

UDZIAŁ TRAW W ROZWOJU ZBIOROWISK ROŚLINNYCH W SIEDLISKACH TRUDNYCH

ANNA PATRZAŁEK

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk, ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze

Keywords: grass species and varieties, difficult habitats, biological land reclamation, plant communities, Carboniferous waste dumping sites.

PARTICIPATION OF GRASSES IN THE DEVELOPMENT OF PLANT COMMUNITIES IN DIFFICULT HABITATS

Long-term studies were performed on the development of plant communities in dumping grounds after hard coal mining. The communities were initiated by sowing grass seeds either directly in the ground with mineral fertilizing, or on separate surfaces covered with a layer of soil. The development of plant communities was assessed in various time intervals within the 30-year period. The studies concerning flora applied the Braun-Blanquet method, as well as botanical-gravimetric method. The size of biomass of surface herbaceous plants has been determined in a gravimetric manner. Plant communities with the participation of *Festuca ovina* initially make up monocultures, while their further development after 30 years led to the tree development of turf-like community with *Betula verucosa* and *Pinus sylvestris*. Such a community shows signs of substantial durability and high usability. Short-lasting grass types initiate the development of communities with *Calamagrostis epigejos*. On the ground covered with a layer of mineral soil the initial development of plant communities depended upon: bank of seeds in the ground, air and water conditions formed and trophic properties of the soil. Depletion of nutrients resulted in lowered production of biomass, while its collection enriched flora composition of the community, enabling the growth and development of short heliophilous plan. Depletion of plants nutrients, as well as accumulation of unmoved green biomass enabled the expansive species of *Calamagrostis epigejos* to settle in plant communities. The recognized natural processes in difficult habitats, initiated by grass sowing, provide the basis for correct biological reclamation of lands of Carboniferous rock waste.

Streszczenie

Przeprowadzono wieloletnie badania nad rozwojem zbiorowisk roślinnych na zwałowiskach po kopalnictwie węgla kamiennego. Powstawanie zbiorowisk inicjowano przez wysiew nasion traw bezpośrednio w grunt z nawożeniem mineralnym albo na wydzielonych powierzchniach przykrytych warstwą ziemi. Rozwój zbiorowisk roślinnych oceniano w różnych przedziałach czasowych w okresie 30 lat. Badania roślinności prowadzono metodą Braun-Blanqueta oraz metodą analizy botaniczno-wagowej. Wielkość biomasy nadziemnej roślinności zielonej określano wagowo. Zbiorowiska roślinne inicjowane wysiewem mieszanek traw z udziałem odmian *Festuca ovina* w początkowym okresie tworzą monokultury. Dalszy ich rozwój po 30 latach prowadzi do powstania zbiorowiska murawowego z *Betula verucosa* i *Pinus sylvestris*. Zbiorowisko takie ma znamiona dużej trwałości oraz duże walory użytkowe. Trawy krótkotrwałe inicjują rozwój zbiorowisk z *Calamagrostis epigejos*. Na gruncie przykrytym warstwą ziemi mineralnej początkowy rozwój zbiorowisk roślinnych zależy jest od banku nasion znajdującego się w ziemi, powstających warunków

powietrzno wodnych i trofizmu gleby. Wyczerpywanie się składników pokarmowych obniżało produkcję biomasy, jej odbiór wzbogacał florystycznie zbiorowisko. Ubożenie siedliska w składniki odżywcze dla roślin sprzyja osiedlaniu się ekspansywnego *Calamagrostis epigejos*. Poznane procesy przyrodnicze w siedlisku trudnym inicjowane wysiewem traw stanowią podstawę do prawidłowego prowadzenia rekultywacji biologicznej gruntów z odpadowych skał karbońskich.

WSTĘP

Zwałowiska skał karbońskich tworzą siedliska trudne dla roślin. Biologiczna rekultywacja takich terenów jest długotrwałym procesem przyrodniczym, w wyniku którego powstaje gleba i tworzą się fitocenozy. Najbardziej przydatnymi roślinami uprawnymi dla zainicjowania tych procesów są trawy [2, 4]. Rośliny te, dzięki swym właściwościom biologicznym takim jak: zdolność adaptacyjna w trudnych i dynamicznie zmieniających się warunkach siedliska, żywotność, zdolność samoodnawiania się i allelopatia mogą ukierunkowywać rozwój tego procesu. Dlatego o efektach rekultywacji biologicznej zadecyduje rodzaj roślinności rozpoczynający ten proces.

Celem przeprowadzonych badań było poznanie udziału gatunków i odmian traw w rozwoju zbiorowisk roślinnych na zwałowiskach po kopalnictwie węgla kamiennego.

OBIEKT I METODY

Zwałowisko tworzy masa skalna iłowców, mułowców i piaskowców ulegająca łatwo procesowi dezintegracji, który powoduje zmianę właściwości fizycznych i chemicznych gruntu. W składzie mineralogicznym masy skalnej przeważa kaolinit i illit o małej pojemności sorpcyjnej i słabej zdolności do wymiany jonowej. Proces wietrzenia pirytu i markazytu powoduje zakwaszanie gruntu. Wśród składników rozpuszczalnych w wodzie przeważają siarczany i chlorki, które ulegają łatwo wyflukiwaniu [14]. Przystawalne dla roślin formy fosforu i azotu występują w bardzo małych ilościach lub w ogóle ich brak [13]. Aktywność biologiczna skał karbońskich po ich zdeponowaniu na powierzchni ziemi jest bardzo niska [1]. Taki grunt w procesie swych przemian fizycznych i chemicznych tylko nielicznym gatunkom roślin stwarza dostateczne warunki dla wzrostu i rozwoju [12].

Na zwałowiskach odpadów w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym w miejscowościach Bieruń i Smolnica przeprowadzono wieloletnie badania w doświadczeniach o charakterze polowym nad rozwojem zbiorowisk roślinnych zapoczątkowanych poprzez wysiew traw na grunt bezglebowy lub przykryty warstwą ziemi mineralnej [2, 3, 5–11]. Do badań użyto następujących gatunków i odmian traw wysiewanych w mieszkankach lub monokulturach:

Agrostis capillaris Niwa; *Dactylis glomerata* Motycka; *Festuca ovina* Niko, Sima, Witra; *Festuca rubra* Atra, Areta, Brudzyńska, Jagna, Leo, Nimba; *Festuca pratensis* Skrzyszowicka; *Festuca duriuscula* Gabi; *Festuca heterophylla* Sawa; *Festuca arundinacea* Skarpa; *Arrhenatherum elatius* Antoninski; *Bromus inermis* Antoninska; *Poa pratensis* Alicja, Skrzyszowicka; *Lolium perenne* Górczańska, Niga, Nira; *Lolium x boucheanum* Kunth Mega, Gala; *Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum* Motycka, Telga, Koga.

Wzrost i rozwój wysiewanych traw wspomagano nawożeniem mineralnym, przede wszystkim fosforowo-azotowym, a pogłównie przez pierwsze 2–4 lata azotowym.

Badania zmian w szacie roślinnej utworzonych zbiorowisk traw prowadzono okresowo, co kilka lub kilkanaście lat na tych samych stanowiskach: na zwałowisku Smolnica w okresie 30 lat, na zwałowisku w Bieruniu w okresie 9 lat. Analizę zróżnicowania roślinności prowadzono metodą Braun-Blanqueta. Udział wysianych traw w zbiorowiskach oraz wielkość biomasy nadziemnej roślinności zielnej określano metodami wagowymi.

WYNIKI I DYSKUSJA

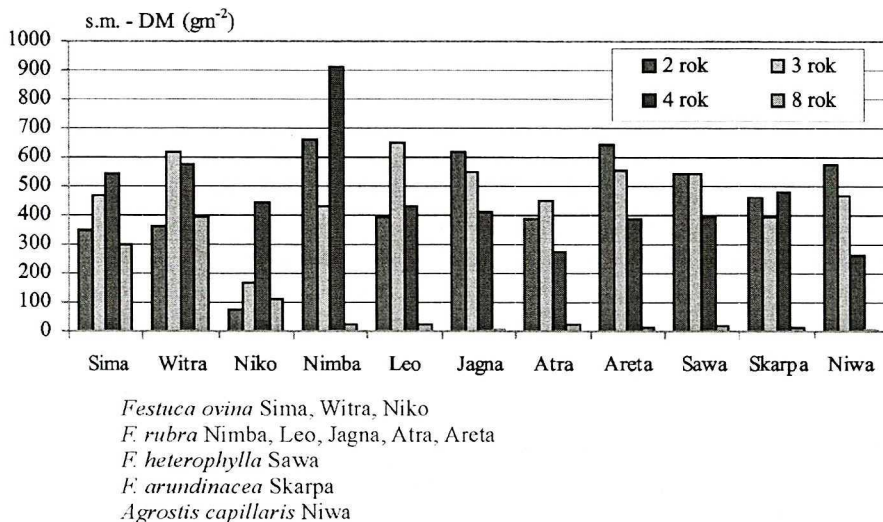
Roślina i gleba tworzą układ współzależny. Rozwojowi zbiorowisk roślinnych towarzyszy proces glebotwórczy. W okresie intensywnego wietrzenia masy skalnej wprowadzana przez siew roślinność trawiasta tworzyła zbiorowiska o różnej trwałości. Zależało to od wysiewanych gatunków, odmian traw i stosowanego nawożenia mineralnego.

Na zwałowisku w Smolnicy zbiorowiska roślinne tworzone przez wysiew mieszanek z udziałem *Agrostis capilaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Bromus inermis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne* oraz *Lolium multiflorum* pokrywały powierzchnię przez 3–4 lata runią o dobrym zwarcu [2]. Był to okres stosowania nawożenia mineralnego. Ubożejąca w składniki odżywcze gleba inicjalna po tym okresie nie zaspakajała w pełni potrzeb pokarmowych tych roślin w dalszych latach [12]. Wówczas gatunki te utraciły zdolność odnawiania się przez samosiew. W przerzedzającej się runi i powstających licznie pustych miejscach osiedlały się rośliny z tak zwanego nalotu nasion, głównie ekspansywne łatwo wykorzystujące nowo powstałe warunki siedliska trwały gatunek – *Calamagrostis epigejos*. Pojedyncze drzewa, takie jak *Betula verrucosa* i *Pinus sylvestris* osiedlały się tylko na tych powierzchniach, w sąsiedztwie których rosły osobniki wytwarzające nasiona.

Podobnie na zwałowisku w Bieruniu zbiorowisko roślinne tworzone z gatunków i odmian krótkotrwałych takich jak *Festuca rubra* Leo, Jagna, Atra, Areta, *F. arundinacea* Skarpa, *F. heterophylla* Sawa, *Agrostis capillaris* Niwa charakteryzowały się słabą żywotnością po zaprzestaniu nawożenia mineralnego i produkowały bardzo niewielką biomasa zielną, która słabo pokrywała powierzchnię (Rys. 1) Wysiewane bezpośrednio na kamienisty grunt w czystym siewie odmiany Sima, Witra, Niko gatunku *Festuca ovina* po okresie stosowanego nawożenia mineralnego tworzyły jednogatunkową kępiastą ruń. Odmiana Witra poprzez swój rozłożysty pokrój kęp najszczelniej pokrywała powierzchnię nie dopuszczając do zasiedlania się w runi gatunków z nalotu nasion. W runi Simy w niewielkich ilościach zaczął się osiedlać dopiero w 7–8 roku. *Calamagrostis epigejos* Odmiana Niko o najwolniejszym wzroście tworzyła ruń o drobnych kępkach słabo zwartych. Przez pierwsze 3–5 lat łatwo osiedlały się w niej gatunki z otoczenia takie jak *Calamagrostis epigejos*, *Erigeron canadensis*, *Matricaria martima*, *Senecio viscosus*, *Chamaenerion angustifolium* [10]. Po ustąpieniu tych gatunków w 7–8 roku tworzyła się kępiasta monokultura tej odmiany. Wielkość biomasy nadziemnej odmian Sima, Witra, Niko w ósmym roku była podobna do biomasy z okresu stosowania intensywnego nawożenia w drugim roku. Trawy te dobrze korzeniły się, tworząc w okresie kilku lat 10–15 cm poziom organiczno mineralny silnie przerośnięty masą korzeniową.

Gleby inicjalne wytwarzane z odpadów karbońskich tworzą ubogie siedliska [11,12]. W takich warunkach właściwości allelopatyczne oraz małe wymagania po-

karmowe i wodne *Festuca ovina* utrzymują zbiorowisko tych traw przez wiele lat w monokulturze.



Rys. 1. Biomasa nadziemna wybranych gatunków traw w zbiorowiskach zainicjowanych wysiewem ich monokultur na zwałowisku odpadów karbońskich w Bieruniu

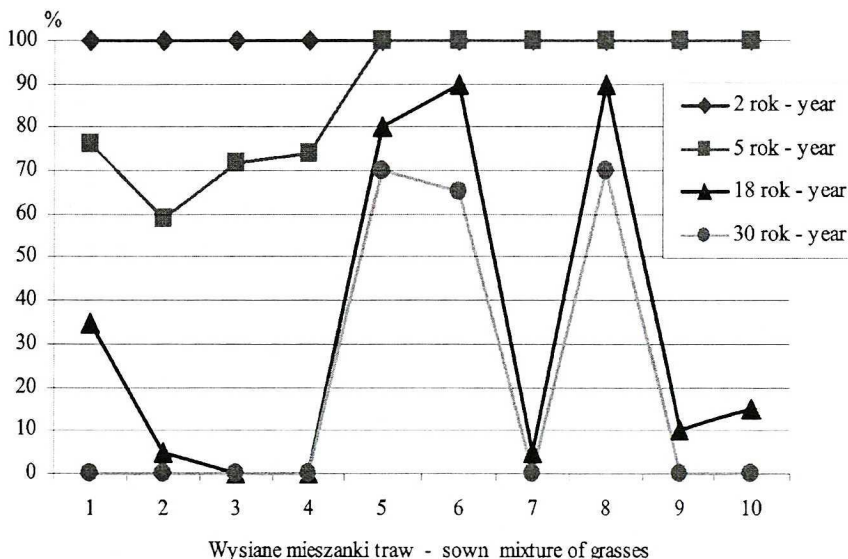
Biomass surface of species of grasses in plant communities initiated by sowing their monocultures on Carboniferous waste dumping sites

Długotrwałość i małe wymagania troficzne *Festuca ovina* wykorzystano w mieszankach z krótkotrwałymi odmianami traw. Roślinność w tak utworzonych zbiorowiskach uzupełniała się w cyklu wzrostu i rozwoju. Przykładem są zbiorowiska powstałe z wysiewu mieszanek nr 5, 6, 8. (Rys. 2). Analiza botaniczna roślinności zielnej powstałej z 10 wysianych mieszanek traw wykazała, że jedynie *Festuca ovina* odmiana Sima utrzymała się przez 30 lat w zainicjowanych przez nią zbiorowiskach roślinnych. Przyczyniła się do tego duża zdolność tej odmiany do odnawiania się przez samosiew. Miejsca po ustępujących z runi krótkotrwałych gatunkach traw z pozostałych 7 mieszanek zajmowała odmiana Sima oraz w niewielkich ilościach rośliny rosnące w otoczeniu, głównie *Calamagrostis epigejos* oraz drzewa takie jak *Betula verrucosa* i *Pinus sylvestris*. Gatunki te lepiej wykorzystywały zasoby gleby inicjalnej w głębszych jej warstwach [14].

Na zwałowisku Smolnica zmiany florystyczne zachodzące w opisywanych zbiorowiskach trawiastych przez okres 30 lat przekształciły je w murawę kserotermiczną z *Festuca ovina*, *Betula verrucosa* i *Pinus sylvestris* o znamionach dużej trwałości.

Na zwałowisku Bagieniok w Bieruniu w kamienisty grunt przykryty warstwą ziemi mineralnej wysiano mieszankę traw o składzie *Lolium westerwoldicum* Motyka + *Poa pratensis* Alicja + *Festuca ovina* Sima z nawożeniem mineralnym. Trawy te uzupełniły bank nasion znajdujący się w ziemi. Dlatego skład florystyczny powstałych zbiorowisk był bogatszy. Właściwości fizyczne i chemiczne ziemi i skały karbońskiej oraz kształtujące się warunki powietrzno wodne w utworzonym gruncie zróżnicowały powstały biotop. Część powierzchni zwałowiska zajęła roślinność o małych potrzebach wodnych *Calamagrostis epigejos*, *Tanacetum vulgare* (stanowisko 1), część terenu, stale

wilgotna ze stagnującą okresowo wodą (stanowisko 2) zdominowała roślinność szuwarowa. Na stanowisku okresowo suchym (stanowisko 3) przeważała roślinność mezofilna taka jak *Deschampsia caespitosa*, *Poa pratensis*, *Juncus effesus*, *Carex hirta* [11]. Po zastosowaniu nawożenia mineralnego wszystkie zbiorowiska zwiększyły swą biomasę zielną (Rys. 3). Najsilniej na nawożenie zareagowało zbiorowisko roślin tworzone głównie przez *Phragmites australis* na stanowisku 2.

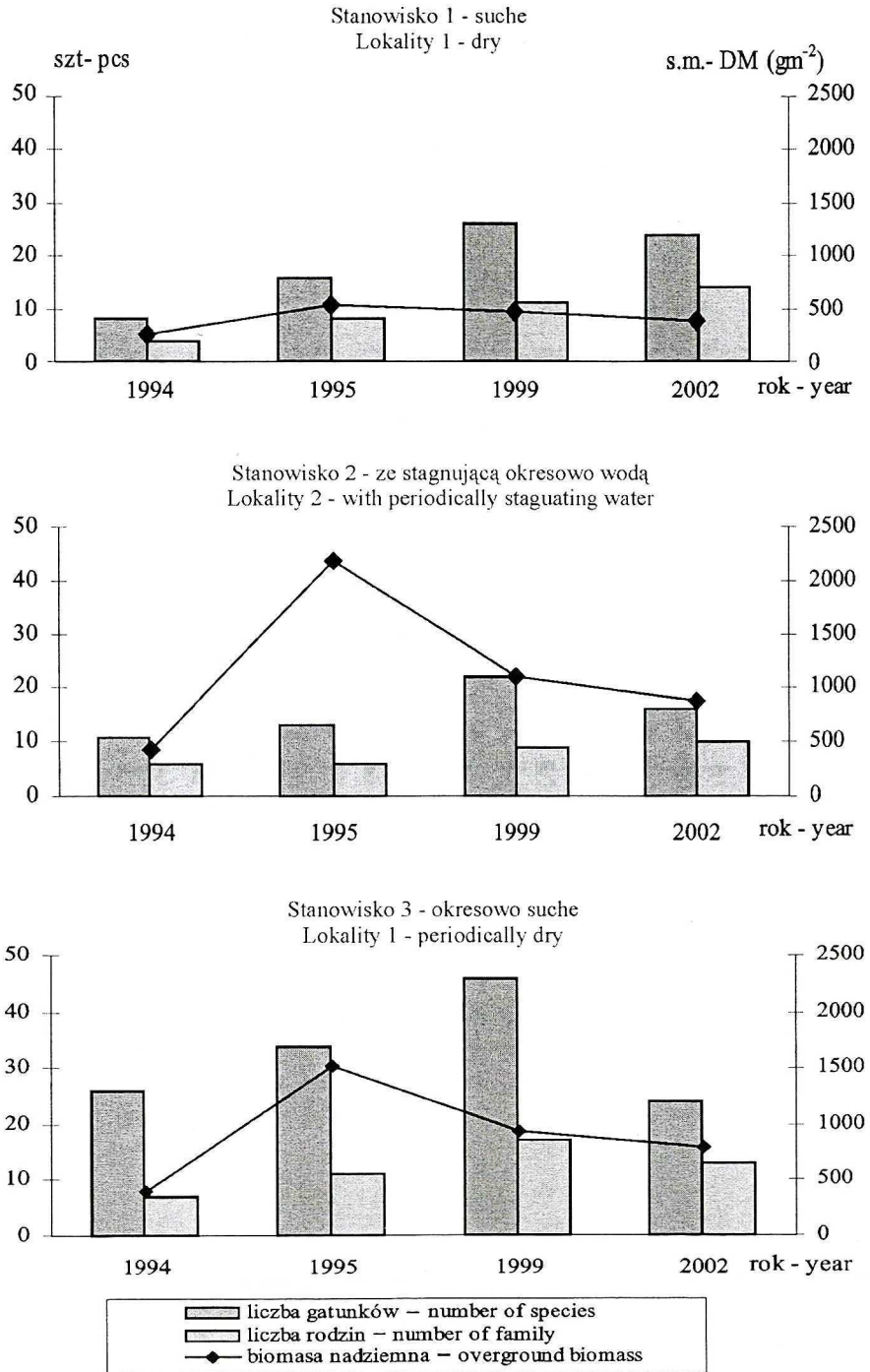


Rys. 2. Udział wysianych traw w składzie gatunkowym powstałych zbiorowisk roślinnych w okresie trzydziestolecia na zwalowisku odpadów karbońskich w Smolnicy

Participation of sown grasses in plant communities over the period of 30 years on Carboniferous waste dumping sites in Smolnica

Postępujące osuszanie terenu oraz zaprzestanie nawożenia po 1995 roku na całej powierzchni spowodowało obniżenie produkcji biomasy nadziemnej. Nie towarzyszyło temu zmniejszanie się liczby gatunków roślin. Dwukrotny odbiór biomasy po nawożeniu na stanowisku 1 i 3 umożliwił pojawienie się i wzrost wielu gatunkom niskim. Na stanowisku suchym stwierdzono obecność: *Luzula campestris*, *Sonchus asper*, *Calluna vulgaris*, *Chamoenerion angustifolium*, *Trifolium dubium*. Zwiększała się liczebność drzew. Na stanowisku okresowo suchym wyrosły *Ajuga reptans*, *Calluna vulgaris*, *Centaurium minus*, *Equisetum arvense*, *Lysimachia vulgaris*, *Trifolium arvense*, *T. dubium*, *T. hybridum*, *Vicia cracca*. Na stanowisku ze stagnującą okresowo wodą, gdzie nie odbierano biomasy stwierdzono powolne ustępowanie gatunków siedlisk nadmiernie uwilgotnionych takich jak *Phragmites australis*, *Iris pseudocorus*, *Typha latifolia* przy zwiększającym się udziale *Calamagrostis epigejos* oraz wystąpieniu *Lysimachia vulgaris* i różnych gatunków z rodzaju *Carex*.

W dziewiątym roku po zastosowaniu zabiegów rekultywacyjnych na wszystkich stanowiskach stwierdzono tendencję do obniżania się produkcji biomasy zielnej. Na stanowisku 1 roślinność zielną, pod licznymi drzewami *Betula verrucosa*, o luźno zwartych koronach, tworzyła *Festuca ovina* z niewielką ilością *Calamagrostis epigejos*. Na stanowisku 2 *Phragmites australis* tworzy już tylko małe grupy, a na obrzeżach



Ryc. 3. Zmiany zachodzące w zbiorowiskach roślinnych zwaliska Bagieniok w Bieruniu zainicjowanych wysiewem traw na grunt odpadów karbońskich przykryty ziemią mineralną
Changes taking place in plant communities initiated by sowing grass Carboniferous waste grounds covered with mineral soil on the Bagieniok dumping site in Bierun

w dużych ilościach pojawiła się *Festuca ovina*. Natomiast na stanowisku 3, okresowo suchym, ze składu florystycznego ustąpiło wiele gatunków zielnych takich jak *Medicago lupulina*, *Trifolium hybridum*, *T. dubium*, *Vicia cracca*, gatunki z rodzaju *Carex*. Miejsce tych roślin zajmuje *Calamagrostis epigejos* oraz jedno i dwuletnie drzewa *Betula verrucosa*.

PODSUMOWANIE

W odbiorze społecznym jakość powstających zbiorowisk roślinnych w trakcie rekultywacji biologicznej gruntów jest bardzo ważna. Związana jest z estetyką okrywy roślinnej terenu oraz ponoszonymi nakładami na ten cel. Dlatego proces rekultywacji biologicznej rozpoczynany wysiewem traw należy oceniać pod względem jakości i trwałości uzyskiwanych zbiorowisk, możliwości użytkowania rekultywowanych terenów oraz nakładów na ten cel. Przeprowadzone badania wykazały duże znaczenie odpowiedniego doboru gatunków i odmian traw w tworzeniu się szaty roślinnej na rekultywowanych powierzchniach. Na tej podstawie sklasyfikowano przydatność uprawnych gatunków traw i niektórych ich odmian do inicjowania zbiorowisk w siedliskach trudnych (Tab. 1). Klasyfikację oparto na zdolności gatunku i odmiany do utrzymania się w runi w warunkach obniżającej się troficzności gleby i okresowych susz, zdolności samoodnawiania się i właściwościach allelopatycznych, które ograniczają osiedlanie się w utworzonym zbiorowisku *Calamagrostis epigejos*. Opracowano także przedziały procentowego udziału jaki mogą zajmować poszczególne gatunki i ich odmiany w mieszankach dla potrzeb rekultywacji gruntów bezglebowych.

Tabela 1. Przydatność gatunków i polskich odmian traw w procesie rekultywacji zwałowisk odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego

Usability of species and varieties of Polish grass in the process of reclamation of waste dumping sites remaining after hard coal mining

Gatunek Species Odmiana Variete	Żywność w latach Vitality in years				Zdolność do samoodnawiania* tworzenia monokultur ** Ability for self-reneval* formation of monocultures**		Przydatność Usability ♣ Duża Great ● Ograniczona Limited □ Brak None	Zalecany udział w mieszankach Recomendated participation in mix %
	1	2 - 3	4 - 5	> 5	*	**		
<i>Dactylis glomerata</i>								
Antoninska			x				●	-
<i>Festuca ovina</i>								
Niko				x	x	x	♣	50 - 70
Sima				x	x	x	♣	50 - 70
Witra				x		x	♣	50 - 70
<i>Festuca rubra</i>								
Atra		x					●	-
Areta			x				●	20 - 30
Brudzyńska		x					□	-
Jagna			x				●	20 - 30
Leo		x					●	-
Nimba			x				♣	20 - 30

Gatunek Species Odmiana Variete	Żywność w latach Vitality in years				Zdolność do samoodnawiania* tworzenia monokultur** Ability for self-renewal* formation of monocultures**	Przydatność Usability ♣ Duża Great ● Ograniczona Limited □ Brak None	Zalecany udział w mieszankach Recommended participation in mix %
	1	2 - 3	4 - 5	> 5			
<i>Festuca pratensis</i>							
Skrzeszowicka	x					□	-
<i>Festuca duriuscula</i>							
Gabi				x		x	♣ 50 - 70
<i>Festuca heterophylla</i>							
Sawa			x			♣	30 - 40
					*	**	
<i>Festuca arundinacea</i>							
Skarpa		x				●	-
<i>Agrostis capillaris</i>							
Niwa		x				●	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>							
Antoninski		x				□	-
<i>Bromus inermis</i>							
Antoninska		x				□	-
<i>Poa pratensis</i>							
Alicja		x				●	20 - 25
Skrzeszowicka			x			□	-
<i>Lolium perenne</i>							
Górczańska		x				□	-
Niga		x				●	15 - 20
Nira		x				●	15 - 20
<i>Lolium x boucheanum</i>							
Mega		x				●	5 - 10
Gała		x				●	5 - 10
<i>Lolium westerwoldicum</i>							
Motycka		x			x	●	5 - 10
Telga		x			x	●	5 - 10
Koga		x			x	●	5 - 10

LITERATURA

- [1] Osmańczyk D.: *Wpływ roślinności zielonej na aktywność enzymatyczną rekultywowanych odpadów górnictwa węglowego*, Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4, 175–181 (1980).
- [2] Patrzałek A.: *Wzrost i rozwój niektórych traw i roślin motylkowatych na zwalowisku odpadów węgla kamiennego Smolnica*, Archiwum Ochrony Środowiska, 1, 183–197 (1984).
- [3] Patrzałek A.: *Zdolność darniotwórcza mieszanek traw i motylkowatych wysiewanych na zwalowisku odpadów węgla kamiennego oraz ich wpływ na wietrzenie gruntu*, Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4, 157–170 (1984).
- [4] Patrzałek A., A. Rostański: *Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpię rekultywowanego biologicznie zwalowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego*, Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4, 157–168 (1992).
- [5] Patrzałek A.: *Formation of plants communities on coal mining waste tips under influence of seeded variety of grass and agricultural treatments*, Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, 147–150 (1997).

- [6] Patrzałek A., J. Łyszczarz: *Wzrost i rozwój mieszanek traw z wsiewką Phacelia tanacetifolia odmiana Stala na rekultywowanych biologicznie skarpach wzgórza zbudowanego z odpadowej karbońskiej masy skalnej*, Łąkarstwo w Polsce, 1, 173–183 (1998).
- [7] Patrzałek A.: *Wzrost i rozwój Festuca rubra odmiana Nimba w siedlisku trudnym*, Łąkarstwo w Polsce, 2, 101–111 (1999).
- [8] Patrzałek A., R. Lutyńska: *Próba określenia przydatności Festuca duriuscula (L.) Koch. – odmiana Gabi – do zadarnień zwałowiska odpadowych skał karbońskich*, Łąkarstwo w Polsce, 2, 113–118 (1999).
- [9] Patrzałek A.: *Gatunki i odmiany traw dla celów specjalnych i ich użytkowanie*, Łąkarstwo w Polsce 3, 105–118 (2000).
- [10] Patrzałek A.: *Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu się zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej*, Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica Ann, VII, 215–227 (2000).
- [11] Patrzałek A.: *Znaczenie traw w powstawaniu zbiorowisk roślinnych na glebach inicjalnych wytworzonych z odpadów karbońskich*, Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Nr 402, Rozprawy CLXXVI (2001).
- [12] Patrzałek A.: *Właściwości gleby inicjalnej powstającej na zwałowisku odpadów karbońskich*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Górnictwo, Z. 248, 151–156, (2001).
- [13] Strzyszczyński Z.: *Ocena przydatności odpadów górniczych Górnosląskiego Zagłębia Węglowego do rekultywacji biologicznej*, Archiwum Ochrony Środowiska, 1-2, 91–123 (1989).
- [14] Twardowska I.: *Mechanizm i dynamizm ługowania odpadów karbońskich na zwałowiskach*, Prace i Studia, 25, 1981.

Wpłynęło: 30 lipca 2002, zaakceptowano do druku: 3 grudnia 2002.