

Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu się zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej

ANNA PATRZALEK

PATRZALEK, A. 2000. The spontaneously settling vegetation involvement in the sown grasses plant communities formation on the mine spoil. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 7: 215–227. Kraków. PL ISSN 1640–629X.

ABSTRACT: During the four years long field experiment on various grasses cultivars sowing, the floristic investigation of the plants spontaneously settling the sward was carried out. The contribution of these plants to plants communities forming was determined.

KEY WORDS: mine spoil, reclamation, vegetation development, natural succession, plant cover, species number, phytomass

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

WSTĘP

Zwałowiska odpadowej karbońskiej masy skalnej zajmują na Śląsku duże powierzchnie i nie ma już wątpliwości, że powinny być pokryte roślinnością. Obudowa biologiczna jest najskuteczniejszym sposobem ograniczenia negatywnego wpływu takich obiektów na środowisko oraz daje możliwość uczynienia ich bardziej przyjaznymi dla człowieka (PATRZALEK i in. 1998). Metody wprowadzania takiej obudowy są różne. Jedną z nich proponuje zebranie z otoczenia zwałowiska nasion roślin ruderalnych i segetalnych oraz ich wysiew w uprzednio przygotowany grunt zwałowiska (JOCHIMSEN i in. 1995). Najczęściej jednak proces rekultywacji biologicznej rozpoczyna się od wysiewu traw przy zastosowaniu różnej agrotechniki (PATRZALEK 1984; PATRZALEK & ŁYSZCZARZ 1998). W zasiewy traw wchodzi gatunki z otoczenia współuczestnicząc w powstawaniu nowych zbiorowisk roślinnych.

Z wielu przeprowadzonych badań florystycznych wynika, że proces sukcesji naturalnej na takich obszarach zachodzi bardzo powoli. Jest on zależny od zachodzących w gruncie procesów glebowych (PATRZALEK & ROSTAŃSKI 1992), od wilgotności gruntu (KOSTUCH & NOGAWIECKA 1993), a za najistotniejsze jego źródło uznano otoczenie (JOCHIMSEN 1996; ROSTAŃSKI 1997). Obserwuje się, że na ogromnych powierzchniach centralnych zwałowisk przez kilkanaście lat, a na niektórych z nich dłużej, nie pojawia się

żadna roślinność, jeżeli nie rozpocznie się na nich prac z zakresu rekultywacji biologicznej.

Celem pracy była ocena udziału roślinności spontanicznej w tworzeniu obudowy biologicznej gruntu z odpadowej masy skalnej metodą wysiewu traw bezpośrednio w grunt zwałowiska, z zastosowaniem nawożenia mineralnego.

OPIS TERENU BADAŃ

Zwałowisko odpadowej karbońskiej masy skalnej towarzyszącej wydobywaniu węgla kamiennego z KWK Piast w Bieruniu powstało na terenie byłych stawów Paciorkowce. Teren ten na skutek eksploatacji węgla uległ obniżeniu i osuszeniu. W celu jego niwelacji do rzędnej terenu otaczającego wypełnia się go odpadową karbońską masą skalną. Część zwałowiska została zbudowana w 1994 r., a w 1995 r. na jego kamienistej powierzchni założono doświadczenie polowe z trawami. Obszar zwałowiska ograniczony był od strony zachodniej, w odległości około 100–150 m, potokiem Goławieckim, do którego przylegał bór świeży mieszany. Od strony północno-wschodniej, w bezpośrednim sąsiedztwie powstałego zwałowiska, w obniżeniu około 3 m znajdował się staw, który zarastał roślinnością szuwarową. Lustro wody było odsłonięte tylko w niewielkim fragmencie. Do stawu przylegały zarośla i pole uprawne, które było w ostatnich latach odłogowane. Na południe od założonego doświadczenia polowego, w odległości około 150 m znajdował się fragment lasu przeobrażonego antropogenicznie. Listę drzew i krzewów, jakie rosły w otoczeniu terenu, na którym prowadzono badania, przedstawiono w tabeli 1.

METODYKA

Gatunki traw i ich odmiany: *Festuca ovina* L. ('Sima', 'Witra', 'Niko'), *Festuca rubra* L. ('Nimba', 'Leo', 'Jagna', 'Atra', 'Areta'), *Festuca heterophylla* Lam. ('Sawa'), *Festuca arundinacea* Schreb. ('Skarpa') oraz *Agrostis capillaris* L. ('Niwa') wysiano w okresie wczesnowiosennym bezpośrednio w kamienisty grunt przy zastosowaniu następującej agrotechniki (obiekty):

A – nawożenie przedsiewne N+P kombinacja 1; B – nawożenie przedsiewne N+P kombinacja 1 + nawożenie pogłównie 1N + koszenie jednorazowe w drugim, trzecim i czwartym roku; C – nawożenie przedsiewne N+P kombinacja 2; D – nawożenie przedsiewne N+P kombinacja 2 + nawożenie pogłównie 2N + koszenie jednorazowe w drugim, trzecim i czwartym roku; 0 – bez wysiewu traw i bez zabiegów agrotechnicznych.

W warunkach zwałowiska pierwsze koszenie na wysokości 20 cm mogło być wykonane dopiero w drugim roku w okresie późnoletnim, po rozpadzie dużych kamieni. W następnych latach ruń była koszona na wysokości 10 cm, jednorazowo każdego roku w lipcu, po zakwitnięciu większości gatunków. Ścięta masa roślinna pozostawała na miejscu. Nawożenie pogłównie stosowano wiosną.

Każdy obiekt prowadzony był w trzech powtórzeniach (blokach), które podzielone były na poletka o powierzchni 15 m². Szerokość ścieżek między poletkami wynosiła 0,5 m, między blokami 1,0 m. Odmiany traw w każdym obiekcie były wysiewane na poletkach losowo. Na każdym poletku sporządzano listę roślin z tzw. nalotu: pierwszą w ostatnich dniach sierpnia 1995 r., następne w ostatnich dniach czerwca każdego następnego roku. Odnotowywano także liczbę stanowisk wystąpienia danego gatunku w runi każdej odmiany traw (za stanowisko uznano wystąpienie gatunku na poletku) oraz jego

żywność według 4-stopniowej skali Braun-Blanqueta. W drugim roku określono wielkość suchej masy nadziemnej tych roślin. Próby pobierano losowo z każdego poletka z powierzchni 1 m² w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki uśredniono lub zestawiono według obiektów i odmian traw. Sporządzono listę drzew i krzewów oraz ich siewek z terenów otaczających doświadczenie. Gatunki spisano z tzw. ściany lasu, zadrzewień i zarośli.

Po wyznaczeniu powierzchni doświadczenia oraz pod koniec każdego okresu wegetacyjnego pobierano próby gruntu do analizy chemicznej. W frakcji ziemistej prób oznaczono: jony sodu, potasu, wapnia metodą fotopłomieniową; jony magnezu metodą absorpcji atomowej; jony amonu, chlorki, azotany za pomocą elektrody jonoselektywnej; jony siarczanowe metodą wagową; fosfor ogólny metodą Bray-Kurtza II (w 0,1 n HCl i 3 n NH₄F); pH w H₂O i pH w KCl; przewodnictwo właściwe – konduktometrycznie (NOWOSIELSKI 1974; KATALOG IOŚ 1991).

Tabela 1. Drzewa i krzewy rosnące w otoczeniu powierzchni doświadczałnej z odmianami traw.

Table 1. Trees and bushes surrounding the experimental field sown with cultivars of grasses.

Gatunek Species	Ilościowość/towarzyskość Cover-abundance scale of Braun-Blanquet/Sociability			Obecność siewek Presence of seedling			
	1	2	3	1	2	3	4
<i>Alnus glutinosa</i>	1,2	3,3	4,4	+	+	+	
<i>A. incana</i>	1,1			-			
<i>Betula verrucosa</i>	1,1		1,1	+		-	+
<i>Corylus avellana</i>	1,1		1,1	-		-	
<i>Crataegus laevigata</i>			1,1			-	
<i>Euonymus europaeus</i>	2,2			+			
<i>Frangula alnus</i>	1,2	1,2	3,3	+	-	+	+
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,1			-			
<i>Populus tremula</i>	2,1	2,2		+	+		+
<i>Prunus padus</i>	2,2		2,2	-		-	
<i>Quercus robur</i>	3,2	2,2	1,1	+	-	-	+
<i>Rubus caesius</i>		2,3	2,2		-	-	
<i>R. fruticosus</i>	1,1	2,2	1,1	-	-	-	
<i>R. idaeus</i>			2,3			-	
<i>Salix triandra</i>			2,1			+	+
<i>S. caprea</i>	1,1		1,1	-		+	
<i>S. cinerea</i>	1,1		1,1	+		+	
<i>S. silesiaca</i>			1,1			+	
<i>S. viminalis</i>		1,2	2,1		+	+	
<i>Sanbucus nigra</i>	1,1		1,1	-		-	
<i>Sorbus aucuparia</i>	1,1			-			
<i>Tilia cordata</i>	1,1			-			
<i>T. platyphyllos</i>	1,1			-			
<i>Ulmus laevis</i>			1,1			+	

Objaśnienia – Explanations: 1 – bór mieszany świeży – recent mixed forest, 2 – zadrzewienia – afforestation, 3 – zarośla (fragment łągi oraz zarośla łożowe) – thicket (fragment of greenland in river vally and thicket of *Salix* sp.), 4 – poletka doświadczalne – experimentals fields.

WYNIKI

Właściwości fizyczne i chemiczne podłoża

Odpady karbońskie tworzą specyficzne podłoże, którego właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne zmieniają się. Są to zmiany zarówno sezonowe, jak i zachodzące w kolejnych latach. Podstawowym parametrem gruntu, który decyduje o wykorzystaniu składników pokarmowych przez roślinę, jest jego odczyn i zasolenie (PATRZALEK i in. 1993). Doświadczenie założono na gruncie, którego frakcja ziemista miała odczyn zasadowy przy pH w H₂O 7,9–8,1, a pH w KCl 6,5–6,8. W następnych latach odczyn gruntu zmienił się na kwaśny, osiągając wartości w czwartym roku pH w H₂O do 4,4 i pH w KCl do 3,7. Na proces zmian kwasowości gruntu wpływ miała zawartość w nim niektórych kationów zasadowych. Ogólnie ich ilość obniżała się, co było związane z procesem wietrzenia, jak również pobierania jonów przez rośliny. W okresie zakładania doświadczenia przewodnictwo właściwe kształtowało się w zakresie wartości 112–259 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Wielkości te pod koniec pierwszego okresu wegetacyjnego wzrosły do wartości w zakresie 144–432 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Na taki stan wpływ miał proces zmniejszania się granulacji odpadów. W następnych latach proces wymywania soli z powierzchniowej warstwy spowodował spadek ich ilości do wartości poniżej 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Zmniejszyła się średnia ilość jonów chlorkowych od 22,34 do 1,41 mg 100 g⁻¹, jonów potasowych od 59,83 do 14,86 mg 100 g⁻¹, jonów sodowych od 80,24 do 24,37 mg 100 g⁻¹. Wzrastała ilość jonów amonowych uwalnianych na drodze wymiany jonowej od 0,90 do 3,97 mg 100 g⁻¹. Zwiększała się też średnia ilość fosforu ogólnego od 4,10 do 7,47 mg 100 g⁻¹.

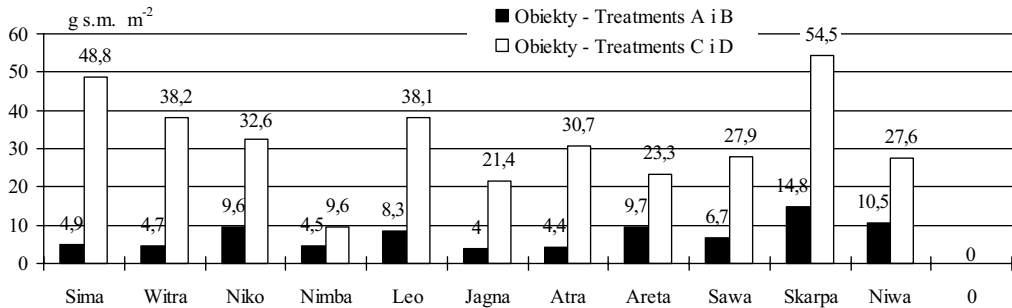
Na zawartość poszczególnych kationów i anionów w gruncie w każdym roku nie miały istotnego wpływu odmiany traw i stosowane nawożenie mineralne. Ilościowe różnice stwierdzano w kolejnych latach niezależnie od odmiany traw i poziomu nawożenia.

Gatunki z nalotu w zasiewach traw

Intensywne pojawianie się roślin nie wysiewanych na powierzchni doświadczenia zaobserwowano pod koniec pierwszego okresu wegetacyjnego. W ostatnich dniach sierpnia stwierdzono na nich obecność 27 gatunków. W drugim roku, w czerwcu, odnotowano ich w runi wysiewanych traw już 37. Były to rośliny światłolubne o nasionach lotnych i nie lotnych. Najliczniej, 6–9 stanowisk w obiekcie, zajmowały *Calamagrostis epigejos*, *Matricaria maritima*, *Conyza canadensis*, *Sonchus arvensis*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara*, *Bromus erectus*, *B. hordeaceus*, *Cirsium arvense* i *Eupatorium cannabinum* (nazwy gatunków według MIRKA i in. 1995). Na liczbę stanowisk tych roślin nie miała wpływu wielkość dawki zastosowanego przedsięwzięcia nawożenia mineralnego. W większej mierze wpłynęło ono na ilość wytworzonej masy. W obiektach C i D średnia masa nadziemna roślin z tzw. nalotu w runi różnych odmian traw kształtowała się od 10 do 55 g s.m⁻². W obiekcie A i B była mniejsza w granicach wartości od 4 do 15 g s.m⁻² (Ryc. 1).

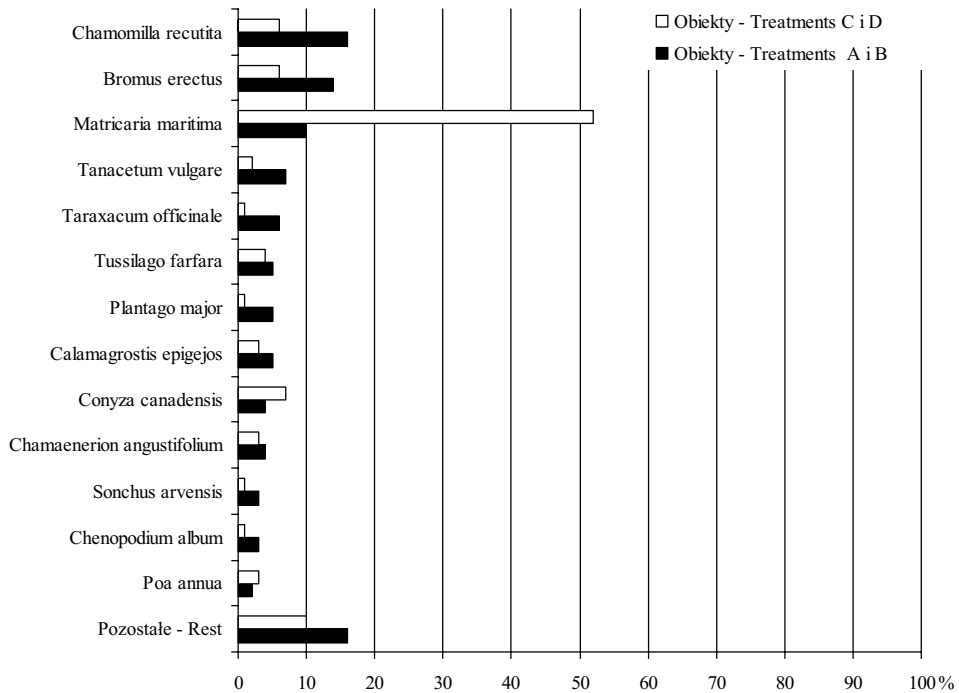
Na wyższe nawożenie mineralne szczególnie zareagowała *Matricaria maritima*, której udział w ogólnej masie roślin spontanicznych w obiektach C i D osiągał 52%. Na powie-

rzchniach o niższym nawożeniu (A i B) udział ten wynosił tylko 11%. Wyższą masę na tych obiektach tworzyły *Chamomilla recutita* 18% i *Bromus erectus* 15% (Ryc. 2).



Ryc. 1. Masa nadziemna roślin spontanicznie osiedlających się w runi traw w drugim roku po ich wysiewie.

Fig. 1. Above-ground mass of vegetation spontaneously settling the sward in the second year after sowing.



Ryc. 2. Udział niektórych gatunków w ogólnej masie roślin spontanicznie osiedlających się w runi traw w drugim roku po ich wysiewie.

Fig. 2. The contribution of some species of plants spontaneously settling the sward to whole mass of vegetation in the second year after sowing.

Spośród wszystkich gatunków, które osiedliły się w runi traw w pierwszych dwóch latach doświadczenia, tylko 17 gatunków wieloletnich oraz 5 gatunków jednorocznych utrzymało się do 4 roku. W tej grupie 11 gatunków systematycznie zmniejszało liczbę swoich stanowisk, zachowało je 5 gatunków (*Cerastium arvense*, *Eupatorium cannabinum*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago farfara*), a zwiększało ich liczbę 6 gatunków (*Artemisia vulgaris*, *Betula verrucosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Poa compressa* i *Populus tremula*). W czwartym roku masa tych roślin była jednak bardzo mała.

Od drugiego roku we wszystkich obiektach poza obiektem kontrolnym zaczęły pojawiać się siewki drzew (*Betula verrucosa*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Salix triandra*). Były one w okresie zimowym zgryzane przez zwierzynę leśną. Dlatego część z nich ginęła. Od trzeciego roku odnotowano pojawienie się motylkowatych *Trifolium dubium* oraz *T. hybridum*. W czwartym roku jedynym nowym gatunkiem, który pojawił się w runi traw była *Lactuca serriola*. Na powierzchniach kontrolnych dopiero w trzecim i czwartym roku stwierdzono obecność pojedynczych roślin dwóch gatunków traw, *Calamagrostis epigejos* oraz *Poa compressa*. Nie przeszły one w tym czasie pełnego cyklu rozwojowego. Na powierzchni doświadczenia w okresie czterech lat ogółem osiedliło się 46 gatunków roślin naczyniowych.

Żywoćność roślin z tzw. nalotu w kolejnych latach zmniejszała się. W drugim roku doświadczenia większość gatunków nie wysiewanych osiągnęła pełny cykl rozwojowy oraz normalny wzrost. Jednak w następnych latach pełny cykl rozwojowy osiągnęły jedynie *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Tussilago farfara*, *Leontodon autumnalis*, *Trifolium hybridum*, *T. dubium* i *Poa compressa*. Pozostałe gatunki były skarłale, zakwitły, ale nie wydały nasion albo nie przeszły pełnego cyklu rozwojowego pomimo normalnego wzrostu (Tab. 2).

Zależność między wysiewanymi odmianami traw a osiedlaniem się w ich runi roślin z nalotu

Wysiane gatunki traw i ich odmiany różniły się tempem wzrostu i rozwoju. Znalazło to odzwierciedlenie w pokryciu gruntu i składzie gatunkowym tworzonych w kolejnych latach zbiorowisk roślinnych (Ryc. 3).

Liczba osiedlających się roślin w runi gatunków i odmian traw była zróżnicowana i zmieniała się w kolejnych latach (Ryc. 4)

Wszystkie odmiany *Festuca ovina* charakteryzuje wieloletnia żywoćność przy powolnym wzroście i rozwoju początkowym. Są to trawy kępkowe, niskie, o bardzo małych wymaganiach siedliskowych. W pierwszym roku doświadczenia, w trzeciej dekadzie sierpnia, w zasiewach odmian kostrzewy owczej we wszystkich obiektach odnotowano 20 gatunków roślin nie wysiewanych. W drugim roku niezależnie od obiektu i odmiany stwierdzono ich od 9 do 13. Pod ich osłoną dobrze rozwijały się wolno rosnące odmiany *F. ovina*. Od trzeciego roku zwarta ruń odmiany 'Sima' i 'Witra' wyeliminowała większość gatunków obcych ze swego składu. Zasiadlały się w tym czasie w pustych miejscach w runi (powstałych po rozpadzie większych kamieni) głównie drzewa: *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, *Quercus robur* oraz nieliczne gatunki zielne. Odmiana 'Niko' była naj-

Tabela 2. Gatunki spontanicznie osiedlające się w runi odmian traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej.
Table 1. Species spontaneously settling the sward formed by sown grasses cultivars on the mine spoil.

Lp. No	Gatunek Species	Obiekty – Treatments																					
		A			B			C			D			0									
		1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	<i>Agrostis capillaris</i>	1,3	2,4			2,3	2,4																
2	<i>Alopecurus geniculatus</i>	1,4				1,4																	
3	<i>Apera spica-venti</i>	1,4	2,4			1,4	2,4			2,4	4,4			2,4	4,4								
4	<i>Artemisia vulgaris</i>	1,3	1,4	1,1	3,1	1,3	1,4	1,1	2,1	3,3	3,4		3,1	3,3	3,4	2,1	3,1						
5	<i>Atriplex patula</i>									3,4					3,4								
6	<i>Betula verrucosa</i>	1	6	7		1	3	6		3	4	6		3	3	3	6						
7	<i>Bidens tripartita</i>	2,4	4,4			2,4	4,4																
8	<i>Bromus erectus</i>	3,4	4,3			3,4	4,3			4,4	6,3			5	6,3								
9	<i>B. hordeaceus</i>	8,4	7,4			8,4	7,4			6,4	5,4			5,4	5,4								
10	<i>Calamagrostis epigejos</i>	9,3	9,4	9,4		9,3	9,4	9,4		5,3	8,4	9,4		5,3	8,4	8,4					3,3	5,3	
11	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2,4	2,4			2,4	2,4																
12	<i>Carduus crispus</i>	2,4				2,4		1,3		1,4	2,3	3,2		1,4									
13	<i>Cerastium arvense</i>	1,4	2,4	1,4	4,2	2,4	2,4		3,2			4,2											
14	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	1,3	1,4	2,2	1,2	1,3	1,4	1,2	4,2			2,2	2,2										
15	<i>Chenopodium album</i>	3,4	3,4			3,4	3,4			2,4	2,4			2,4	2,4								
16	<i>Cirsium vulgare</i>	1,4				1,4						2,4											
17	<i>Cirsium arvense</i>	1,4	7,4	3,4	5,4	2,4	7,4	4,4	3,4	1,4	6,4	8,4	4,4	1,4	6,4	7,4	6,4						
18	<i>Conyza canadensis</i>	9,4	9,4	3,2	3,2	8,4	9,4	3,2	5,2	9,4	9,4	3,2	2,2	7,4	9,4	2,2	2,2						
19	<i>Daucus carota</i>	4,3	2,3	2,2		4,3	2,3	3,2		1,3	1,3	2,2		1,3	1,3	1,3	3,2						
20	<i>Echium vulgare</i>	1,3	1,4			1,3	1,4		1,4	2,3	2,4			2,3	2,4								
21	<i>Frangula alnus</i>	1			1																		
22	<i>Eupatorium cannabinum</i>	1,4	8,2	7,2		1,4	8,2	7,2		4,3	6,4	6,2	9,2	5,3	6,4	6,2	7,2						
23	<i>Holcus lanatus</i>									1,4	1,3			1,4	1,3								
24	<i>Lactuca serriola</i>																						

(c.d.)

Tabela 2. Ciąg dalszy – Table 2. Continued.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
25	<i>Leontodon autumnalis</i>				3,4				1,4	1,4	1,4	3,4	3,4	1,4	1,4		1,4				
26	<i>Linaria vulgaris</i>											1,4	1,4								
27	<i>Chamomilla recutita</i>	6,3	6,4			6,3	6,4			2,3	2,4			2,3	2,4						
28	<i>Matricaria maritima</i>	9,3	9,4	4,2	1,2	9,3	9,4	2,2		9,3	9,4	6,2	4,2	9,3	9,4	4,2	1,2				
29	<i>Pinus sylvestris</i>			1	1																
30	<i>Plantago major</i>		3,3		1,3		3,3			1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3					
31	<i>Poa annua</i>	2,4	2,4			2,4	2,4		1,4	5,4	5,4	1,4	1,3	5,4	5,4						
32	<i>P. compressa</i>																				
33	<i>Polygonum aviculare</i>	3,4	4,4			2,4	4,4		1,4	2,4	3,4			3,4	3,4						2,4 3,4
34	<i>Populus tremula</i>		2	3	3		2			1				1							
35	<i>Quercus robur</i>			1	1				1				1								
36	<i>Rumex crispus</i>		3,4	2,2			3,4			4,4	4,4	1,2	1,2	4,4	4,4	1,1	1,2				
37	<i>R. acetosella</i>								2,3			1,3	1,3				1,3				
38	<i>R. acetosa</i>		3,4	1,3	1,3		3,4	1,3	4,3	3,4	2,3	1,3	1,3	3,4	3,4	1,3	3,3				
39	<i>Salix triandra</i>									1	1	1	1								
40	<i>Senecio viscosus</i>									1,4	2,4			1,4	2,4						
41	<i>Sonchus arvensis</i>	8,3	8,4	3,2		6,3	8,4			8,3	9,4	2,2	1,2	7,3	9,4	1,2	1,2				
42	<i>Tanacetum vulgare</i>	7,3	7,4	7,3	5,3	7,3	7,4	3,3	3,3	4,3	5,4	6,3	4,3	5,3	5,4	2,3	6,3				
43	<i>Taraxacum officinale</i>	4,4	4,4	3,2	4,2	4,4	1,2	5,2		5,4	4,2	2,2	2,2	5,4	5,4	1,2	4,2				
44	<i>Trifolium dubium</i>			1,4			1,4	3,4			2,4	4,4	4,4				1,4				
45	<i>T. hybridum</i>			3,4	1,4		3,4				2,4	3,4	3,4			2,4	4,4				
46	<i>Thussilago farfara</i>	7,3	8,4	8,4		7,3	7,4	8,4		9,3	8,4	8,4	8,4	9,3	7,4	8,4					
Liczba wystąpień w obiekcie – Number of localities		69	122	73	73	70	122	48	72	65	117	72	81	65	116	49	72	0	0	5	8
Liczba gatunków – Number of species		19	32	22	23	19	32	15	20	17	30	21	26	17	29	16	22	0	0	2	2

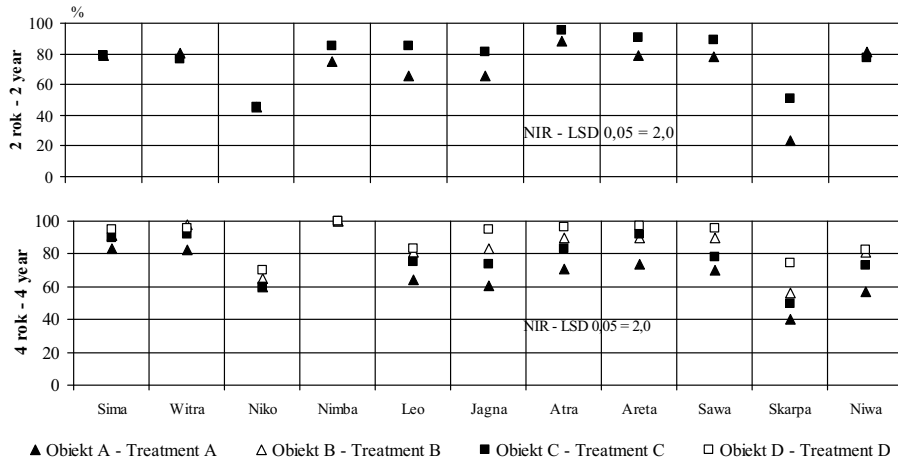
* liczba wystąpień w obiekcie – number of localities in treatments, ** żywotność – vitality (Braun Blanquet)

1 – gatunek skarlony, rośliny nie kwitną – half-grown species, not flowering

2 – gatunek skarlony, rośliny kwitną ale nie owocują – half-grown species, flowering, acarpous

3 – gatunek o niepełnym cyklu rozwojowym, rośliny o normalnym wzroście lecz nie kwitną – cycle of development incomplete, standard plant growth, not flowering

4 – gatunek o pełnym cyklu rozwojowym, normalnym wzroście – cycle of development and growth plant standard



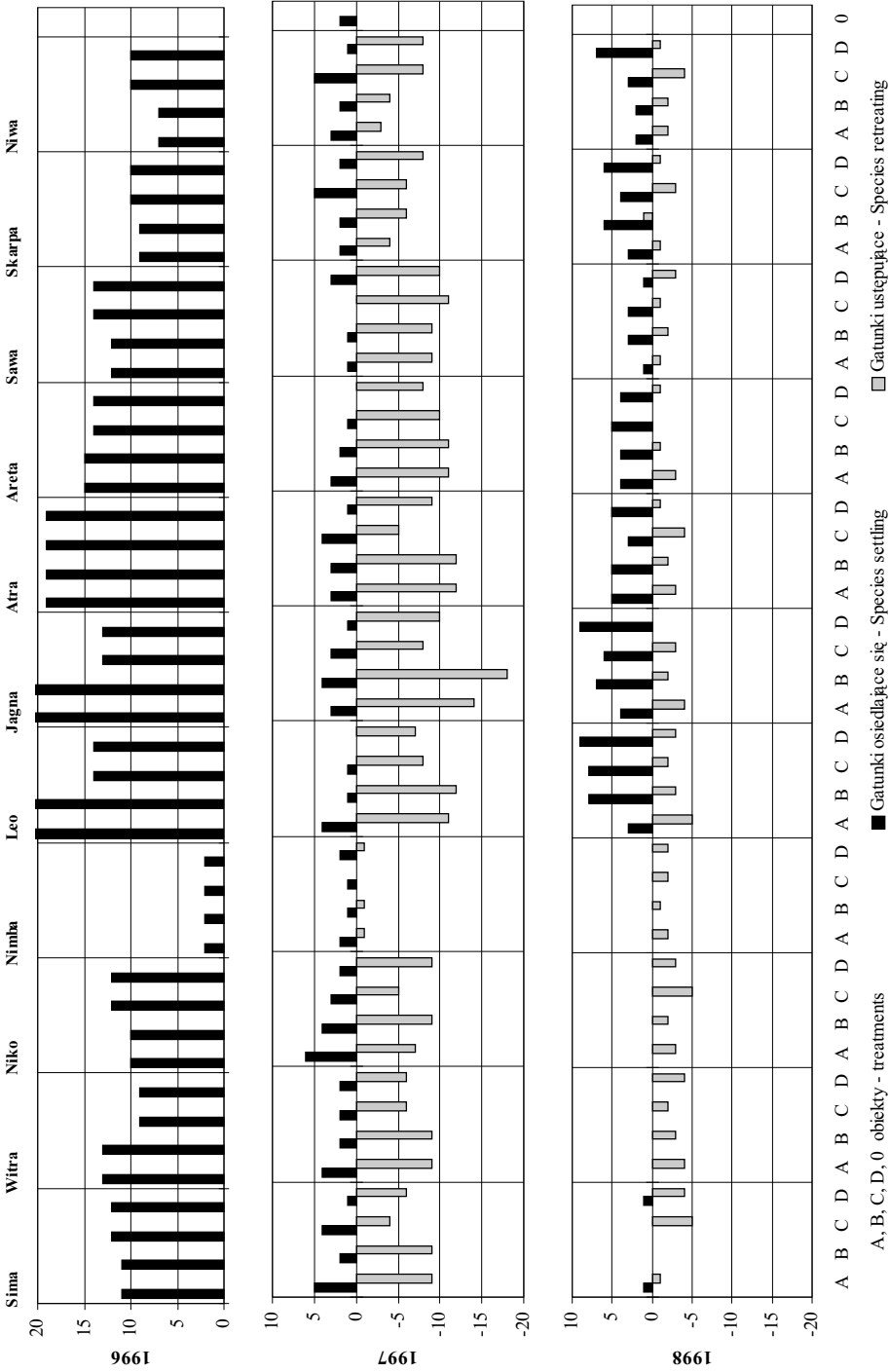
Ryc. 3. Pokrycie gruntu z karbonicznej masy skalnej różnymi odmianami traw.

Fig. 3. Covering of the carbon waste rock ground by grass cultivars.

wolniej rosnącą z wysiewanych odmian kostrzewy owczej. W czwartym roku pokrywała grunt w 70%. Pomimo tego z każdym rokiem obserwowano ustępowanie z jej runi gatunków nie wysiewanych. Jedynym gatunkiem utrzymującym się i przechodzącym pełny cykl rozwojowy był *Calamagrostis epigejos*.

Odmiany *Festuca rubra* 'Nimba', 'Leo', 'Jagna', 'Atra', 'Areta', są to trawy luźno kępkowe, które pełny wzrost i rozwój uzyskują w drugim roku po wysiewie. Mają większe wymagania troficzne, osiągają także wyższy wzrost i szybciej się starzeją, niż odmiany kostrzewy owczej. W czwartym roku na gruncie zwałowiska przy braku zabiegów agrotechnicznych zamierają (PATRZAŁEK 1999). Odmiana 'Nimba' na tym stanowisku wyróżniała się bardzo szybkim wzrostem, niezależnie od zastosowanej agrotechniki. Już w pierwszym roku po wysiewie wyrównane pokrycie gruntu uniemożliwiło osiedlanie się w jej runi większej liczby roślin z tzw. nalotu. Taki stan utrzymywał się przez cztery lata. Liczniej osiedliły się gatunki nie wysiewane w runi pozostałych odmian. W pierwszym roku było ich 25 do 27, natomiast w drugim od 14 do 21. W trzecim roku we wszystkich obiektach kostrzewy czerwonej niezależnie od zastosowanej agrotechniki liczba gatunków zmalała (od 4 do 13). Wiązało się to z uzyskaniem pełnego wzrostu i rozwoju tych odmian w tym okresie. W czwartym roku obniżająca się żywotność kostrzewy czerwonej spowodowała ponownie pojawienie się w ich runi większej liczby gatunków roślin (8–17).

Odmiana *Festuca heterophylla* 'Sawa' jest trawą drobnokępkową, tworzy ruń podobną do odmian kostrzewy czerwonej, o mniejszych wymaganiach troficznych i wolniej starzejącą się od nich w warunkach zwałowiska. W pierwszym roku w zasiewach tej odmiany odnotowano od 21 do 24 a w drugim od 12 do 14 gatunków nie wysiewanych. W trzecim roku ich liczba w poszczególnych obiektach spadła od 3 do 7. Taki stan utrzymał się również w roku następnym.



Ryc. 4. Liczba gatunków osiedlających się i ustępujących z rumi odmian traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej.

Fig. 4. The numbers of species settling the sward on the mine spoil and retreating from it.

Odmiana *Festuca arundinacea* 'Skarpa' należy do traw wysokich, kępkowych o dużych wymaganiach w stosunku do azotu. Na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej jej wzrost i rozwój zależy od zasobności gruntu w ten składnik. Siedlisko i zastosowana w doświadczeniu agrotechnika nie zapewniły tych warunków. Przy słabym pokryciu (w czwartym roku 40–55% w obiektach A, B, C) liczba 9–10 gatunków z nalotu utrzymywała się w runi przez okres czterech lat. Były to głównie: *Betula verrucosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Conyza canadensis*, *Matricaria maritima* i *Tussilago farfara*.

Agrostis capillaris to trawa luźno kępkowa, siedlisk ubogich, o małej konkurencyjności. Jej odmiana 'Niwa' w warunkach zwałowiska, przy zastosowanej agrotechnice osiągała dobry wzrost i rozwój i pokrywała grunt w 80% już w drugim roku. W pierwszym roku w jej runi było 7 do 10 gatunków z nalotu, w czwartym roku od 5 do 9.

Koszenie runi jest zabiegiem agrotechnicznym, który eliminuje wiele gatunków, szczególnie wysokich jednorocznych oraz ogranicza cykl rozwojowy roślin. Zabieg ten połączony z nawożeniem mineralnym korzystnie wpływa na krzewienie się traw. Na zabieg koszenia i nawożenia runi zareagowały zmniejszeniem liczby wystąpień: *Calamagrostis epigejos*, *Carduus crispus*, *Cerastium arvense*, *Leontodon autumnalis*, *Matricaria maritima*, *Poa annua*, *P. compressa* i *Sonchus arvensis*. Nie zmniejszyła się liczba wystąpień na skutek koszenia i nawożenia takich gatunków wieloletnich dwuliściennych, jak: *Artemisia vulgaris*, *Daucus carota*, *Chamaenerion angustifolium*, *Rumex crispus*, *R. acetosella*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinale* i *Tussilago farfara*.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Roślinność wprowadzona w procesie rekultywacji biologicznej na zwałowisko tworzy z gruntem tego zwałowiska układ współzależny. Właściwości fizyczne i chemiczne tworzącej się gleby kształtują się pod wpływem składu mineralogicznego odpadów, warunków powietrzno-wodnych oraz działalności mikroorganizmów. Źródłem związków rozpuszczalnych w gruncie, z których może korzystać roślina, są procesy rozkładu minerałów oraz wymiana jonowa w minerałach ilastych. Przebieg tych procesów rzutuje przede wszystkim na możliwości odżywiania się roślin, co z kolei decyduje o jakości tworzących się zbiorowisk roślinnych (PATRZALEK & PACHA 1991).

W początkowym okresie przemian fizycznych i chemicznych gruntu w jego powierzchniowej warstwie nie ma dostatecznych warunków troficznych. Dlatego na takie stanowiska ważny jest dobór roślin o małych wymaganiach siedliskowych i odpowiednia agrotechnika. Najbardziej przydatnymi gatunkami dla inicjowania zbiorowisk w takich siedliskach są trawy uprawne. Funkcje runi trawiastej mogą być wspomagane przez roślinność z tzw. nalotu. Szczególną rolę odgrywa tu roślinność o dużej tolerancji na zmieniające się czynniki siedliskowe (ROSTAŃSKI 1998). Jej skład gatunkowy zależy od terenów otaczających, które stanowią o banku nasion na tym stanowisku (JOCHIMSEN i in. 1995).

Odmiana *Festuca ovina* 'Sima', która inicjowała powstawanie zbiorowiska roślinnego na otoczonym lasami zwałowisku w Smolnicy tworzyła po 18 latach siedlisko o

charakterze murawy kserotermicznej z *Betula verrucosa*, *Pinus sylvestris* i *Populus tremula*. Po tym samym czasie w tych samych warunkach zbiorowisko traw utworzone z *Dactylis glomerata* zostało opanowane całkowicie przez *Calamagrostis epigejos* (PATRZALEK & PACHA 1991). Badania florystyczne przeprowadzone na skarpie zwałowiska bardzo kwaśnych odpadów karbońskich w szóstym roku po zastosowanych jednorazowo zabiegach agrotechnicznych wykazały, że okrywą skarpy w przeważającej części w tym okresie tworzyły wysiane trawy. Pomimo tego zanotowano w ich runi 40 gatunków roślin naczyniowych (PATRZALEK & ROSTAŃSKI 1992).

Gatunki wchodzące spontanicznie w tworzące się zbiorowiska traw są bardzo pożądane. Mogą pełnić rolę rośliny ochronnej w zasiewach traw wolno rosnących takich jak odmiany *Festuca ovina*. Wnoszą też w kamienisty grunt dodatkową biomasę, która uaktywnia biologicznie grunt. W drugim roku prowadzonego doświadczenia sucha masa nadziemna roślin spontanicznych wynosiła od 4 do 55 g m⁻². Wysiewane trawy w tym roku wyprodukowały od 60 do 660 g m⁻² suchej masy nadziemnej. Dla tak ubogiego siedliska jest to ilość znacząca w porównaniu np. z roczną produkcją siana naturalnej łąki, która wynosi średnio 400–1000 gm⁻² (GRYNIA 1995).

Roślinność spontaniczna wzbogaca barwnie powstające na zwałowisku zbiorowiska wysiewanych traw. Uczestniczą w tym w pierwszych latach gatunki obficie kwitnące, takie jak *Maticaria maritima*, *Chamomilla recutita*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara*, *Cirsium arvense*, *Eupatorium cannabinum* czy *Chamaenerion angustifolium*.

Większość gatunków, które zasiedliły ruń, ustąpiło w pierwszych dwóch latach. Tylko nieliczne, jak *Calamagrostis epigejos*, *Cirsium arvense*, *Tussilago farfara*, *Leontodon autumnalis*, *Poa compressa*, *Betula verrucosa* czy *Populus tremula* przetrwały cztery lata, zachowując wysoki stopień żywotności. Zaobserwowano zróżnicowane osiedlanie się roślin niewysiewanych w runi odmian *Festuca ovina* i odmian *Festuca rubra*. Pomimo właściwości allelopatycznych *F. rubra* (KOZŁOWSKI i in. 1998), w runi jej odmian: 'Leo', 'Jagna', 'Atra', 'Areta' udział roślin z nalotu był większy niż w runi pozostałych gatunków.

Wysiew traw przy zastosowaniu zabiegów agrotechnicznych na gruncie zwałowiska odpadowej karbońskiej masy skalnej przyspiesza i ukierunkowuje proces sukcesji naturalnej na tych terenach.

LITERATURA

- GRYNIA M. 1995. Łąkarstwo. ss. 430. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu.
- JOCHIMSEN M. E. A. 1996. Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. – Water, Air and Soil Pollution. Kluwer Academic Publishers 91: 99–108.
- JOCHIMSEN M., HARTUNG J. & FISCHER I. 1995. Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. – Ber. Reinhold-Tüxen-Ges. Hannover 7: 69–88.
- KATALOG IOŚ, 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Warszawa.
- KOSTUCH R. & NOGAWIECKA H. 1993. 4 International Symposium on the Reclamation, Treatment and

- Utilization of Coal Mining Wastes ss. 988. University of Agriculture in Kraków. Plant succession trends as an indicator of the recultivation of the coal mining wastes. **2**: 801–806.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P. & SWĘDRZYŃSKI A. 1998. Trawy w barwnej fotografii i zwięzłym opisie ich specyficznych cech. ss. 344. Wydawnictwo Literackie Parnas, Inowrocław.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 1995. Vascular plants of Poland – a checklist. – Polish Bot. Stud. Guideb. Ser. **15**: 3–303.
- NOWOSIELSKI O. 1974. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. ss. 295–299. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- PATRZALEK A. 1984. Wzrost i rozwój niektórych traw i roślin motylkowatych na zwałowisku odpadów węgla kamiennego „Smolnica”. – Arch. Ochr. Środ. **1**: 183–197.
- PATRZALEK A. 1999. Wzrost i rozwój *Festuca rubra* L. odmiana Nimba w siedlisku trudnym. – Łąkarstwo w Polsce **2**: 101–111.
- PATRZALEK A. & ŁYSZCZARZ J. 1998. 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.
- PATRZALEK A. & PACHA J. 1991. Poznawcze i praktyczne efekty badań prowadzonych w CPBP nr 03.11 w latach 1986–1990. ss. 360. Kształtowanie się czynników biologicznych w gruncie zwałowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego w zależności od sposobu rekultywacji. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN Zabrze: 182–184.
- PATRZALEK A. & ROSTAŃSKI A. 1992. Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwałowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego. – Arch. Ochr. Środ. **3–4**: 157–168.
- PATRZALEK A., BOGDANOWSKI J. & MYCZKOWSKI Z. 1998. Contaminated and derelict land. Green 2. ss. 516. Thomas Felford Publishing. Structural landscaping in a recreational park sited on a mining waste dump Bieruń Nowy (Upper Silesia): 444–452.
- PATRZALEK A., TWARDOWSKA I. & SZCZEPAŃSKA J. 1993. 4 International Symposium on the Reclamation, Treatment and Utilization of Coal Mining Wastes. ss. 988. University of Agriculture in Kraków. Biological reclamation of coal mining waste tip as an essential factor in its resultant environmental impact **2**: 807–816.
- ROSTAŃSKI A. 1997. Flora spontaniczna hałd Górnego Śląska. – Arch. Ochr. Środ. **3–4**: 159–165.
- ROSTAŃSKI A. 1998. Contaminated and derelict land. Green 2. ss. 516. Thomas Felford Publishing. Spontaneous flora on coal spoil heaps in Upper Silesia (Poland): 488–491.

SUMMARY

In the field experiment, the contribution of spontaneously settling vegetation to formation of plants communities together with the sown species and cultivars of grasses such as: *Festuca ovina* L. ('Sima', 'Witra', 'Niko'), *Festuca rubra* L. ('Nimba', 'Leo', 'Jagna', 'Atra', 'Areta'), *Festuca heterophylla* Lam. ('Sawa'), *Festuca arundinacea* Schreb. ('Skarpa'), *Agrostis capillaris* L. ('Niwa') was evaluated.

The experiment was carried out in the conditions of intensive as well as extensive use of the sward. The plants spontaneously settling the sward play protective role for *Festuca ovina* cultivars, their biomass contribute to soil forming processes, and they enrich colours of the forming plants community. The sown species and cultivars of grasses speed up the natural succession on these areas.

Przyjęto do druku: 22.01.2000 r.