

Wpływ mikrofalowego zwalczania roślin na ekotoksyczność gleb ze stanowisk barszczu Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) i rdestowca ostrokończystego (*Reynoutria japonica* Houtt.)

Krzysztof Słowiński¹, Beata Grygierzec², Sylwester Tabor³, Agnieszka Synowiec², Agnieszka Baran⁴

¹ Katedra Użytkowania Lasu, Inżynierii i Techniki Leśnej, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

² Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

³ Katedra Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, ul. Balicka 116 B, 30-149 Kraków

⁴ Katedra Chemii Rolnej i Środowiska, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

WPROWADZENIE

Inwazyjne gatunki obce (IGO) roślin obecnie stały się globalnym problemem. Ich wprowadzanie do środowiska lub przemieszczanie w siedliskach przyrodniczych jest zabronione obowiązującymi aktami prawnymi [Dz.U. 2011 poz. 1260, Dz.U. 2022 poz. 916]. Na całym świecie stosowane są różne metody ograniczania populacji IGO, prym wśród nich wiodą zabiegi mechaniczne. W zwalczaniu dopuszczalne są metody selektywne, np. mazakowanie, czy też aplikacje dopędowe za pomocą specjalnych pistoletów do nastrzykiwań. Zabiegi te są czasochłonne ponieważ wymagają aplikacji środka chemicznego do każdego pędu, a ich skuteczność jest niewielka. Ponadto zastosowanie środków chemicznych w obszarach chronionych bywa kwestionowane [Tokarska-Guzik i in. 2012], zaś w pobliżu zbiorników i cieków wodnych jest niemożliwe [Alberterst i Böhmer 2011].

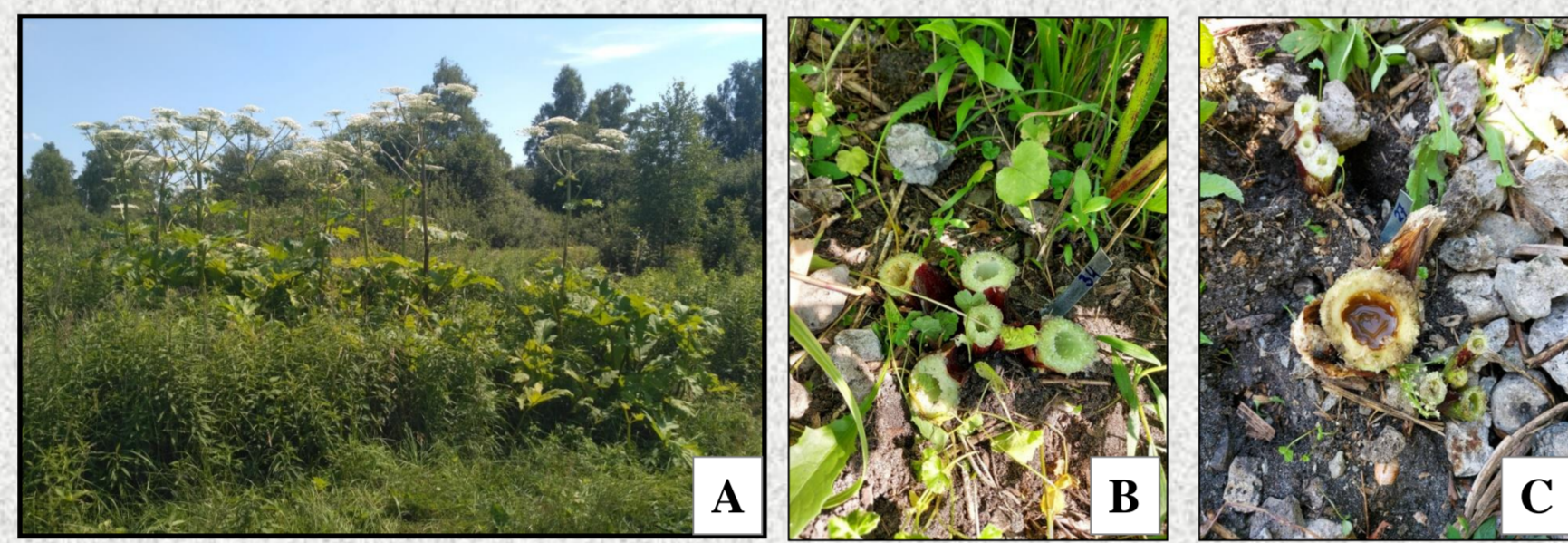
Tak, więc dotąd stosowane metody obok dużej praco- i kosztowności nie są wystarczająco skuteczne. Zatem wciąż poszukuje się nowych metod, w celu skutecznego, czyli trwałego wyeliminowania tych szczególnie inwazyjnych roślin. Pewną skuteczną alternatywą eliminowania IGO ze środowiska wydaje się być wykorzystanie promieniowania mikrofalowego [Słowiński i in. 2022]. Jednak jak dotąd ilości badań, które pokazują możliwości zwalczania roślin za pomocą mikrofal są nieliczne [Jayasanka 2014, Kaur i in. 2021]. Nie wystarczająco jest też poznane oddziaływanie mikrofal na glebę.

Stąd też celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu promieniowania mikrofalowego, emitowanego bezpośrednio do korzeni za pomocą specjalnie skonstruowanej anteny tubowej, które zostało wykorzystane do zwalczania roślin barszczu Sosnowskiego i rdestowca ostrokończystego na ekotoksyczność gleby wokół ww. roślin.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

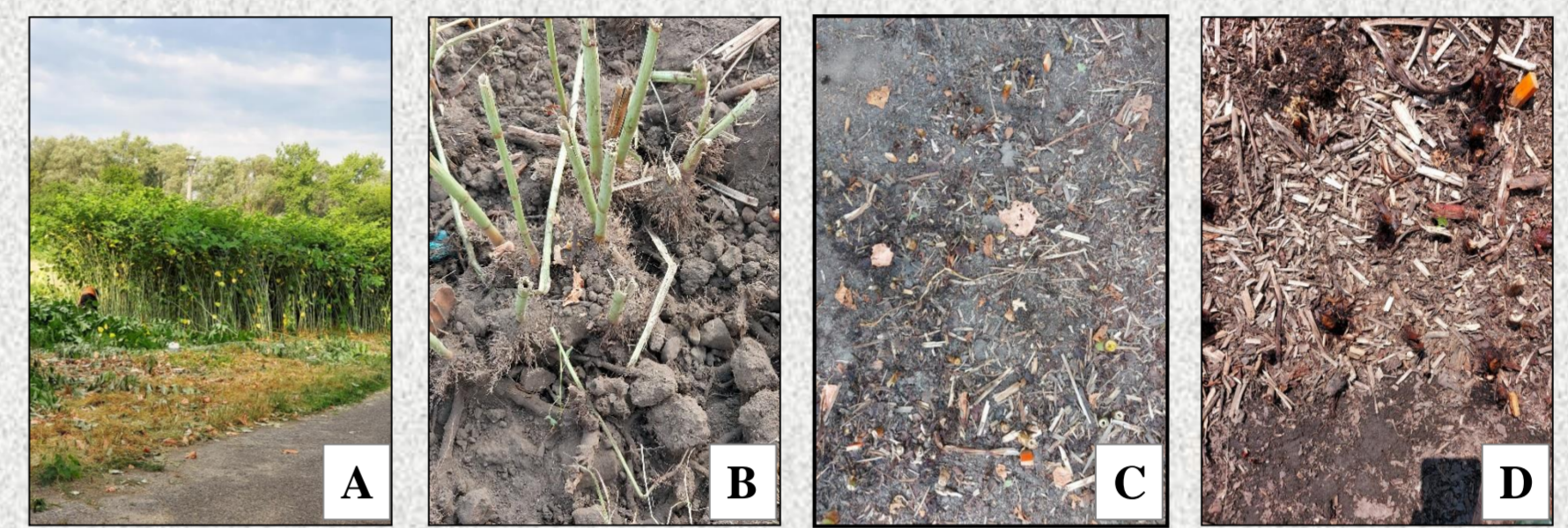


Mapa 1. Miejsce realizacji badań terenowych
B - barszcz Sosnowskiego,
R - rdestowiec ostrokończysty



Fot. 1 A. Populacja barszczu Sosnowskiego; rośliny i gleba z obiektów:
B - kontrolnego, C - po traktowaniu mikrofalami w czasie 10 min.

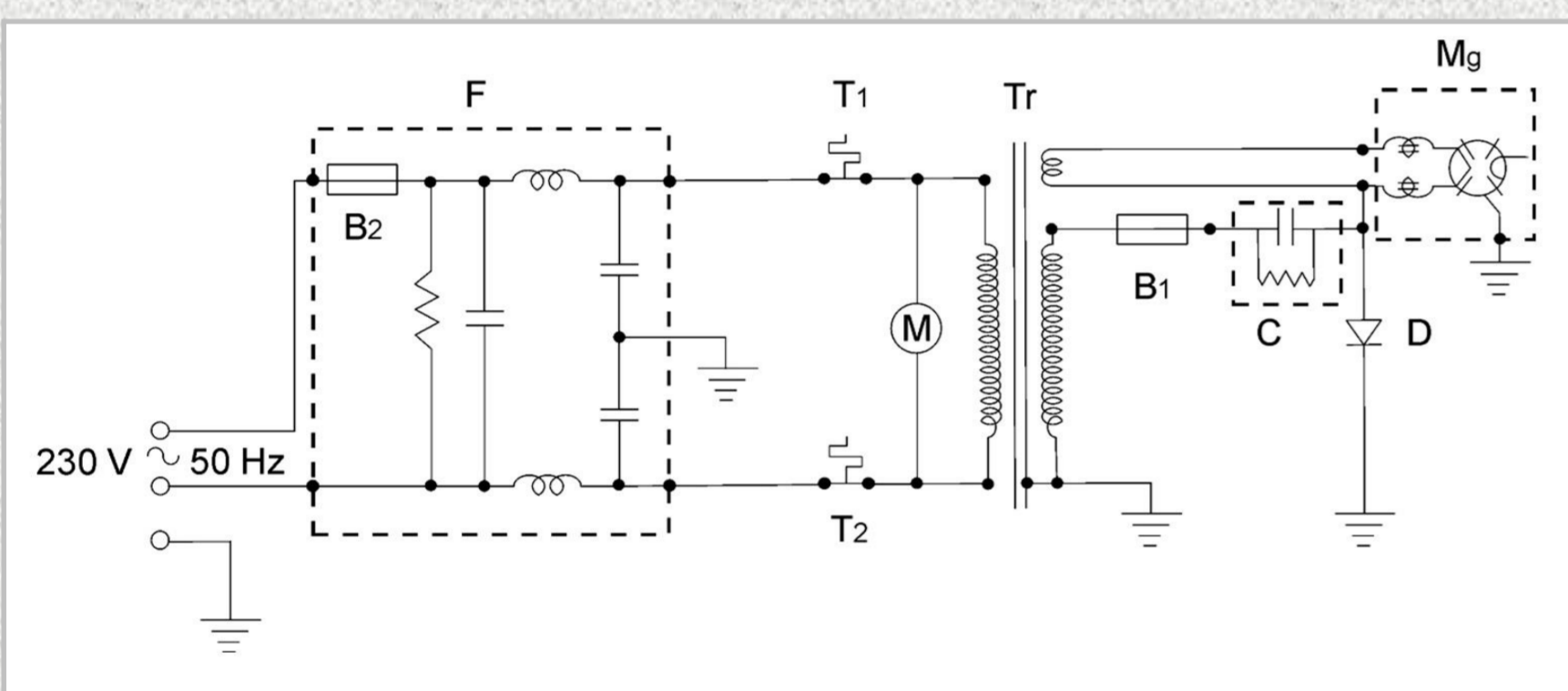
Rośliny barszczu Sosnowskiego naświetlano promieniowaniem mikrofalowym z następujących zakresach czasowych: 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 i 15,0 min. Natomiast rośliny rdestowca ostrokończystego poddano naświetlaniu w czasach: 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0 i 25,0 min. Po mikrofalowaniu roślin w terenie (bezpośrednio) z pod każdej rośliny pobierano glebę, w celu określenia jej ekotoksyczności pod wpływem działania promieniowania mikrofalowego.



Fot. 2. Populacja rdestowca ostrokończystego: A - w trakcie koszenia, rośliny i gleba z obiektów: B - kontrolnego, C - po traktowaniu mikrofalami w czasie 5 min., D - po traktowaniu mikrofalami w czasie 20 min.



Fot. 3. Antena tubowa - składa się z magnetronu wytwarzającego fale elektromagnetyczne o częstotliwości 2450 MHz i mocy 800.



Rys. 2. Schemat elektryczny urządzenia do mikrofalowego niszczenia barszczu Sosnowskiego: F - filtr, T1, T2 - wyłączniki temperaturowe, Tr - transformator wysokonapięciowy, M - silnik magnetronowego wentylatora chłodzącego, Mg - magnetron, D - dioda wysokonapięciowa, C - kondensator wysokonapięciowy, B1, B2 - bezpieczniki.

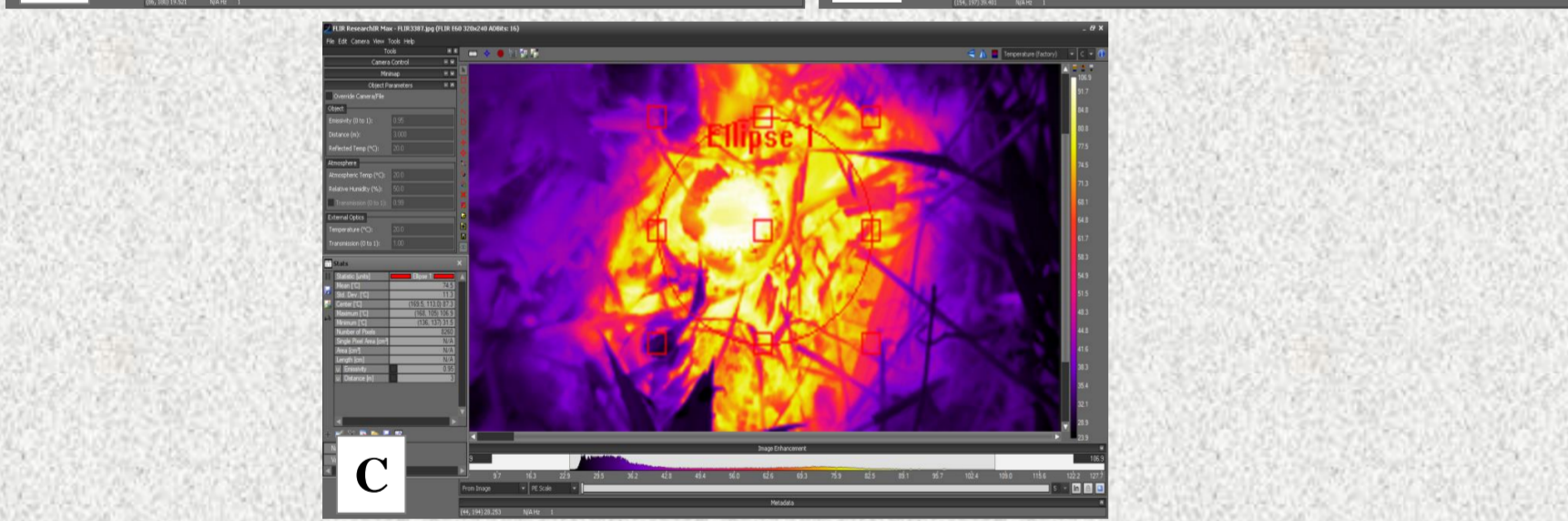
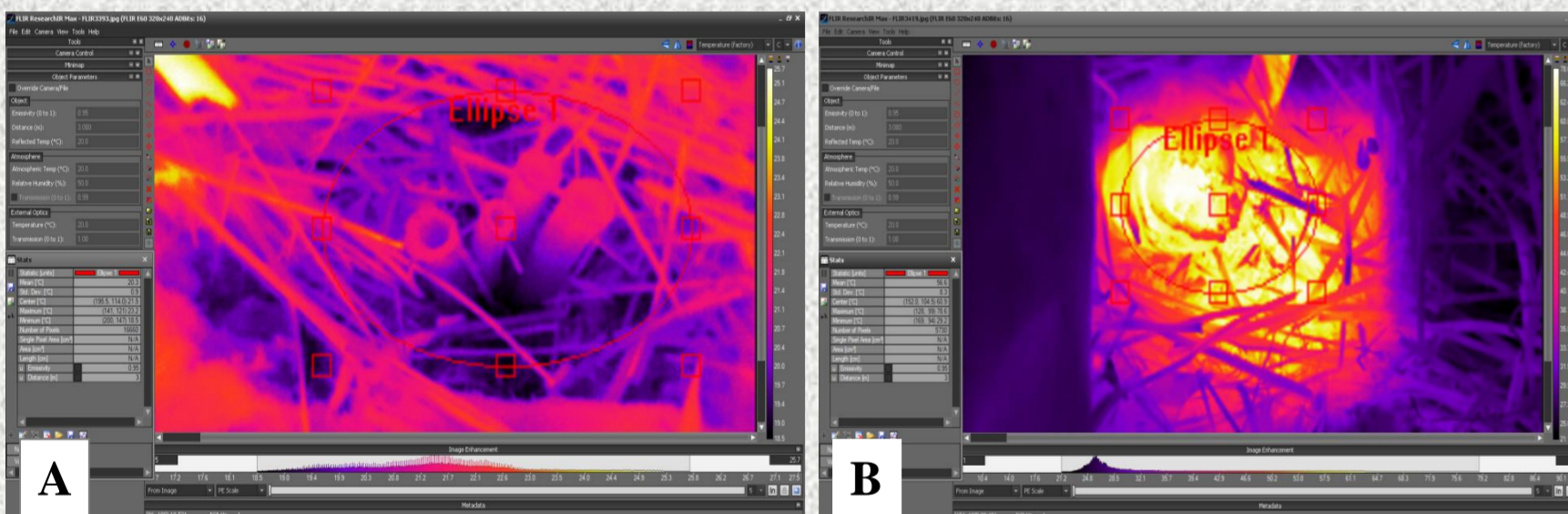
Tabela 1. Charakterystyka zastosowanych biotestów

Test	Organizm testowy	Parametr końcowy	Czas trwania testu
Phytotoksyk	<i>Sinapis alba</i> <i>Sorghum saccharatum</i>	Inhibicja kiełkowania, inhibicja wzrostu korzeni	72 h
Ostracodotoksyk	<i>Heterocypris incongruens</i>	Śmierć, inhibicja wzrostu	6 dni
Microtox	<i>Alivibrio fischeri</i>	Inhibicja luminescencji	15 min.

Tabela 2. Klasyfikacja zagrożenia według reakcji testowej

Procentowy efekt toksyczny (PE%)	Klasa	Zagrożenie
PE < 20% brak istotnego efektu toksycznego, próbka nietoksyczna	I	brak ostrego zagrożenia
20% ≤ PE < 50% istotny efekt toksyczny, próbka małotoksyczna	II	niskie ostre zagrożenie
50% ≤ PE < 100% istotny efekt toksyczny, próbka toksyczna	III	ostre zagrożenie
PE - 100% (jeden test), próbka bardzo toksyczna	IV	wysokie ostre zagrożenie
PE - 100% wszystkie testy, próbka bardzo toksyczna	V	bardzo wysokie ostre zagrożenie

WYNIKI BADAŃ



Fot. 4 A-C. Przykładowe termogramy przedstawiające temperatury bezpośrednio po działaniu mikrofal na rośliny barszczu Sosnowskiego i otaczającej go gleby w doświadczeniu polowym w czasach: A - 0,0 min. (kontrola), B - 7,5 min., C - 12,5 min.

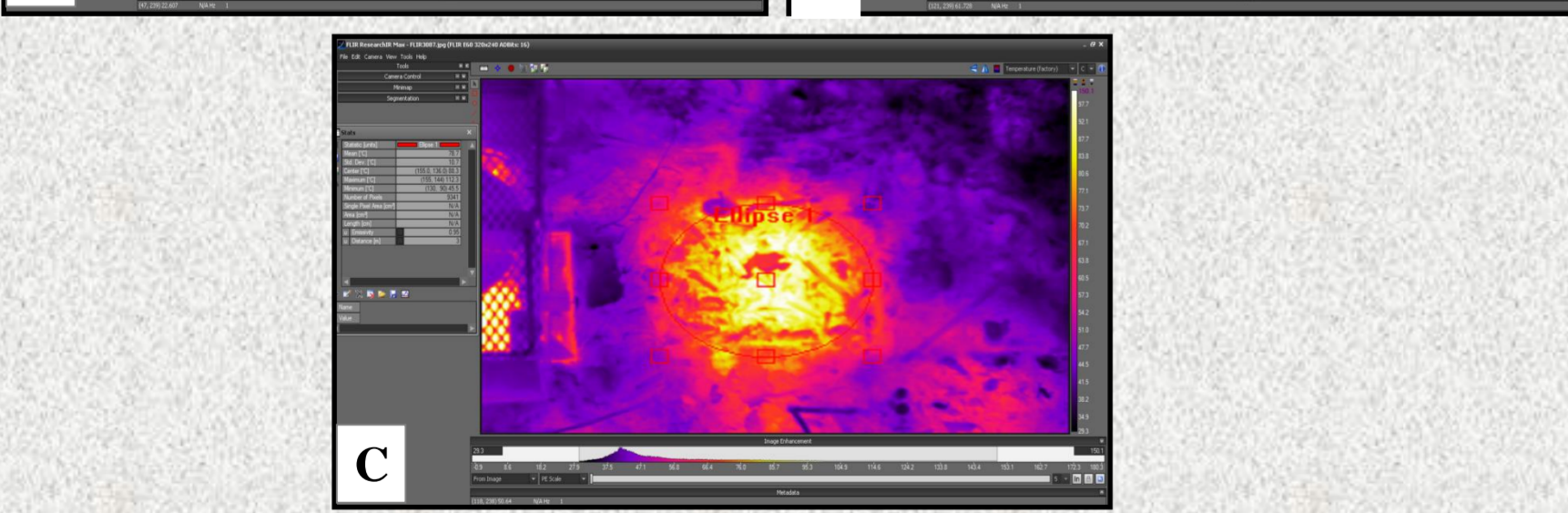
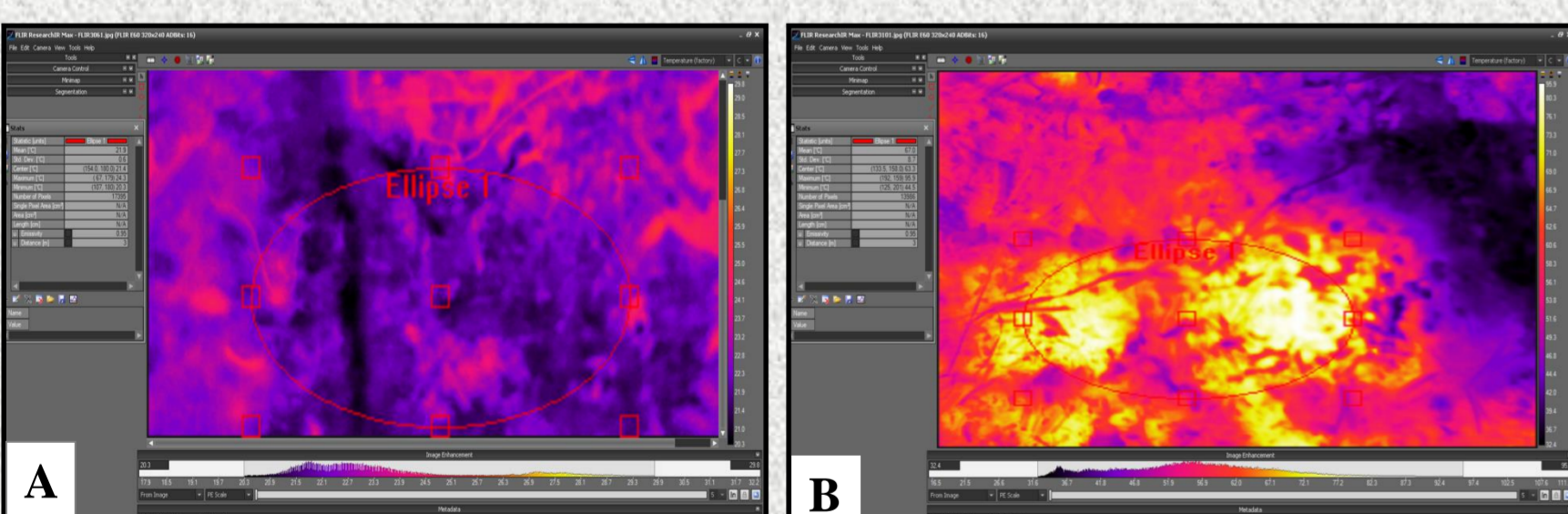
Tabela 3. Wyniki analizy termogramów przedstawiające temperatury barszczu Sosnowskiego i gleby poddanych działaniu mikrofal w czasach 0-15,0 minut w doświadczeniu polowym

Treatment time (mins.)	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0
Mean (°C)	20.3	35.2	42.0	56.6	66.5	74.5	84.5
Std. Dev. (°C)	0.9	2.3	3.9	8.3	10.2	11.3	31.6
Maximum (°C)	23.2	42.4	52.1	78.6	92.4	106.9	>150.2
Minimum (°C)	18.5	29.0	31.6	29.2	35.9	31.5	41.4

Tabela 4. Wyniki analizy ekotoksyczności gleby wokół roślin barszczu Sosnowskiego poddanej działaniu mikrofal w czasach 0-15,0 minut w doświadczeniu polowym

Gleba po mikrofalowaniu w czasach (min.)	<i>Sinapis alba</i>		<i>Sorghum saccharatum</i>		<i>Heterocypris incongruens</i>		<i>Alivibrio fischeri</i>		Klasa toksyczności
	IK*	IWZ	IK*	IWZ	Ś	IW	IL		
	Procentowy efekt toksyczny PE%								
0.0	14**	14	17** b	-5	0	19** b	32** d	II	
2.5	0 a	-23	0 a	11	0	-11 a	27 c	I	
5.0	14 ab	-7	0 a	-2	0	38 c	20 ab	II	
7.5	21 b	23	8 ab	9	0	6 ab	22 b	II	
10.0	14 ab	29	0 a	15	0	15 ab	16 a	II	
12.5	21 b	49	8 ab	3	0	-18 a	19 ab	II	
15.0	0 a	-9	0 a	-13	0	15 ab	22 b	I	

IK - inhibicja kiełkowania, IWZ - inhibicja wzrostu korzeni, Ś - śmiertelność, IW - inhibicja wzrostu, IL - inhibicja luminescencji, ** różnice istotne



Fot. 5 A-C. Przykładowe termogramy przedstawiające temperaturę bezpośrednio po działaniu mikrofal na rośliny rdestowca ostrokończystego i otaczającej go gleby w doświadczeniu polowym w czasach: A - 0,0 min. (kontrola), B - 10,0 min., C - 20,0 min.

Tabela 5. Wyniki analizy termogramów przedstawiające temperatury roślin rdestowca ostrokończystego i gleby poddanej działaniu mikrofal w czasach 0-25,0 minut w doświadczeniu polowym

Treatment time (mins.)	0.0	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0	25.0
Mean (°C)	21.9	45.4	53.7	67.0	77.6	84.8	89.6
Std. Dev. (°C)	0.6	5.2	4.5	8.2	11.6	13.5	18.0
Maximum (°C)	24.3	56.1	64.0	95.9	112.3	137.7	>150.2
Minimum (°C)	20.3	29.9	34.0	42.9	42.4	36.3	39.5

Tabela 6. Wyniki analizy ekotoksyczności gleby wokół roślin rdestowca ostrokończystego poddanej działaniu mikrofal w czasach 0-25,0 minut w doświadczeniu polowym

Gleba po mikrofalowaniu w czasach (min.)	<i>Sinapis alba</i>		<i>Sorghum saccharatum</i>		<i>Heterocypris incongruens</i>		<i>Alivibrio fischeri</i>		Klasa toksyczności
	IK*	IWZ	IK*	IWZ	Ś	IW	IL		
	Procentowy efekt toksyczny PE%								
0.0	0	42	0	5	0	41	9**b	II	
5.0	-	-	-	-	0	13	-9 a	I	
7.5	21	25	8	-14	0	35	-4 a	II	
10.0	7	-10	0	-25	0	37	-3 a	II	
15.0	14	21	0	-5	0	35	20 c	II	
20.0	21	43	0	-7	0	37	22 c	II	
25.0	14	37	0	-14	0	48	26 c	II	

IK - inhibicja kiełkowania, IWZ - inhibicja wzrostu korzeni, Ś - śmiertelność, IW - inhibicja wzrostu, IL - inhibicja luminescencji, ** różnice istotne

WNIOSKI

Nie wykazano jednoznacznego wpływu promieniowania mikrofalowego na zwiększenie ekotoksyczności gleb.

Według klasyfikacji zagrożeń, przy uwzględnieniu odpowiedzi wszystkich organizmów gleby wokół roślin barszczu Sosnowskiego traktowane mikrofalami w czasach 2,5 i 15 min., oraz wokół roślin rdestowca ostrokończystego również poddanej mikrofalowaniu w czasie 5 min. - zakwalifikowano do I klasy toksyczności, co oznacza, że są to próbki nietoksyczne, niestanowiące zagrożenia dla środowiska.

Pozostałe gleby traktowane mikrofalami zaliczono do klasy II, co oznacza, że są one małotoksyczne i również nie stanowią zagrożenia do środowiska.

BIBLIOGRAFIA

- Alberterst B., Böhmer H. J. 2011. NOBANIS - Invasive Alien Species Fact Sheet - *Fallopia japonica*. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species. www.nobanis.org, dostęp online: 03.01.2023.
Dz.U. 2011 poz. 1260. Rozporządzenie z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym.
Dz.U. 2022 poz. 916. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody.
Jayasanka S.M.D.H., Asada T. 2014. The significance of microwaves in the environment and its effect on plants. *Environ. Rev.*, 22, 220-228.
Kaur S., Vian A., Chandel S., Singh H.P., Batish D.R., Kohli R.K. 2021. Sensitivity of plants to high frequency electromagnetic radiation: Cellular mechanisms and morphological changes. *Rev. Environ. Sci. Bio Technol.* 20, 55-74.
Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zajac M., Zajac A., Urbisz A., Danielewicz W., Hodyński C. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. GDOŚ, Warszawa.
Słowiński K., Grygierzec B., Synowiec A., Tabor S., Araniti F. 2022. Preliminary Study of Control and Biochemical Characteristics of Giant Hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) Treated with Microwaves. *Agronomy* 12, 1335. https://doi.org/10.3390/agronomy12061335.