

## Cele, zakres i organizacja badań na obszarze Olkuskiego Okręgu Rudnego

Paweł KAPUSTA, Barbara GODZIK

*Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, 31-512 Kraków, ul. Lubicz 46, e-mail: p.kapusta@botany.pl; b.godzik@botany.pl*

Nadrzędnym celem badań prowadzonych w ramach projektu pt. „Roślinność gleb galmanowych i jej znaczenie dla zachowania różnorodności biotycznej i krajobrazowej terenów pogórnicznych” (MF EOG PL 0265) było uzyskanie możliwie pełnej charakterystyki botanicznej i ekologicznej roślinności występującej na obszarze Olkuskiego Okręgu Rudnego (OOR), w szczególności poznanie jej składu gatunkowego i różnorodności, rozmieszczenia i obfitości występowania gatunków oraz stopnia mozaikowości pokrywy roślinnej. W projekcie określone zostały: 1) zależność tych atrybutów od skali przestrzennej, zmienności czynników środowiskowych (właściwości fizykochemicznych gleb, geologii, topografii, typu użytkowania i rzeźby terenu) i relacji międzygatunkowych, 2) ich wpływ na aktywność biologiczną gleby i stabilizację warunków geochemicznych podłoża, a także 3) ich znaczenie dla rehabilitacji zniszczonego krajobrazu.

W oparciu o uzyskane wyniki dokonano oceny kondycji szaty roślinnej i jej wartości, a także oceny efektywności i dalekosiężnych skutków rekultywacji (zalesiania) prowadzonej na terenach pogórnicznych.

Część uzyskanych wyników badań została opublikowana w specjalistycznych czasopismach w wielu artykułach oryginalnych i popularnonaukowych,

w monografi i kilkudziesięciu komunikatach konferencyjnych (Grodzińska i Godzik – Rozdział 5, niniejszy tom).

Projekt realizowano w czterech następujących zadaniach:

- Identyfikacja typów roślinności i mapowanie ich rozmieszczenia;
- Badania różnorodności gatunkowej roślin naczyniowych, mszaków i porostów;
- Badania właściwości fizykochemicznych gleb i aktywności organizmów glebowych;
- Badania wybranych cech drzewostanów sosnowych.

Cele szczegółowe poszczególnych zadań badawczych przedstawiono przy opisie każdego z zadań.

Badania były wykonywane w różnych skalach przestrzennych:

- na całości obszaru OOR (48 km<sup>2</sup>; Ryc. 1);
- na 49 stałych powierzchniach badawczych (każda o powierzchni 400 m<sup>2</sup>) założonych w OOR w wybranych płatach roślinności reprezentującej różne typy zbiorowisk (Ryc. 2);
- na 441 poletkach badawczych (każde o powierzchni 4 m<sup>2</sup>) zlokalizowanych w obrębie 49 stałych powierzchni badawczych (Ryc. 3).

## Szczegółowy opis realizacji zadań i uzyskanych wyników

### Identyfikacja typów roślinności i mapowanie ich rozmieszczenia

Cele szczegółowe tego zadania to:

1. wykonanie mapy przestrzennego zróżnicowania typów roślinności dla terenu OOR;
2. waloryzacja szaty roślinnej OOR w oparciu o obecność i zasięg szczególnie cennych zbiorowisk roślinnych;
3. określenie związku pomiędzy intensywnością antropopresji a zróżnicowaniem roślinności na poziomie gatunkowym i fitocenotycznym.

W granicach obszaru OOR (48 km<sup>2</sup>) kartowano wszystkie jednorodne płaty roślinności o wielkości co najmniej 500 m<sup>2</sup>. Kartowanie w terenie wykonano w skali 1: 5000 na podkładzie ze zdjęć lotniczych (ortofotomap). W razie potrzeby, lokalizację płatów określano w oparciu o pomiary GPS.

Dla każdego z wyróżnionych i kartowanych płatów roślinnych sporządzono w terenie spis gatunków dominujących i gatunków wyróżniających jednostki fitosocjologiczne w randze klasy, rzędu lub związku. Spis liczył zazwyczaj kilkanaście gatunków roślin. Na podstawie tej informacji większość płatów roślinnych już w terenie zaliczono do jednostek roślinności co najmniej w randze związku. Pozostałe płaty zaliczono do jednostek roślinności wyróżnionych dopiero po skartowaniu całego terenu i zestawieniu uzyskanych spisów. Płaty związane z podłożem galmanowym identyfikowano na podstawie obecności gatunków wskaźnikowych wyróżnionych w pracy Grodzińskiej i Szarek-Łukaszewskiej (2009). W przypadku lasów i zadrzewień w klasyfikacji uwzględniono również wiek drzewostanu, który określano poprzez liczenie okółków gałęzi u sosny zwyczajnej. Wyróżniono trzy klasy wieku: 1) do 20 lat, 2) 21–40 lat i 3) powyżej 40 lat.

Zebrane dane, po zeskanowaniu arkuszy pierwowysu terenowego mapy roślinności, zdigitalizowano w środowisku GIS, a poszczególne płaty roślinne zakodowane zostały według opracowanej dla terenu OOR klasyfikacji.

W opracowaniu statystycznym danych wykorzystano podział terenu badań na kwadraty ATPOL

o boku 1 km. W każdym kwadracie określono liczbę typów roślinności, powierzchnię przez nie zajmowaną, liczbę jednorodnych płatów roślinnych i zróżnicowanie ich wielkości.

Wyniki badań wykonanych w ramach tego zadania przedstawiono w rozdziale 7 niniejszego tomu (Holeksa i in.).

### Badania różnorodności gatunkowej roślin naczyniowych, mszaków i porostów

Pierwsza część badań w obrębie tego zadania polegała na **inwentaryzacji wszystkich gatunków roślin naczyniowych** występujących w granicach OOR. Cele szczegółowe tego zadania sformułowano następująco:

1. wykonanie kompletnego spisu florystycznego;
2. waloryzacja szaty roślinnej poprzez analizę bogactwa gatunkowego oraz rozmieszczenia i częstości występowania poszczególnych gatunków w 48 kwadratach ATPOL, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków chronionych i rzadkich we florze polskiej, a także gatunków obcych i inwazyjnych;
3. określenie udziału grup geograficzno-historycznych i przynależności syntaksonomicznej składników flory;
4. określenie związku pomiędzy występowaniem wybranych gatunków a typem użytkowania terenu;
5. porównanie składu gatunkowego roślinności muraw galmanowych OOR ze składem gatunkowym podobnych zbiorowisk występujących w innych częściach mezoregionu (Garbu Tarnogórskiego);
6. określenie zmian, jakim uległ skład gatunkowy roślinności muraw oraz całej flory OOR na przestrzeni ostatnich 15 lat.

W inwentaryzacji florystycznej, prowadzonej na obszarze 48 km<sup>2</sup>, podstawową jednostką badawczą był kwadrat o boku 1 km (Ryc. 1). Wyniki podawano jednak także dla większych pól, kwadratów o boku 2 × 2 km. Umożliwiło to ich porównanie z rezultatami uzyskanymi w badaniach florystycznych realizowanych w większej skali przestrzennej (Garb Tarnogórski) w latach 1990–1996. Sposób podziału terenu na pola badawcze w obu przypadkach był zgodny z założeniami

metodycznymi siatki ATPOL (Zajac 1978; Zajac i Zajac 2001). Badany teren znalazł się w obrębie dwóch kwadratów siatki ATPOL o boku 10 km, tj. DF36 i DF46. W kwadracie DF36 badanych było łącznie 16 kwadratów o boku 1 km, natomiast w kwadracie DF46 – 32 kwadraty (Ryc. 1; Nowak i in. 2011).

Terenowa część badań przeprowadzona została w sezonach wegetacyjnych 2008 i 2009 roku, z niewielkimi uzupełnieniami w okresie wiosennym 2010 roku. W terenie posługiwano się mapami topograficznymi w skali 1: 10 000 i ortofotomapami w skali 1: 5000. Każdy kwadrat eksplorowano 1–2 razy w różnych porach sezonu wegetacyjnego. Na przygotowanych wcześniej formularzach zaznaczano obecność danego taksonu w kwadracie. Odnotowywano wszystkie taksony (gatunki, podgatunki, taksony pochodzenia mieszańcowego) występujące na tym terenie spontanicznie oraz te, które zdziczały z upraw lub też były introdukowane. Zebrano łącznie ponad 8100 oryginalnych dat florystycznych, a także dokumentację zielnikową obejmującą ok. 400 alegatów, która została przekazana do herbarium Instytutu Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie (KRAM).

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono głównie w monografii Nowak i in. (2011) oraz w rozdziale 8 niniejszego tomu (Nowak i in.), w rozdziale 9 (Ochyra i Gozdik) i rozdziale 10 (Bielczyk) niniejszego tomu.

Druga część badań polegała na **scharakteryzowaniu wybranych zbiorowisk roślinnych** pod względem składu gatunkowego i różnorodności roślin kwiatowych, paprotników, mszaków i porostów występujących na stałych powierzchniach badawczych. Cele szczegółowe tego zadania to:

1. sporządzenie szczegółowej charakterystyki florystycznej dominujących na terenie górniczym zbiorowisk roślinnych, tj. muraw i lasów sosnowych rozwijających się na odpadzie dolomitowym bądź glebie piaszczystej, w różnym stopniu zanieczyszczonej metalami ciężkimi (badania obejmowały określenie częstości występowania i pokrycia roślin kwiatowych, paprotników, mszaków i porostów);
2. określenie różnic w składzie i bogactwie gatunkowym roślinności zielnej pomiędzy

zbiorowiskami tworzącymi się spontanicznie (murawy) i zbiorowiskami tworzonymi przez człowieka (lasy sosnowe) w obrębie tego samego typu podłoża;

3. określenie roli podłoża w kształtowaniu się pokrywy roślinnej poprzez porównanie muraw rozwijających się na odpadzie dolomitowym z murawami psammofilnymi oraz lasów sosnowych uprawianych na glebach bielcowych (w ramach gospodarki leśnej) z lasami sosnowymi sadzonymi na odpadzie dolomitowym (w ramach rekultywacji);
4. waloryzacja badanych zbiorowisk roślinnych poprzez ocenę ich wkładu w zachowanie wysokiej różnorodności biologicznej terenów górniczych;
5. określenie pozycji syntaksonomicznej muraw galmanowych OOR (występujących na podłożu wzbogaconym w cynk i ołów) w oparciu o dane bibliograficzne zawierające charakterystykę podobnych zbiorowisk spotykanych w innych częściach Europy.

Badaniami objęto 49 jednorodnych powierzchni badawczych (płatów roślinnych) należących do 6 dominujących w terenie OOR zbiorowisk (Ryc. 2). Są to:

- murawy galmanowe na odpadzie górniczym (oznaczone skrótem GW; w liczbie N = 7);
- murawy z dominacją *Molinia caerulea* na odpadzie górniczym (MW; N = 6);
- lasy sosnowe na odpadzie górniczym (FW; N = 6);
- ciepłolubne murawy z dominacją *Festuca ovina* na podłożu piaszczystym (GS; N = 7);
- mezofilne murawy na dawnych polach uprawnych (P; N = 8);
- lasy sosnowe na podłożu piaszczystym (FS; N = 15).

Przy ustalaniu przynależności do danej kategorii posilkowano się pobieżną oceną struktury gatunkowej roślinności oraz rodzaju podłoża (miejscowo odsłaniano glebę do głębokości 2 poziomów mineralnych). W wyborze stałych powierzchni kierowano się nie tylko potrzebą odzwierciedlenia zmienności siedliskowej OOR, ale także koniecznością uzyskania wiarygodnych (niezależnych) powtórzeń (płaty z tej samej kategorii były rozproszone na możliwie dużym obszarze lub przynajmniej nie sąsiadowały bezpośrednio ze sobą; Ryc. 2).

W każdej z 49 powierzchni założono 9 poletek badawczych (powierzchni kołowych o wielkości 4 m<sup>2</sup>), w odstępach co 10 m, w regularnej siatce 20 × 20 m, według schematu zamieszczonego na Ryc. 3. W sumie założono 441 poletek. Poletka trwale oznakowano. Pozycja poletka środkowego została określona przy użyciu GPS z dokładnością submetrową.

Dla każdego poletka sporządzono spis występujących na nim roślin kwiatowych, paprotników, mszaków i porostów, odnotowano ich pokrycie według 6-stopniowej skali Braun-Blanqueta. Ponadto spisano gatunki występujące na całości powierzchni wytyczonej przez siatkę poletek (400 m<sup>2</sup>). Określono także całkowite pokrycie roślinności w warstwach A, B i C. Zasadniczą część badań terenowych wykonano w 2008 roku, z niewielkimi uzupełnieniami w roku 2009.

Główne przyczyny zmienności w składzie gatunkowym roślin identyfikowano w oparciu o wyniki analizy gradientowej DCA przeprowadzonej dla wszystkich 441 poletek. W tym przypadku interpretację wyników opierano na znajomości preferencji siedliskowych poszczególnych gatunków. Po wprowadzeniu zmiennych opisujących właściwości fizykochemiczne gleb wykonano analizę RDA dla ustalenia rzeczywistego związku pomiędzy strukturą zbiorowisk a czynnikami siedliskowymi. Istotność statystyczną różnic w bogactwie gatunkowym i całkowitym pokryciu roślin pomiędzy różnymi typami zbiorowisk badano przy użyciu analizy wariancji.

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 13 niniejszego tomu (Kapusta i in.).

### **Badania właściwości fizykochemicznych gleb i aktywności organizmów glebowych**

Pierwsza część badań polegała na **ocenie zmienności właściwości fizykochemicznych gleby i innych czynników środowiskowych** na powierzchniach badawczych. Cele szczegółowe tego zadania sformułowano następująco:

1. określenie źródła, poziomu i zmienności zanieczyszczenia gleb OOR metalami ciężkimi;
2. scharakteryzowanie właściwości fizykochemicznych gleb badanych zbiorowisk;

3. ocena wpływu sosny zwyczajnej na właściwości fizykochemiczne gleby poprzez porównanie powierzchni rekultywowanych (lasów sosnowych) z nierekultywowanymi (murawami), w obrębie tego samego typu podłoża.

Badaniami objęto 49 powierzchni badawczych należących do 6 dominujących w terenie OOR zbiorowisk (GW, GS, P, MW, FW, FS; Ryc. 2). W pierwszym roku badań (2008) na każdej powierzchni odsłonięto profil glebowy do głębokości 2–4 poziomów genetycznych (w zależności od typu gleby) w celu określenia przynależności płatu roślinnego do jednej z 6 kategorii siedliskowych oraz opracowania metod zbioru i analizy prób gleby.

W kolejnym sezonie zebrano próby gleby do analiz laboratoryjnych. Dla każdego z 8 poletek wyznaczonych na danej powierzchni badawczej zebrano po 3 podpróby z górnego poziomu mineralnego gleby (najczęściej z poziomu A). Z poletka środkowego zebrano natomiast po 3 podpróby z 2 lub 3 poziomów mineralnych (do głębokości około 50 cm). Podpróby łączono w obrębie danego poziomu. Próby dla poletek środkowych rozdzielono na dwie części – do analiz parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych. W próbach gleby określono: zawartość wody, skład granulometryczny, odczyn, zawartość materii organicznej, stężenia całkowite C, N i S, całkowitą zawartość P i zawartość jego frakcji przyswajalnej. Ponadto zmierzono stężenia Fe, Mn, K, Ca, Mg, Zn, Cd i Pb: całkowite, wymienne (w ekstrakcie z BaCl<sub>2</sub>) oraz rozpuszczalne w wodzie. Określono też pojemność wymienną kationów.

Dla wszystkich 441 poletek sporządzono ogólną charakterystykę gleby, tj. opisano podstawowe własności gleby, jak: pochodzenie, przepuszczalność, wilgotność, miąższość, ilość i wielkość przerastających glebę korzeni roślin, oddzielnie dla poszczególnych poziomów genetycznych. Na każdej powierzchni (w obrębie środkowego poletka) wykonano ciągłe pomiary temperatury przy powierzchni gruntu i na głębokości około 5 cm za pomocą autonomicznych rejestratorów temperatury. Temperatura rejestrowana była co 15 min przez 3 miesiące (lipiec-wrzesień 2009).

Analizą czynnikową posłużono się dla wyodrębnienia głównych osi zmienności (tj. nieskorelo-

wanych ze sobą zmiennych używanych w kolejnych analizach). Metoda ta służyła też do identyfikacji powiązań pomiędzy poszczególnymi właściwościami glebowymi. Do oceny istotności różnic we właściwościach gleby pomiędzy badanymi kategoriami siedliskowymi zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji.

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 13 niniejszego tomu (Kapusta i in.).

Druga część badań zmierzała do **oceny stanu mikrobiologicznego badanych gleb** na stałych powierzchniach. Cele szczegółowe tego zadania obejmowały:

1. analizę aktywności i biomasy mikroorganizmów oraz zdolności bakterii i grzybów do rozkładu związków organicznych w dwóch poziomach gleby;
2. porównanie wpływu metali ciężkich na mikroorganizmy gleb ekosystemów leśnych i nieleśnych (muraw i odłogów);
3. porównanie właściwości mikrobiologicznych gleb siedlisk dominujących w badanym terenie pogórnym, obejmujących lasy i murawy na piasku oraz na odpadzie górnym, jak również odłogi;
4. ocenę wpływu właściwości fizykochemicznych gleby oraz różnorodności i składu gatunkowego roślinności zielnej na mikroorganizmy glebowe.

Badania prowadzono na 49 stałych powierzchniach zaklasyfikowanych do 6 dominujących kategorii siedlisk (GW, GS, P, MW, FW, FS; Ryc. 2). Próby gleby do analiz parametrów mikrobiologicznych pobrano ze środkowych poletek z dwóch poziomów glebowych, tj. próchnicznego A, Ap lub AE oraz poziomu B, jak opisano powyżej. W celu oceny ogólnej aktywności mikroorganizmów zmierzono poziom respiracji gleby (tzw. respiracji bazowej), inkubując próby gleby o wystandaryzowanej wilgotności w stałej temperaturze i mierząc ilość wydzielonego CO<sub>2</sub>. Dwutlenek węgla absorbowano w NaOH, którego nadmiar po zakończeniu inkubacji miareczkowano kwasem chlorowodorowym (HCl). Na podstawie ilości HCl zużytego do miareczkowania obliczono ilość wydzielonego CO<sub>2</sub>. Po pomiarach respiracji bazowej do prób gleby dodano glukozę w celu oceny tzw. respiracji indukowanej substratem. Po inkubacji prób

z glukozą w stałej temperaturze dokonano pomiaru respiracji, jak opisano powyżej. Na tej podstawie obliczono ilość biomasy (a dokładniej węgla związanego w biomacie) mikroorganizmów glebowych. Ponadto wyliczono współczynnik metaboliczny qCO<sub>2</sub> – stosunek respiracji do biomasy mikroorganizmów. Współczynnik ten może być pomocny w ocenie wpływu czynników stresowych, takich jak metale ciężkie, na zespoły mikroorganizmów glebowych.

W celu analizy zdolności mikroorganizmów glebowych do rozkładu związków organicznych wykorzystano 96-dółkowe płytki Biolog – GN2 dla bakterii i SFN2 dla grzybów. Płytki te zawierają 95 różnych związków węglowych, między innymi z grupy węglowodanów, aminokwasów i kwasów karboksylowych, które stanowią substancje odżywcze dla mikroorganizmów heterotroficznych. Metoda Biolog oparta jest na pomiarach aktywności bakterii lub grzybów glebowych na każdym z 95 substratów. Na tej podstawie można wyliczyć liczbę substratów zużywanych przez mikroorganizmy, ocenić stopień ich zużycia oraz porównać wzorce wykorzystania substratów (tzw. profile fizjologiczne) zespołów bakterii lub grzybów z różnych gleb.

Próby gleby wytrząsano w soli fizjologicznej, a uzyskane ekstrakty rozcieńczano i zaszczepiano na płytki, które następnie inkubowano w stałej temperaturze. Podczas okresu inkubacji absorbancję, odzwierciedlającą aktywność mikroorganizmów, mierzono spektrofotometrycznie dwa razy na dobę. Policzone substraty, na których zaobserwowano aktywność mikroorganizmów; liczba zużytych związków odzwierciedla tzw. bogactwo funkcjonalne zespołu mikroorganizmów. Obliczono średnią aktywność bakterii i grzybów na płytkach Biolog.

Analizę czynnikową wykonano, uwzględniając zarówno parametry opisujące własności fizykochemiczne gleb, jak również zmienne charakteryzujące zbiorowiska roślinne. Otrzymane czynniki wykorzystano następnie jako zmienne niezależne w analizie regresji wielorakiej w celu oceny wpływu właściwości siedliska na parametry mikrobiologiczne górnego poziomu gleby.

Nieparametryczny test U Manna-Whitneya wykorzystano w celu porównania aktywności mikrobiologicznej pomiędzy poziomami gleby.

Z 49 badanych stanowisk wybrano 34, dla których możliwe było wydzielenie dwóch poziomów. W celu analizy wpływu metali na mikroorganizmy górnego poziomu gleb leśnych i nieleśnych przeprowadzono analizy korelacji osobno w tych dwóch grupach. W celu porównania zmiennych mikrobiologicznych pomiędzy 6 kategoriami siedlisk użyto analizy wariancji.

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 14 niniejszego tomu (Stefanowicz).

Trzecia część badań polegała na **ocenie zmienności liczebności mezofauny glebowej**. Celami szczegółowymi tego zadania było:

1. porównanie zagęszczenia mezofauny glebowej (ze szczególnym uwzględnieniem wazonkowców) pomiędzy badanymi zbiorowiskami, a także pomiędzy glebami OOR i glebami innych regionów;
2. określenie wpływu metali ciężkich na zagęszczenie mezofauny glebowej;
3. określenie wpływu właściwości fizykochemicznych gleby oraz różnorodności i składu gatunkowego roślinności zielnej na zagęszczenie mezofauny glebowej;
4. zbadanie zależności pomiędzy aktywnością mezofauny glebowej i parametrami mikrobiologicznymi.

Badaniami objęto 49 powierzchni należących do 6 dominujących w OOR typów zbiorowisk (GW, GS, P, MW, FW, FS) (Ryc. 2). Zagęszczenie wazonkowców (Enchytraeidae), nicieni (Nematoda) i niesporczaków (Tardigrada) określano w glebie pobieranej do głębokości 13 cm za pomocą próbniaka o średnicy 3,5 cm. Próby (po jednej z każdego poletka, N = 441) były zebrane w ciągu kilku kolejnych dni, na przełomie czerwca i lipca 2009, po okresie deszczowym.

Ekstrakcji mezofauny dokonano metodą mokrych lejków O'Connora; wykorzystano żarówki jako źródło ciepła w celu przyspieszenia wypłazania. Mezofaunę identyfikowano i liczono pod mikroskopem binokularowym.

Do porównania aktywności mezofauny glebowej pomiędzy badanymi zbiorowiskami wykorzystano analizę wariancji. Wpływ właściwości fizykochemicznych gleby i parametrów zbiorowisk roślinnych na zagęszczenie mezofauny

szacowano przy użyciu regresji wielorakiej. W ten sam sposób określono zależność mikroorganizmów glebowych od zagęszczenia wazonkowców, nicieni i niesporczaków.

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 13 niniejszego tomu (Kapusta i in.).

### **Badania wybranych cech drzewostanów sosnowych**

Pierwsza część badań realizowanych w ramach tego zadania polegała na **ocenie różnorodności gatunkowej i obfitości ektomikoryz sosny (*Pinus sylvestris*)** na leśnych powierzchniach badawczych. Część tą rozszerzono o analizę owocników grzybów mikoryzowych oraz, dla celów porównawczych, grzybów saprobiontycznych. Cele szczegółowe tego zadania sformułowano następująco:

1. porównanie składu gatunkowego oraz parametrów ilościowych zbiorowisk wielkoowocnikowych grzybów saprobiontycznych i mikoryzowych oraz ektomikoryz sosny pomiędzy lasami sosnowymi występującymi na odpadzie dolomitowym i na podłożu piaszczystym;
2. określenie wpływu właściwości fizykochemicznych gleby, w tym metali ciężkich, oraz parametrów ilościowych roślinności zielnej na skład i bogactwo gatunkowe wspomnianych wyżej grup grzybów.

Badania prowadzono na 21 stałych powierzchniach leśnych, z których część była zlokalizowana na odpadzie dolomitowym, a część – na podłożu piaszczystym (odpowiednio siedliska FW i FS; Ryc. 2). W ich obrębie, w latach 2008 i 2009, prowadzono obserwacje pojawiania się owocników grzybów wielkoowocnikowych: saprobiontycznych i mikoryzowych. Notowano występujące na powierzchniach gatunki oraz określano ich ilościowość. Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 11 niniejszego tomu (Mleczo i Beszczyńska).

W 2009 roku na każdej z 21 powierzchni, ze wszystkich 9 poletek, pobrano próby gleby z korzeniami (o średnicy 5 cm i głębokości 20 cm). Próby zabezpieczono przed wysychaniem i przetransportowano do laboratorium. Korzenie izolowano

z gleby (osobno z warstwy organicznej i warstwy mineralnej) poprzez przepłukiwanie bieżącą wodą, a następnie oczyszczano pod lupą binokularną. Korzenie sosny oddzielano od korzeni roślin zielnych oraz innych drzew na podstawie ich makromorfologii. Korzenie żywe zostały oddzielone od martwych. Korzenie zostały zeskanowane i w tej formie analizowane przy użyciu programu komputerowego WinRhizo. Określono takie parametry jak średnica, długość, powierzchnia i objętość korzeni cienkich oraz zagęszczenie odgałęzień bocznych.

Ektomikoryzy sosny zostały rozdzielone na morfotypy w oparciu o ich cechy morfologiczne oraz policzone. Informacje te zostały użyte do obliczenia zagęszczenia ektomikoryz na korzeniach oraz w poszczególnych warstwach gleby. Ektomikoryzy poszczególnych morfotypów zostały zakonserwowane jako materiał porównawczy oraz materiał do analizy molekularnej.

Identyfikacja ektomikoryz opierała się na amplifikacji i analizie regionu ITS rDNA. Analizie molekularnej poddano zarówno ektomikoryzy, jak i owocniki grzybów ektomikoryzowych zebrane na terenie objętym badaniami. Identyfikację ektomikoryz przeprowadzono poprzez porównanie sekwencji ITS rDNA ektomikoryz z sekwencjami owocników referencyjnych oraz sekwencjami znajdującymi się w bazach danych NCBI (GenBank) i UNITE.

Do określenia istotności statystycznej różnic w cechach ilościowych zbiorowisk ektomikoryz i grzybów wielkoowocnikowych pomiędzy dwoma typami powierzchni użyto analizy wariancji. Różnice w składzie gatunkowym grzybów wielkoowocnikowych pomiędzy dwoma typami powierzchni identyfikowano przy użyciu analizy PCA, natomiast

zależność składu gatunkowego grzybów od właściwości siedliska (parametry fizykochemiczne gleby, parametry ilościowe roślinności runa) badano wykonując analizę RDA. Ta część wyników wymaga dalszego opracowania i będzie publikowana w odrębnym artykule.

Druga część badań polegała na **charakterystyce dynamiki przyrostowej sosny (*Pinus sylvestris*)** na leśnych powierzchniach badawczych. Cele szczegółowe tego zadania były następujące:

1. określenie reakcji przyrostowej sosny na czasową zmienność dopływu zanieczyszczeń;
2. porównanie parametrów drzewostanów sosnowych rozwijających się na odpadzie dolomitowym i na podłożu piaszczystym;
3. określenie wpływu metali ciężkich na przyrosty sosny.

Badania prowadzono na 21 leśnych powierzchniach badawczych, tj. w dwóch kategoriach zbiorowisk: w lasach nasadzonych na odpadzie dolomitowym (FW) oraz w lasach rosnących na podłożu piaszczystym (FS) (Ryc. 2). W ich obrębie pomierzono pierśnicę i wysokość wszystkich drzew (żywych i obumarłych) oraz określono ich przynależność gatunkową. Odwierty pobierano z 10 drzew o największej pierśnicy (na wysokości 130 cm) za pomocą świdra przyrostowego Presslera.

Odwierty posłużyły do oszacowania wieku drzew i dynamiki przyrostów rocznych. Na podstawie stosunku średnich przyrostów z dziesięcioletni do średniego przyrostu z 10 poprzedzających lat została obliczona zmiana przyrostu. Parametry drzewostanów dwóch typów powierzchni porównywano za pomocą analizy wariancji.

Wyniki badań wykonanych w ramach tej części zadania przedstawiono w rozdziale 12 niniejszego tomu (Zielonka i in.).