

ZALECENIA W SPRAWIE WSPÓLNEJ METODYKI KONTROLI POPULACJI BARSZCZU W RÓŻNYCH TRANSGRANICZNYCH OBSZARACH KRAJOBRAZOWYCH UKRAINY I POLSKI

Zalecenia te zostały opracowane w oparciu o istniejące metody zwalczania barszczu Sosnowskiego w Polsce i Ukrainie (**część 1**) oraz wyselekcjonowane metody badań laboratoryjnych i terenowych zaplanowane w projekcie ZeroHeracleum (**część 2**) w zakresie kontroli populacji barszczu w różnych obszarach krajobrazowych granicy polsko-ukraińskiej w ramach międzynarodowej konferencji "Zastosowanie metod oddziaływania na populację barszczu w celu przywrócenia różnorodności biologicznej transgranicznych terytoriów Ukrainy i Polski", która odbyła się w dniach 16-17 października 2025 r. w ramach projektu "Ochrona różnorodności biologicznej terytoriów transgranicznych Ukrainy i Polski z inwazyjnych populacji barszczu (Heracleum)" nr PLUA.01.03-IP.01-0008/23, finansowanego przez Unię Europejską w ramach Programu Interreg NEXT Polska-Ukraina 2021-2027

CZĘŚĆ 1. ISTNIEJĄCE METODY ZWALCZANIA BARSZCZU SOSNOWSKIEGO W POLSCE I UKRAINIE – REKOMENDACJE DLA GMIN

1A. REKOMENDACJE DLA GMIN DOCELOWYCH

Rekomendacje będą wdrażane w kilku etapach, a mianowicie:

1. Wykrywanie i mapowanie barszczu Sosnowskiego (marzec 2026 – grudzień 2026 / styczeń 2027).

- Narzędzia i aplikacje: zdjęcia satelitarne, aplikacja mobilna, drony, GPS, eksperci, którzy będą monitorować stan populacji roślin inwazyjnych.
- Działania: Inspekcja wszystkich 1000 hektarów w 9 gminach docelowych w UA i w 7 gminach w Polsce (905 km²) w gminach docelowych, ze szczególnym uwzględnieniem poboczy dróg, brzegów rzek i pasów leśnych.

- Stworzenie interaktywnej mapy na początku 2027 roku, prezentującej wyniki analiz teledetekcyjnych.

W pierwszym etapie głównym celem jest pełne i szczegółowe wykrycie populacji barszczu Sosnowskiego. Prace rozpoczynają się od wstępnego zebrania dostępnych danych, w tym obserwacji i informacji od mieszkańców na temat rozprzestrzeniania się rośliny. W celu przeprowadzenia systematycznych badań teren podzielono na sekcje o powierzchni kilku hektarów, co pozwala na dokładne zbadanie każdego stanowiska.

Badania terenowe prowadzone są z wykorzystaniem dronów do wykonywania zdjęć lotniczych w trudno dostępnych miejscach, nawigatorów GPS do precyzyjnej geolokalizacji oraz zdjęć satelitarnych do wykrywania wczesnych faz kwitnienia roślin. Analizowana będzie populacja barszczu we wszystkich typach siedlisk.

Podczas badań określana jest frekwencja, rozmieszczenie populacji oraz faza rozwoju roślin – od rozety do pączkowania, kwitnienia i dojrzewania nasion, co pozwala na zaplanowanie optymalnego terminu dalszych działań. Wszystkie wykryte miejsca występowania barszczu są rejestrowane na interaktywnej mapie z wykorzystaniem technologii GIS. Tworzona jest szczegółowa baza danych zawierająca współrzędne geograficzne obszarów zanieczyszczonych, zdjęcia z dronów oraz uwagi dotyczące wdrażania metod zwalczania – mechanicznego lub chemicznego.

Dodatkowo, populacja barszczu będzie mapowana za pomocą interaktywnej aplikacji mobilnej przez mieszkańców, co ułatwi identyfikację obecności rośliny na monitorowanym obszarze. Na podstawie uzyskanych danych przeprowadzona zostanie analiza rozmieszczenia roślin i charakterystyki populacji, uwzględniająca stan populacji HS oraz dalsze zalecenia dotyczące zwalczania HS. Pozwoli to na efektywne planowanie kolejnych etapów prac.

Etap 2: Planowanie i przygotowanie (kwiecień 2026 r. – listopad 2026 r.)

Powołano zespół w przedsiębiorstwach gmin.

Grupa mobilna składa się z dwóch osób posiadających prawo jazdy na ciągnik i umiejętności kierowania nim, a także umiejących korzystać z interaktywnej mapy z wykorzystaniem technologii GIS.

Pracownicy powinni znać metody zwalczania roślin inwazyjnych w różnych fazach wzrostu, od rozety do kwitnienia i dojrzewania nasion.

Grupa zapewnia efektywność pracy na wszystkich obszarach zanieczyszczonych.

Zakup ciągników, osprzętu do ciągników, sprzętu ręcznego i sprzętu ochronnego.

- Środki ochrony indywidualnej:

- o Kombinezony ochronne — 9 szt. na gminę;
- o Pistolety do prania kombinezonów — 2 szt. na gminę;
- o Rękawice odporne na działanie chemikaliów — 9 szt.;
- o Obuwie specjalne — 9 par;
- o Maski oddechowe i filtry — 9 szt. każda;
- o Okulary ochronne i przyłbice — 9 szt. każda.

Produkty te pozwalają bezpiecznie wykonywać zabiegi mechaniczne i chemiczne na roślinach, zapobiegają kontaktowi skóry i dróg oddechowych z substancjami toksycznymi, a także utrzymują czystość i dezynfekcję po zakończeniu pracy.

Mechanizacja pracy

- Sprzęt ręczny: profesjonalne kosiarki spalinowe — 2 szt. na gminę, opryskiwacze akumulatorowe — 2 szt. na gminę. Służą one do opryskiwania małych i trudno dostępnych powierzchni.
- Ciągniki: o mocy 80-110 KM, z napędem na wszystkie koła, kabiną operatora, otwartym układem hydraulicznym z co najmniej trzema parami tylnych wyjść hydraulicznych.
- Dodatkowe wyposażenie ciągników: pług z przedpłużkiem do przygotowania gleby oraz kosiarki drogowe o szerokości roboczej 1,8 m, z regulowaną wysokością koszenia, konstrukcją pływającą i hydrauliczną regulacją nachylenia. Sprzęt ten umożliwia pracę na zboczach, poboczach i pod kątem do 60 stopni, zapewniając skuteczną kontrolę roślin na dużych powierzchniach.
- Szkolenie personelu
- Pracownicy gmin objętych programem są szkoleni w zakresie bezpieczeństwa i metod zwalczania barszczu w różnych fazach rozwojowych, możliwych w tym okresie.
- Szkolenie obejmuje praktyczną obsługę sprzętu ręcznego i ciągników, prawidłowe stosowanie środków ochrony indywidualnej oraz przestrzeganie zasad obchodzenia się z chemikaliami.
- Takie szkolenie gwarantuje bezpieczne i efektywne wykonywanie pracy we wszystkich obszarach społeczności.

3: Wiosenne zabiegi pielęgnacyjne (kwiecień–maj)

Walka mechaniczna

- Ciągłe koszenie młodych roślin przeprowadza się do trzech razy w sezonie i stosuje się je w przypadku roślin o wysokości do 1,5 metra, aby ograniczyć rozwój chwastów we wczesnej fazie wzrostu i zmniejszyć ryzyko tworzenia nasion.
- Przycinanie korzeni jest najskuteczniejsze w kwietniu, kiedy rośliny nie osiągnęły jeszcze maksymalnego rozwoju. Głębokość cięcia powinna wynosić 12–15 cm, co pozwala znacznie osłabić lub całkowicie zniszczyć roślinę, zapobiegając jej odrostowi.
- Orkę stosuje się głównie jesienią, ale podczas prac wiosennych można ją również wykorzystać do przygotowania stanowiska i zniszczenia systemu korzeniowego, na głębokość do 25 cm. Takie podejście pomoże zmniejszyć zagęszczenie populacji barszczu w kolejnym sezonie.
- Przycinanie kwiatostanów przeprowadza się w połowie okresu kwitnienia, co zapobiega tworzeniu nasion i ogranicza rozprzestrzenianie się rośliny na nowe terytoria.

Etap 4: Zwalczanie letnie (czerwiec-sierpień)

Ponowne koszenie

- Koszenie roślin dorosłych przed kwitnieniem zapobiega tworzeniu się nasion, co znacznie ogranicza dalsze rozprzestrzenianie się barszczu. Koszenie powtarza się w razie potrzeby na obszarach o dużym zagęszczeniu roślin.
- Ponowne opryskiwanie nowych sadzonek herbicydami przeprowadza się po okresie aktywnego wzrostu młodych roślin. Pozwala to na zwalczanie kolejnego pokolenia barszczu i zapobiega jego masowemu rozprzestrzenianiu się na zainfekowanych obszarach.

1B. ISTNIEJĄCE METODY ZWALCZANIA BARSZCZU W POLSCE I NA UKRAINIE (prezentowane na konferencji)

Zwalczanie chemiczne

- Opryski punktowe herbicydami przeprowadza się w fazie aktywnego wzrostu barszczu za pomocą wydajnych opryskiwaczy akumulatorowych. Metoda ta pozwala na precyzyjne działanie na poszczególne rośliny, minimalizując kontakt środków chemicznych z innymi uprawami i środowiskiem.

Mieszaniny herbicydów w zbiornikach do zwalczania barszczu Sosnowskiego

№	Mieszanina herbicydów	Mechanizm działania
1	Arylex + Clopyralid	Do młodych i średnich roślin; oprysk punktowy
2	Dicamba + Glyphosate	Działanie systemiczne; odpowiedni do dużych roślin, łącznie z systemem korzeniowym
3	Metribuzin + Rimsulfurone	Do zwalczania rozety barszczu; zwiększa penetrację liści
4	Flurochloridon + Dicamba	Kontaktowe + systemiczne; skutecznie zapobiega tworzeniu się nasion
5	Clopyralid + Glyphosate	Do punktowego zwalczania i opryskiwania poboczy dróg

Mieszaniny zbiornikowe związków nieorganicznych

№	Mieszanina złożona	Mechanizm działania
1	KCl + Mocznik	Zwiększa penetrację herbicydów do liści; stymuluje rozwój roślin uprawnych w obszarze zabiegowym
2	CAS32 (azotan amonu i siarki)	Dodawany przed opryskiem; poprawia skuteczność herbicydów systemicznych
3	CuSO ₄ + ATS	Stymulator absorpcji pierwiastków śladowych i herbicydów; zwiększa wydajność obróbki
4	KCl + ATS + Urea	Kompleksowa mieszanka do zabiegów doświadczalnych; poprawia przyczepność roztworu roboczego

5	KCl+CAS32	Stosowany w celu wzmocnienia działania herbicydów systemicznych i optymalizacji nawożenia azotem
---	-----------	--

Główne mieszanki herbicydów dopuszczone w UE:

Glifosat + Trichlopyr (Triklopyr 10% + Glifosat 50% SP) Nazwa zwyczajowa: Trichlopyr + Glifosat Numer CAS: 55335-06-3, Numer CAS: 1071-83-6 Wzór cząsteczkowy: $C_7H_4Cl_3NO_3$, $C_3H_8NO_5P$ Rodzaj agrochemiczny: Herbicyd – Preparat przeznaczony do stosowania na łodygach i liściach po kiełkowaniu, z wewnętrzną absorpcją i przewodnością. Może być stosowany do zwalczania barszczu na nieużytkach.

Triklopyr + Fluroksypyr + Klopyralid – Specjalistyczny herbicyd 3D działa poprzez penetrację przez mocną osłonkę liści wykiełkowanych chwastów, a następnie przedostaje się do korzeni rośliny. Po dostaniu się do rośliny, 3D stymuluje ją do przerostu zasobów składników odżywczych. W przeciwieństwie do innych produktów, które wypalają jedynie chwasty, 3D niszczy również ich korzenie.

Sód + Jodosulfuron metylosodowy + Amidosulfuron Jodosulfuron metylosodowy: zazwyczaj stosuje się w dawce 1–2 g/ha. Mieszanka ta jest skuteczna przeciwko chwastom dwuliściennym, w tym barszczowi Sosnowskiego, szczególnie we wczesnych fazach wzrostu (do 30 cm wysokości).

Aby zwiększyć skuteczność, należy dodać surfaktanty (środki powierzchniowo czynne) lub adiuwanty, które poprawiają penetrację herbicydu w głąb liści. Stosowanie na dużych obszarach lub na obszarach chronionych wymaga oceny oddziaływania na środowisko i uzyskania zgody odpowiednich organów. Lokalne stosowanie w ramach projektu będzie uwzględniać indywidualny plan leczenia, uwzględniający rodzaj gleby, fazę wzrostu barszczu oraz warunki pogodowe.

Glifosat + Flazasulfuron – mieszanka ta zapewnia zarówno szybkie hamowanie wzrostu, jak i długotrwałe blokowanie ponownego kiełkowania wielu chwastów, w

tym barszczu. Mieszanka systemicznego herbicydu nieselektywnego, który przenika przez liście i przedostaje się do systemu korzeniowego. Flazasulfuron to selektywny herbicyd z grupy pochodnych sulfonilomocznika, który hamuje wzrost chwastów dwuliściennych i działa długotrwale na glebę.

- Czas stosowania: koniec maja – początek czerwca, w okresie aktywnego wzrostu barszczu, ale jeszcze nie kwitnienia.
- Temperatura: +15+25°C, brak opadów przez 6 godzin po zabiegu.
- Oprysk: równomierne pokrycie liści, unikanie spływu wody
- Unikać oprysku w wietrzną pogodę – ryzyko zniesienia na rośliny uprawne.

Opryskiwanie terenów w pobliżu rzek dozwolone jest wyłącznie mechanicznie (aby nie zanieczyszczać wód).

Z uwagi na fakt, że barszcz Sosnowskiego przy kontakcie z człowiekiem powoduje oparzenia, wszelkie prace przy jego niszczeniu należy wykonywać w specjalnej odzieży ochronnej.

Metoda mikrofalowa

Promieniowanie mikrofalowe to obiecująca metoda fizyczna niszczenia barszczu. Badania pokazują, że 15-minutowa ekspozycja na mikrofałe zapewnia 100% śmierć roślin bez negatywnego wpływu na ekotoksyczność gleby. Metoda ta jest bezpieczna dla środowiska i pozwala uniknąć stosowania środków chemicznych. Jednak jej skuteczność wymaga dalszych szczegółowych badań i potwierdzenia bezpieczeństwa dla ludzi. Obiecującą opcją jest zastosowanie mikrofal z wykorzystaniem zdalnie sterowanej robotyki, co pozwala na zwalczanie barszczu w trudno dostępnych miejscach bez ryzyka kontaktu człowieka z rośliną.

Biologiczna metoda zwalczania

Wypas owiec i bydła to skuteczna biologiczna metoda zwalczania barszczu na obszarach o wysokim poziomie porażenia, do których maszyny nie mają dostępu. Owce i bydło są odporne na toksyczny sok rośliny i mogą go spożywać bez szkody dla zdrowia, jednocześnie zmniejszając zagęszczenie populacji chwastów. Metoda ta jest szczególnie skuteczna na zboczach, pastwiskach i obszarach wzdłuż cieków wodnych, gdzie tradycyjne metody mechaniczne lub chemiczne są ograniczone.

CZĘŚĆ 2. METODY BADAŃ LABORATORYJNYCH I TERENOWYCH ZAPLANOWANE W PROJEKCIE ZeroHeracleum

Metody badań w pakiecie WP2

Metoda zadań realizowanych w ramach WP 2 obejmuje 5 etapów:

Etap 1 to określenie dokładnych granic obszaru analizy (PL i UA) oraz pozyskanie dla tego obszaru satelitarnych danych teledetekcyjnych. W zależności od dostępności danych planuje się użycie obrazów multispektralnych o terenowej wielkości pixela poniżej 3 m.

Etap 2 obejmuje przygotowanie dwóch aplikacji WebGIS do zbierania danych terenowych o występowania Barszczu Sosnowskiego w Polsce. Aplikacja zostanie przygotowana w dwóch wersjach o różnym poziomie szczegółowości zbierania danych terenowych, wersje dostosowane będą do wymagań specjalistów – naukowców oraz nie-specjalistów uczestniczących w projekcie na zasadzie wolontariatu (np., przedstawiciele gmin, którzy znają miejsca występowania Barszczu Sosnowskiego w ich gminie). Wdrożone rozwiązanie WebGIS bazować będzie na systemie pozycjonowania GNSS urządzeń mobilnych którymi posługiwać się będą wykonawcy projektu, dodatkowo, tworzona w ten sposób baza referencyjnych danych przestrzennych dodatkowo może być zasilana niezależnymi pomiarami GNSS.

Etap 3 bazuje na danych przestrzennych uzyskanych z etapu 2; polega na przygotowaniu zbioru danych uczących dla algorytmów GeoAI oraz ML, które zaimplementowane zostaną do analizy danych teledetekcyjnych pozyskanych w ramach etapu 1

Etap 4 obejmuje zasadnicze analizy teledetekcyjne; metodą OBIA wykonana zostanie klasyfikacja obrazowych danych teledetekcyjnych pod kątem występowania Barszczu Sosnowskiego w Polsce. Oszacowana zostanie ogólna dokładność uzyskanego modelu przestrzennego, wynik zostanie przygotowany w formie bazy danych GIS oraz udostępniony jako interaktywna mapa online (WebGIS, wersja beta).

Etap 5: obejmuje obrazowanie wybranych stanowisk Barszczu Sosnowskiego w Polsce za pomocą multispektralnej kamery z pułapu UAV. Na podstawie uzyskanych danych obliczone zostaną teledetekcyjne wskaźniki wegetacyjne na podstawie których dokonana zostanie ocena efektywności zwalczania Barszczu Sosnowskiego.

Etap 6 Obejmuje aktualizację aplikacji WebGIS do wersji końcowej oraz przygotowanie raportu podsumowującego WP2

Metody badań w pakiecie WP3

Etap 1: przeprowadzenie badań terenowych (2 sezony wegetacyjne) w celu zebrania danych do bazy danych zawierającej wykaz cech populacji barszczu Sosnowskiego w 30 gminach w PL i 9 w UA. Baza danych będzie zawierała następujące informacje:

- współrzędne GPS i dokumentacja fotograficzna populacji barszczu;
- nazwa miejscowości i kod stanowiska;
- typ siedliska;
- wielkość populacji (szt./ha);
- żywotność osobników populacji (% udział poszczególnych faz rozwojowych);
- biometria 6 rozproszonych osobników populacji (wymiary liści, wysokość roślin, liczba baldachów lub ich brak; zagęszczenie (ilościowość) barszczu);
- sposób skupiania się osobników barszczu (towarzyskość);
- wykaz gatunków towarzyszących (zdjęcie fitosocjologiczne metodą Braun-Blanquet'a).

Ocenione zostaną też ewentualne, widoczne na stanowisku ślady zwalczania badanego gatunku. Wszystkie dane w terenie zostaną wprowadzone do aplikacji oraz na ujednolicone formularze badawcze.

Etap 2: jednocześnie podczas oceny cech populacji w terenie zostaną pobrane próby biologiczne (fragmenty liści i całe blaszki liściowe, nasiona), które zostaną wykorzystane do badań laboratoryjnych genetycznych i biochemicznych.

Etap 3: za pomocą skanera glebowego ocenione zostaną warunki glebowe (pH gleby, zawartość materii organicznej i zawartość podstawowych składników odżywczych).

Etap 4: uzyskane informacje (baza danych) będą podstawą do wypracowania rekomendacji do zwalczania barszczu Sosnowskiego w poszczególnych gminach. Zebrany materiał biologiczny posłuży do analiz laboratoryjnych biochemicznych i genetycznych.

Metody badań w pakiecie WP4

Celem badań prowadzonych w pakiecie WP4 jest wypracowanie rekomendacji dotyczących zwalczania barszczu na podstawie analizy biochemicznej i genetycznej badanych populacji.

Do badań posłużą próbki liści zebrane podczas realizacji WP3 w 30 gminach na terenie Polski i 9 na Ukrainie.

Badania struktury genetycznej populacji barszczu Sosnowskiego

Etap pierwszy obejmuje kolekcjonowanie próbek w 30 gminach w PL i 9 w UA i dostarczenie ich do UP w Lublinie oraz UMCS w formie wysuszonych w temperaturze pokojowej fragmentów liści nie później niż do końca sierpnia 2026 roku. W obrębie jednej lokalizacji pobrać należy osobno do papierowych torebek fragmenty z minimum pięciu osobników pochodzących z losowych, ale oddalonych od siebie miejsc w danej lokalizacji. Na torebce należy zapisać dane GPS dla każdej próbki. Z roślin należy pobierać jak najmłodsze liście, aby uniknąć dużej kumulacji metabolitów wtórnych utrudniających izolację czystych kwasów nukleinowych.

W **etapie drugim** zostanie wykonana dezintegracja otrzymanych próbek, mająca na celu zniszczenie struktury tkankowej i ścian komórkowych. Po uzyskaniu lizatów komórkowych zostanie przeprowadzona izolacja kwasów nukleinowych z wykorzystaniem membran krzemionkowych. Parametry ilościowe i jakościowe wyizolowanych preparatów zostaną oznaczone metodą spektrofotometryczną, elektroforetyczną i fluorymetryczną.

W **etapie trzecim** spośród próbek DNA zostaną wybrane preparaty o najlepszych parametrach ilościowych i jakościowych. Aby sprawdzić przydatność kwasów nukleinowych do analiz genomowych zostaną przeprowadzone testowe reakcje metodą real-time PCR. Próbkę nie zawierającą inhibitorów reakcji o wysokiej efektywności amplifikacji w granicach 90-110% zostaną przeznaczone do sekwencjonowania zredukowanej reprezentacji genomu metodą DArTseq. Próbkę DNA po doprowadzeniu do jednakowego stężenia zostaną wysłane do firmy będącej jedynym dostawcą opatentowanej technologii w celu przeprowadzenia analiz. W efekcie zostaną uzyskane dane sekwencyjne obejmujące dziesiątki tysięcy fragmentów restrykcyjnych w każdej badanej próbce. Dane te zostaną sprowadzone do matryc binarnych w celu przeprowadzenia analiz bioinformatycznych.

W **etapie czwartym** zostanie przeprowadzona analiza bioinformatyczna danych genetycznych w celu określenia podobieństwa genetycznego badanych obiektów oraz określenia struktury populacji. Określone zostaną (I) 3 typy populacji genetycznych: G1a-G1c – jednorodna, średnia różnorodność, duża różnorodność, odpowiednio i (II) 4 poziomy podobieństwa: G2a-G2d – mała (do 50%), średnia (50-75%), duża (75-90%), bardzo duża (>90%), odpowiednio i parametrów biochemicznych: (III) liczba rozpoznanych związków, B1a-B1c – niska, średnia, wysoka, odpowiednio; (IV) stężenie związków, B2a-B2c – niskie, średnie, wysokie, odpowiednio. Dane genetyczne będą zestawiane i porównywane z każdą cechą określoną dla badanych populacji, np. danymi biochemicznymi, morfologicznymi czy fenologicznymi.

W **etapie piątym** na podstawie uzyskanych wyników zostaną opracowane rekomendacje metod zwalczania dla poszczególnych grup genetycznych.

Badania jakościowe i ilościowe metabolitów wtórnych populacji barszczu Sosnowskiego (Wydział Biologii i Biotechnologii UMCS, Lublin)

Zostanie przeprowadzone badanie jakościowe i ilościowe metabolitów wtórnych, ze szczególnym uwzględnieniem furanokumaryn, które mają drażniące działanie dla organizmu człowieka i są odpowiedzialne za fotodermatozy. Ocena poziomu drażniących substancji zostanie wykorzystana do optymalnego wyboru metody zwalczania barszczu i ochrony zdrowia ludzi i zwierząt w danej populacji. Poziom związków bioaktywnych – parametry biochemiczne: (III) liczba rozpoznanych związków, B1a-B1c – odpowiednio niska, średnia, wysoka; (IV) stężenie związków, B2a-B2c – odpowiednio niskie, średnie, wysokie.

Etap 1: przygotowanie ekstraktów do analizy metabolitów wtórnych z próbek roślinnych pobranych w terenie. Wielokrotna ekstrakcja do zyskania skoncentrowanego roztworu. Wykonanie rozcieńczeń do szczegółowych analiz.

Etap 2: analiza biochemiczna z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), spektrometrii mas (MS) oraz spektroskopii UV/VIS do oceny jakościowej i ilościowej zawartych w próbach substancji aktywnych (furanokumaryny, flawonoidy, antocyjany).

Etap 3: oznaczanie wykrytych substancji z wykorzystaniem wzorców oraz baz danych (biblioteki MS).

Etap 4: obrazowanie rozpoznanych substancji w tkankach liścia z wykorzystaniem HTX Maldi M3+TM Sprayer'a.

Etap 5: uzupełnienie bazy danych o dane uzyskane z badań genetycznych i biochemicznych. Włączenie uzyskanych wyników do rekomendacji dla gmin.

Metody badań w pakiecie WP5

Pierwszym etapem realizacji zadania będzie wybór stanowisk do zwalczania barszczu Sosnowskiego. Gatunek ten będzie zwalczany w gminie Końskowola i Werbkowice. Będą tam testowane dwie metody: metoda mechaniczno-chemiczna i metoda kriogeniczna.

Mechaniczno-chemiczna metoda zwalczania barszczu polega na mechanicznym usuwaniu nadziemnych części barszczu za pomocą specjalistycznej kosiarki, w połączeniu z zastosowaniem herbicydów (flazasulfuronu i glifosatu). W metodzie tej części nadziemne roślin zostaną usunięte za pomocą specjalistycznego sprzętu ręcznego lub mechanicznego. Następnie mieszanina herbicydowa będzie aplikowana do szyjki korzeniowej lub do wnętrza łodygi za pomocą opryskiwacza herbicydowego ze specjalistycznymi końcówkami. Do uzyskania pożądanego efektu oprysk herbicydowy będzie zastosowany na całym obszarze na młode odrastające roślin. Po przeprowadzeniu zabiegów herbicydowych zostanie przeprowadzony

monitoring zdrowotności roślin za pomocą bezkontaktowego miernika chlorofilu. Pod koniec sezonu wegetacyjnego przeprowadzona zostanie wizualna ocena skuteczności metody oraz pobrane zostaną próbki gleby w celu oznaczenia pozostałości substancji czynnych herbicydów.

Metoda kriogeniczna będzie polegała na wykorzystaniu do eliminacji zarówno młodych, jak i dorosłych roślin ekstremalnie niskich temperatur (-196°C). W metodzie tej wykorzystane będzie specjalistyczne urządzenie do precyzyjnej aplikacji ciekłego azotu. Przed zastosowaniem gazu nadziemne części roślin dojrzałych zostaną mechanicznie usunięte (skoszone). W przypadku siewek i młodych roślin, które osiągnęły wysokość maksymalnie 30 cm, gaz będzie aplikowany na powierzchnię całych roślin. W przypadku roślin dojrzałych, skroplony gaz zostanie podany (wstrzyknięty) aplikatorem bezpośrednio do łodygi i/lub korzeni roślin. Zabiegi będą powtarzane dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym. Po drugiej serii zabiegów pozostałości roślinne zostaną zniszczone za pomocą glebogryzarki. Po zabiegach krioterapii i pod koniec sezonu wegetacyjnego przeprowadzona zostanie wizualna ocena skuteczności metody.

Dodatkowo przeprowadzone zostaną testy biologiczne w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Ocenie zostanie poddana skuteczność działania wybranych mieszanin herbicydowych, stosowanych samodzielnie lub z adiuwantem, na siewki i młode rośliny barszczu Sosnowskiego. Herbicydy będą precyzyjnie aplikowane w laboratoryjnej komorze opryskowej. Doświadczenia będą przeprowadzone w komorze klimatycznej z regulowaną temperaturą, oświetleniem i wilgotnością powietrza.

Ostatnie testowane metody zwalczania barszczu Sosnowskiego obejmują wypas zwierząt gospodarskich na pastwiskach w gminie Werbkowice. W projekcie uwzględniono testowanie różnych wariantów: gatunek zwierząt (bydło, owce), obsada pastwiska (DJP/ha), różne fazy rozwojowe barszczu Sosnowskiego oraz różne miesiące sezonu wegetacyjnego (sierpień-wrzesień 2025 r. oraz kwiecień-wrzesień 2026 r.).

Metody badań w pakiecie WP6

Etap 1: Wybór obszarów do zwalczania barszczu i wyposażenie przedsiębiorstw komunalnych w niezbędny sprzęt. W 9 gminach docelowych Ukrainy zostaną zakupione i przekazane przedsiębiorstwom komunalnym ciągniki, pługi, kosiarki, wywrotki i środki ochrony indywidualnej, co umożliwi im systematyczną eliminację barszczu. W trudno dostępnych i niebezpiecznych obszarach o stromych zboczach, we wszystkich dziewięciu gminach zostanie zakupiony i wdrożony zdalnie sterowany robot wyposażony w glebogryzarkę i platformę transportową. Z przedsiębiorstwami zostaną zawarte umowy w celu zapewnienia realizacji działań i określenia dalszych działań gmin w zakresie eliminacji barszczu.

Etap 2: Mechaniczne niszczenie barszczu na powierzchni 1000 hektarów w ciągu dwóch lat w dziewięciu gminach docelowych Ukrainy. Prace będą wykonywane przez pracowników przedsiębiorstw komunalnych, przy użyciu zakupionych ciągników, pługów, kosiarek,

wywrotek, sprzętu ochronnego oraz zdalnie sterowanego robota. Jednocześnie prowadzony będzie monitoring postępów prac, kontrola realizacji działań oraz zbieranie danych o stanie roślinności i skuteczności mechanicznego usuwania.

Etap 3: Renaturalizacja 10 hektarów gruntu po usunięciu barszczu w gminie Strilky (wieś Łopuszanka-Chomyna). Teren zostanie przygotowany do renaturalizacji poprzez koszenie, glebogryzarkę, zastosowanie herbicydów, nawożenie i wapnowanie w razie potrzeby, a następnie bronowanie, wysiew zalecanych mieszanek traw i wałowanie obsianego obszaru. Po uformowaniu się pokrycia trawą, grunt będzie wykorzystywany do wypasu zwierząt gospodarskich przez lokalną społeczność, z monitorowaniem stanu pastwisk i oceną skuteczności renaturalizacji.

Etap 4: Monitoring pastwisk i ocena skuteczności działań. Monitorowany będzie stan pokrywy traw, skuteczność stosowanych herbicydów i nawozów, przestrzeganie procedur agrotechnicznych, a także wskaźniki produkcji mleka i liczby zwierząt gospodarskich, aby określić wykonalność utworzenia publicznych pastwisk w innych gminach, przywrócenia bioróżnorodności i utrzymania zrównoważonej kontroli barszczu po zakończeniu projektu.

