrium album</i>	0,5	0,9	0,8
<i>Polygonum persicaria</i>	+	+	+
<i>Potentilla anserina</i>	0,5	0,6	0,5
<i>Stelaria media</i>	1,5	1,2	1,2
<i>Symphytum officinale</i>	+	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	3,1	2,4	2,3
Razem pozostałe rośliny Total remaining plants	8,3	7,0	8,4

* Gatunki wysiewane w mieszance

* Together, all species sown in the mixture

Podobne zależności zaobserwowano na drugim obiekcie, zagospodarowania poprzez układanie maty trawiastej. Ruń tego zbiorowiska, obok gatunków użytych do produkcji darniny, zawierała dodatkowo 33 gatunków roślin, w tym 13 gatunków traw i 7 gatunki roślin motylkowatych.

Analizując kierunki sukcesji, zachodzące na badanych obiektach, należy stwierdzić, że na obu powierzchniach dominowały trawy, przy czym na obiekcie obsiewanym ich udział ustabilizował się na poziomie ok. 80% runi, a na obiekcie z matą na poziomie ok. 85%.

Na obu obiektach gatunkami bardziej trwałymi okazały się *Poa pratensis* i *Festuca rubra*. Ich udział w runi wynosił: *Poa pratensis* od 38,2 do 40,2%, *Festuca rubra* od 29,0 do 31,6%.

Dominację w składzie botanicznym *Festuca rubra* i *Poa pratensis* można zdaniem Kitczaka i wsp. (1997) przypisać szerokiemu spektrum ekologicznemu, co charakteryzuje te gatunki. Zdaniem Niedźwieckiego i Mellera (1994) odpady paleniskowe pod względem fizycznym nie są materiałem jednolitym, a więc i właściwości fizyczne są zróżnicowane. Charakteryzuje się odczynem zasadowym o pH 8,8–9,3 i średnią zawartością przyswajalnego dla roślin: potasu, magnezu i fosforu oraz prawie całkowitym brakiem azotu. Mało przydatnymi gatunkami do zadarniania tego typu siedlisk były *Lolium perenne* i *Agrostis vulgaris*, na co wskazuje ich udział w runi, w badanych latach.

Gatunkami, wykazującymi największą ekspansję samoistnego wchodzenia w runi okazały się: z traw *Agropyron repens* i *Dactylis glomerata* oraz na obiekcie z matą — *Bromus tectorus*, z roślin motylkowatych — *Medicago falcata*, *Trifolium repens* (przy czym na powierzchni z matą trawiastą, miejsce *Trifolium repens* zajęła *Vicia cracca*), a z grupy ziół i chwastów — *Taraxacum officinale*, *Cerastium vulgatum* oraz *Stelaria media*. Bardzo korzystnym kierunkiem w kształtowaniu się zbiorowisk roślinnych było wchodzenie wielu gatunków roślin motylkowatych (tab. 1 i 2). Ich udział w runi wahał się od 10,9% w 1997 r. do 12,2% w 2001 r. — na obiekcie zagospodarowanym poprzez obsiew i odpowiednio: 6,3% — w 1997 roku do 6,5% — w 2001 roku na powierzchni z układaną matą trawiastą. W tych warunkach rośliny motylkowate stanowiły naturalne źródło azotu. Widoczne to było na roślinach rosnących w sąsiedztwie gatunków roślin motylkowatych (były one bardziej wyrosnięte i intensywniej zielone).

Ogólnie oceniając strukturę ukształtowanych zbiorowisk roślinnych należy stwierdzić, że w istniejących warunkach siedliskowych, ukształtowanych w sposób naturalny i przy udziale człowieka, znalazło dobre warunki do rozwoju wiele gatunków roślin, przy czym w ocenianych zbiorowiskach dominowały gatunki wprowadzone w trakcie zagospodarowywania (stanowiły one ok. 76% runi na kwaterze obsianej i ok. 68% na kwaterze pokrywanej matą trawnikową). Duży udział w runi tej grupy roślin stwierdzono we wszystkich latach badań.

Oceniając szatę roślinną w latach badań na podstawie zawartości runi i liczebności gatunków można stwierdzić, że wzbogacenie popiołu i żużłu masą organiczną przyczynia się do poprawy warunków wzrostu i rozwoju roślin. Potwierdzają to wyniki badań Kitczaka i wsp. (1997) oraz Rogalskiego i wsp. (1998), których zdaniem uszlachetniona warstwa gleby przykrywająca popioły, pobudza kiełkowanie wysianych nasion, utrudnia parowanie ze składowiska oraz wzbogaca jałowe popioły w mikroflorę glebową. Dodanie do popiołów materii organicznej powoduje wg Rosik-Dulewskiej i Dulewskiego (1989) przyspieszenie procesów glebowych, a w konsekwencji poprawia kondycję rosnących roślin i stymuluje ich rozrost oraz znacznie zwiększa pobieranie przez nie poszczególnych składników, szczególnie fosforu Maciak i wsp. (1976).

WNIOSKI

1. Zagospodarowanie składowiska popiołu i żużlu poprzez wgłębne humusowania lub układanie darniny gotowej zapewniały należyłą zwartość runi, zabezpieczając w ten sposób powierzchnię składowiska i jego otoczenie przed pyleniem.
2. Spośród użytych gatunków i odmian do biologicznego zagospodarowania hałd popioło-żużli największą przydatność wykazały *Festuca rubra* — odmiany Reda i *Poa pratensis* — odmiany Beata.
3. Największą ekspansję samoistnego wchodzenia okazały się: z traw — *Agropyron repens* i *Dactylis glomerata* oraz na obiekcie z matą — *Bromus tectorus*, z roślin motylkowatych — *Medicago falcata*, *Trifolium repens* i *Vicia cracca*, a z grupy ziół i chwastów — *Taraxacum officinale*, *Cerastium vulgatum* oraz *Stelaria media*.

LITERATURA

- Andruszczak E., Strączyński S., Żurawski H., Pabin J., Kamińska W. 1981. Właściwości fizyczne i chemiczne popiołów z hałdy Elektrociepłowni Czechnica oraz skład chemiczny roślin zasiedlających hałdę, *Rocz. Glebozn.* XXXII, 2: 25 — 37.
- Kitczak T., Gos A., Czyż H., Trzaskoś M. 1997. Dobór gatunków traw do mieszanek na hałdy popiołu i żużlu przemysłu elektrownianego, *Mat. Konf. Wkład nauk rolniczych w rozwój Pomorza Zachodniego, AR w Szczecinie*: 29 — 36.
- Maciak F., Liwski S., Biernacka E. 1974. Właściwości fizykochemiczne i biochemiczne popiołu po węglu brunatnym i kamiennym, *Rocz. Glebozn.* XXV, 3.
- Maciak F., Liwski S., Biernacka E. 1976. Rekultywacja rolnicza składowisk odpadów paleniskowych (popiołów) z węgla brunatnego i kamiennego. Cz. II Skład chemiczny roślin ze składowisk po węglu brunatnym i kamiennym, *Rocz. Glebozn.* XXVII, 4: 171 — 187.
- Niedźwiecki E., Meller E. 1994. Wstępne wyniki badań nad przydatnością odpadów paleniskowych z Z. E. „Dolna Odra” w uprawach rolniczych, *Mat. Międzynarodowej Konf. Zagospodarowanie odpadów paleniskowych i odpadów z odsiarczania spalin. Świnoujście*: 17 — 18.
- Rogalski M., Kapela A., Kordyńska S., Wieczorek A., Kryszak J. 1998. Badania nad początkowym wzrostem i rozwojem niektórych gatunków traw rosnących na popiołach z Elektrowni Dolna Odra, *Arch. Och. Środ.*, 24, 3: 123 — 128.
- Rosik-Dulewska Cz., Dulewski J. 1989. Możliwości rekultywacji biologicznej składowisk odpadów z elektrowni — przegląd literatury, *Przegląd Nauk. Literatury Roln. i Leśn.*, XXXV, 2: 218 — 226.
- Siuta J. 1998. Rekultywacja gruntów. Wyd. IOŚ, Warszawa.