

Nadmierna wilgotność gleby, zalania, powodzie - wpływ na mikroorganizmy i żyzność gleby

Karolina Furtak

Zakład Mikrobiologii

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Szkolenie pt. „*Wilgotność gleby i mikroorganizmy – zależności, wyzwania, możliwości*” w ramach realizacji zadania 1.9
pt. „*Monitoring mikrobiologiczny gleb uprawnych z terenów popowodziowych – bezpieczeństwo, żyzność, bioróżnorodność*”
finansowanego z Dotacji celowej MRiRW w 2025 r.

Wprowadzenie

Czynniki regulujące jakość gleby

Bardzo ważnym regulatorem mikrobiomu glebowego są czynniki edaficzne, które definiuje się jako całokształt warunków fizycznych i chemicznych w glebie.

Wśród czynników edaficznych wyróżnić można:

- strukturę i typ gleby,
- temperaturę gleby,
- wilgotność gleby,
- odczyn gleby,
- ciśnienie,
- zawartość węgla i azotu,
- zawartość pierwiastków śladowych.

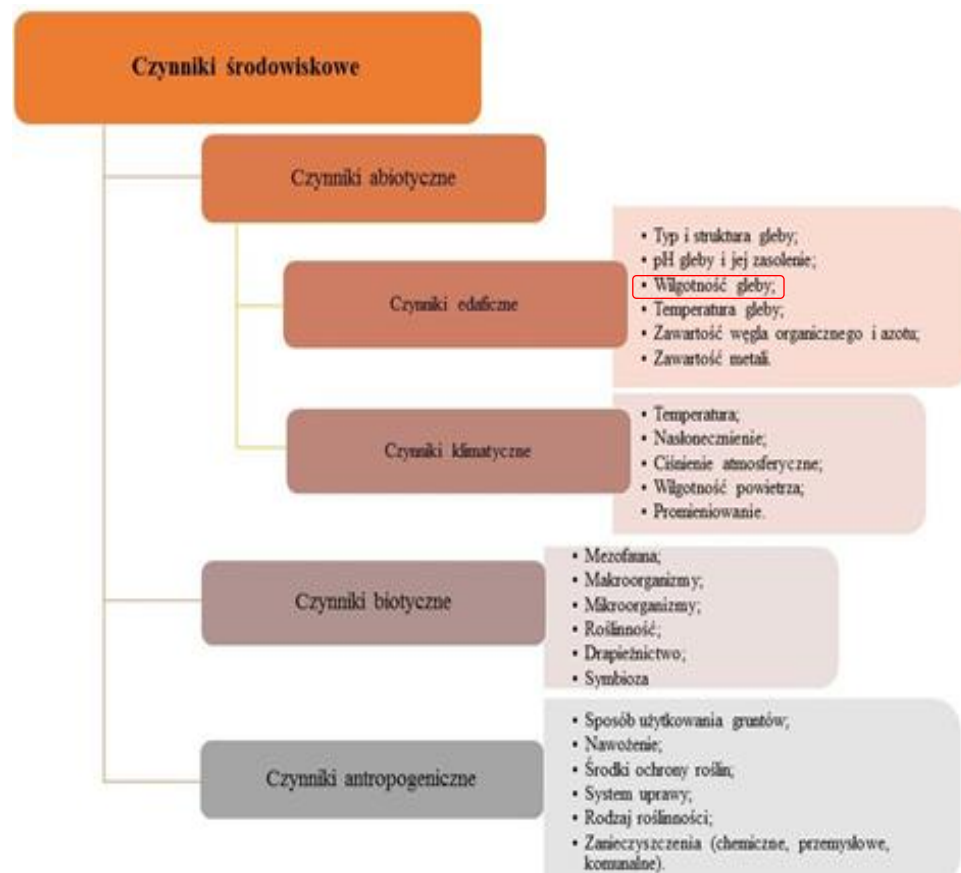


Figura 1. Czynniki wpływające na środowisko glebowe
[opracowanie własne]

Wprowadzenie

Wilgotność gleby

Wilgotność gleby definiowana jest jako zawartość wody w glebie.

Parametr ten, wyraża procentową zawartość wody w glebie i świadczy o jej zasobności w wodę.

Woda jest magazynowana w glebie w pewnych ilościach, a jej zawartość różni się w przestrzeni oraz czasie. Wynika to z faktu, że woda stanowi najbardziej dynamiczny element środowiska naturalnego, który nieustannie krąży między atmosferą, strefą oceaniczną i lądami. Zdolność gleby do zatrzymywania i magazynowania wody, głównie pochodzącej z opadów i podsiąku kapilarnego, nazywana jest **retencją wodną gleby**.

Tabela 1. Parametry wilgotności gleby (opracowanie własne na podstawie Coolong and Diaz-Perez, 2022; Czyż et al., 2003; Robock et al., 2000)

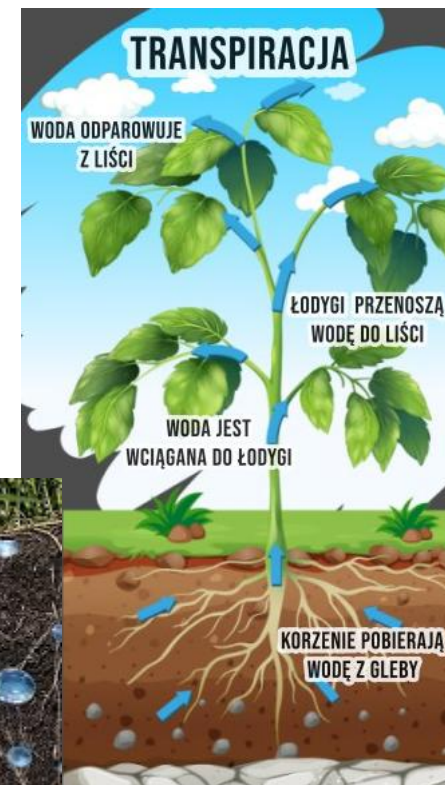
Symbol	Parametr	Opis
W	Wolumeryczna wilgotność gleby dostępna dla roślin	głębokość słupa wody zawartego w danej głębokości gleby
WT	Całkowita objętościowa wilgotność gleby	procent objętościowy wody w danej głębokości gleby
P	Porowatość	frakcja gleby składająca się z porów wypełnionych wodą lub powietrzem
W0	Całkowita zdolność utrzymywania wody	frakcja gleby składająca się z porów całkowicie wypełnionych wodą
Wf lub FC	Pojemność polowa	ilość wody pozostającej w glebie, gdy gleba jest nasycona wodą, gdy WT = W0, gdy odpływ wody jest ograniczony przez siły grawitacyjne
W* lub PWP	Punkt trwałego wędnięcia	pozostała woda ściśle związana z glebą; niedostępna dla roślin; dolna granica pojemności wodnej gleby
ETc	Ewapotranspiracja roślin uprawnych	woda tracona z gleby i rośliny do atmosfery (parowanie + transpiracja)

Wprowadzenie

Znaczenie wody w glebie

Zawartość wody w glebie wpływa bezpośrednio na:

- pH gleby;
- dyfuzję rozpuszczalników i gazów;
- dostępność tlenu;
- stabilność koloidów glebowych;
- dostępność składników pokarmowych;
- migrację drobnoustrojów w glebie;
- dyfuzję związków pomiędzy komórkami organizmów, a środowiskiem;
- procesy hydrolizy;
- szybkość mineralizacji;
- liczebność bakterii i grzybów;
- fotosyntezę roślin.



Wprowadzenie

Czynniki wpływające na wilgotność gleby

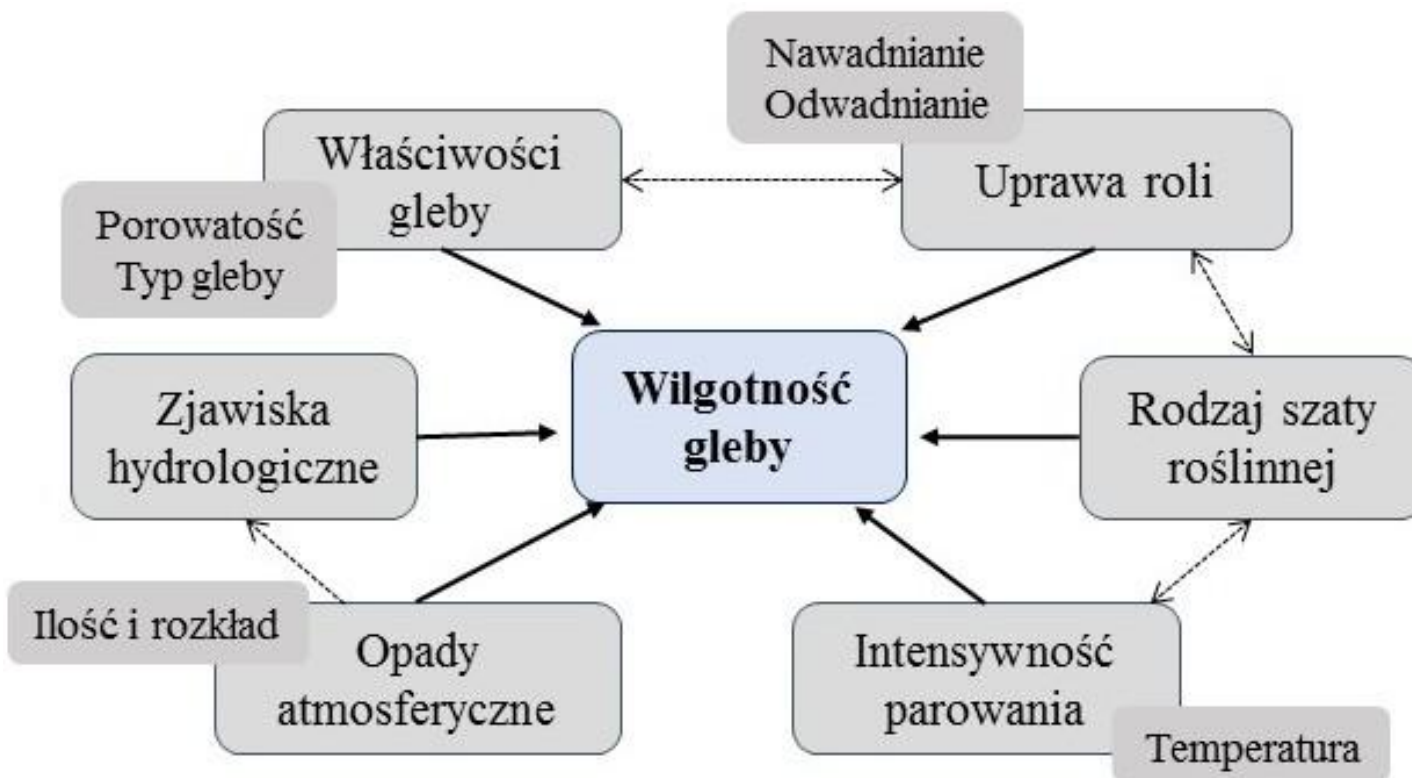


Figura 2. Czynniki wpływające na zawartość wody w glebie

Powódź

Definicja i rodzaje

Zgodnie z Dyrektywą Unii Europejskiej *powódź* to „czasowe pokrycie wodą terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą” (Dyrektywa 2007/60/WE).

Według Ustawy z dnia 20.07.2017 – Prawo wodne – *powódź* to „wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach lub na morzu, podczas którego woda po przekroczeniu stanu brzegowego zalewa doliny rzeczne albo tereny depresyjne i powoduje zagrożenia dla ludności lub mienia” (Dz.U. z 2017 r. poz. 1566).

Rodzaje powodzi w Polsce:

- a) roztopowa – wywołana nagłym spływem wód z topniejących śniegów w okresie wiosennym;
- b) opadowa – wywołana przez obfite i długotrwałe opady atmosferyczne;
- c) tzw. cofka – cofanie się wód rzek uchodzących do morza ponownie do koryt, nawet kilkadziesiąt kilometrów w głąb lądu;
- d) zimowa – nasilenie zjawisk lodowych;
- e) sztormowa – na zalewach i wybrzeżach.



Powódź

Wzrost występowania powodzi na świecie

- ❖ W Europie w ostatnich latach wzrosło zagrożenie powodziowe.
- ❖ W ciągu ostatnich trzech dekad liczba ekstremalnych zdarzeń pogodowych, w tym hydrologicznych, w Europie wzrosła o **60%**.
- ❖ W latach 1960-2010 w Europie Środkowej i Zachodniej zaobserwowano wzrost zrzutów powodziowych do 12% na dekadę.
- ❖ W ostatnich dwóch latach przyczyną powodzi były ulewne deszcze, oraz huragany.
- ❖ Tragicznym okresem okazał się lipiec 2021 roku, kiedy to serwis FloodList odnotował 124 zdarzenia powodziowe w 385 lokalizacjach w ponad 20 krajach.
- ❖ Prognozy wskazują, że zmiana klimatu prowadzi do **wzrostu intensywności sztormów i powodzi** w Europie do 2100 roku.
- ❖ Szacuje się również, że zwiększy się poziom morza i wysokość fali sztormowej, a tym samym zwiększy się częstotliwość występowania przybrzeżnych zdarzeń powodziowych.
- ❖ Ponad **98%** powierzchni lądowej wykazuje wzrost intensywności ekstremalnych opadów.

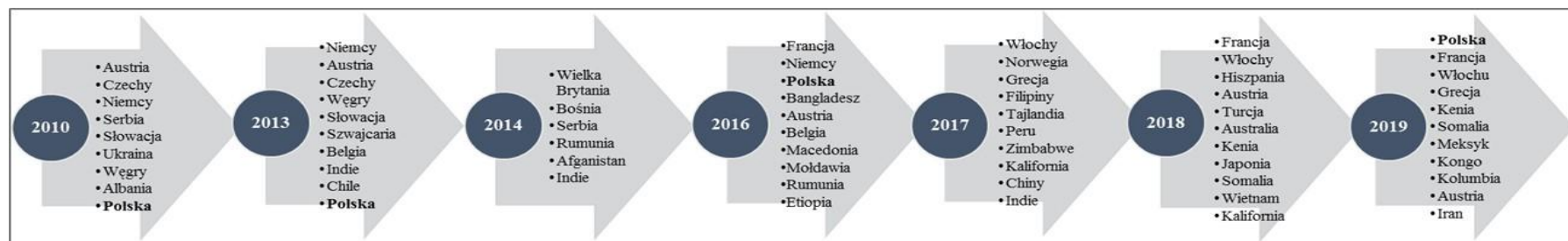


Figura 3. Zdarzenia powodziowe odnotowane na świecie w latach 2010-2019 (FloodList)

Powódź

Wpływ na glebę

- ❖ Zmycie wierzchniej warstwy gleby, utrata warstwy próchnicznej.
- ❖ Naniesienie odpadów, zanieczyszczeń, w tym biologicznych.
- ❖ Zmniejszenie dyfuzji tlenu w glebie.
- ❖ Zmniejszenie dyfuzji azotu w glebie.
- ❖ Wypłukanie części składników pokarmowych: azotu, wapnia i magnezu - w warunkach beztlenowych w glebie dostępność mikro- i makroelementów jest od dwóch do czterech razy mniejsza niż w środowisku dobrze natlenionym.
- ❖ Zmywanie w głąb profilu glebowego fosforu i potasu.
- ❖ Rozwój drapieżników żywiących się bakteriami.
- ❖ Spadek pH gleby.
- ❖ Niekontrolowane niszczenie struktury gleby.
- ❖ Naniesienie nasion gatunków roślin z odległych obszarów (w przypadku wody powodziowej).
- ❖ Utrudnienia w przeprowadzaniu terminowych prac polowych.



Powódź

Wpływ na mikrobiom gleby

- ❖ Niedobór tlenu negatywnie wpływa na rozwój mikroorganizmów tlenowych (bakterie i grzyby), które najpierw hamują swój metabolizm, a w wyniku długiego niedoboru tlenu obumierają.
- ❖ Zmniejszenie aktywności mikroorganizmów tlenowych – zmiany w procesach biogeochemicznych.
- ❖ **Utrata bakterii** ważnych dla promowania wzrostu roślin m.in. z rodzajów *Rhizobium*, *Azotobacter*, bakterii nityfikacyjnych (*Nitrosomonas* sp., *Nitrosococcus* sp.) oraz grzybów z rodzaju *Trichoderma*.
- ❖ Rozwój mikroorganizmów beztlenowych – **intensyfikacja procesów redukcji i fermentacji**. Wśród beztlenowych mikroorganizmów glebowych znajdują się m.in. bakterie purpurowe przeprowadzające fotosyntezę beztlenową - *Rhodospirillum* sp.; bakterie redukujące siarczany - *Desulfovibrio* sp., *Desulfotomaculum* sp. Dominacja mikroorganizmów beztlenowych zaburza równowagę w glebie. Bakterie beztlenowe wytwarzają gazy takie jak **metan i podtlenek azotu**, które wpływają na inne organizmy glebowe m.in. na liczbę dżdżownic, które przemieszczają się z dala od źródła tych gazów albo giną.
- ❖ Woda powodziowa wpływa na migrację mikroorganizmów w glebie. Może **wypłukiwać** te, które są pożyteczne dla upraw, jak i wprowadzać na danym terenie nowe rodzaje, które utrudnią odbudowę prawidłowego składu społeczności.
- ❖ Rozwój **mikroorganizmów patogenicznych** wobec roślin m.in. grzybów patogennych, np. *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp., *Verticilium* sp.
- ❖ Warunki beztlenowe **zmniejszają proces nityfikacji** mikrobiologicznej, **nasilając denityfikację**, co prowadzi do **utraty gazowego azotu** z gleby.

Powódź

Zanieczyszczenie sanitarne

- ❖ Podczas powodzi do wód powodziowych, a następnie do gleb mogą przedostać się mikrobiologiczne **skażenia sanitarne**. Dotyczy to szczególnie terenów, gdzie uszkodzeniu uległa infrastruktura oczyszczalni ścieków, sieci kanalizacyjne, przydomowe szamba, zalane zostały składowiska odpadów, szpitale, cmentarze, a także gdy doszło do padnięcia zwierząt i ich biomasa zalega na obszarach zalanych. W takich przypadkach wzrasta ryzyko występowania w wodzie powodziowej **mikroorganizmów chorobotwórczych** takich jak:
 - bakterie z rodzaju *Salmonella* - wywołujące dur brzuszny, dur rzekomy i salmonellozy;
 - bakterie z rodzaju *Shigella* - wywołujące czerwonkę;
 - bakterie z rodzaju *Campylobacter* - wywołujące ostre biegunki zwane kamylobakteriozami;
 - *Clostridium tetani* - bakteria wywołująca tężec;
 - *Clostridium botulinum* - laseczka jadu kiełbasianego;
 - bakterie wywołujące gruźlicę i żółtaczkę bakteryjną;
 - wirusy jelitowe (enterowirusy);
 - grzyby;
 - pierwotniaki.
- ❖ Zanieczyszczenie sanitarne gleb może występować szczególnie wtedy, gdy zanieczyszczona woda powodziowa stoi przez dłuższy czas na danym terenie.

Omówienie wyników badań mikrobiologicznych z terenów dotkniętych powodzią w 2024 r.

Karolina Furtak

Zakład Mikrobiologii

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Szkolenie pt. „*Wilgotność gleby i mikroorganizmy – zależności, wyzwania, możliwości*” w ramach realizacji zadania 1.9
pt. „*Monitoring mikrobiologiczny gleb uprawnych z terenów popowodziowych – bezpieczeństwo, żyźność, bioróżnorodność*”
finansowanego z Dotacji celowej MRiRW w 2025 r.

Powódź

Wstępne badania terenów dotkniętych powodzią w roku 2024

Wstępne badania przesiewowe (wrzesień 2024) wykazały namnożenie bakterii beztlenowych w glebach zalanych wodą oraz przewyższenie ich udziału w mikrobiomie w stosunku do bakterii tlenowych w glebach z woj. dolnośląskiego i opolskiego.

Wykazano obecność bakterii z grupy *Enterobacter* w glebach z pola 2 i 1 oraz *Salmonella* sp. w glebie z pola 2.

Tabela 1. Wykaz próbek

Symbol próbki	Lokalizacja	Uwagi
G1R	Pole 1; woj. dolnośląskie, gmina Kłodzko, Odrzychowice Kłodzkie	Poplon
G1D		Pole uszkodzone - brak wierzchniej warstwy gleby
G2	Pole 2; woj. dolnośląskie, gmina Kłodzko, Krosnowice	Po zbiorach pszenicy
G3	Pole 3; woj. opolskie, gmina Lewin Brzeski, Kantorowice	Spod rzepaku ozimego

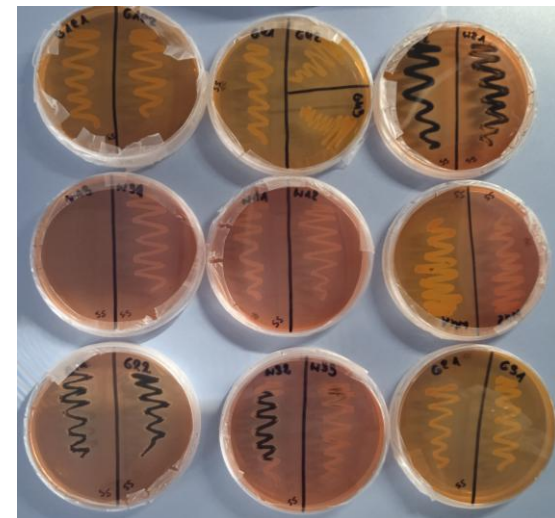


Figura 2. Wzrost wybranych bakterii na podłożach selektywnych; od lewej: wzrost bakterii na podłożu SS; wzrost bakterii na podłożu MC



Figura 1. Zdjęcia własne z terenów objętych wizją lokalną (27.09.2024). Od lewej: Pole 1 - gmina Kłodzko (woj. dolnośląskie); Pole 2 - gmina Kłodzko (woj. dolnośląskie); Pole 3 - gmina Lewin Brzeski (woj. opolskie)

Tabela 2. Liczebność bakterii w badanych próbkach

Symbol próbki	Liczebność mikroorganizmów			
	Podłoże LB	Podłoże WCA	Podłoże SS	Podłoże MC
G1R	301 x 10 ⁵	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
G1D	164 x 10 ⁵	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
W1	2080	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
G2	107 x 10 ⁵	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
W2	1568	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
G3	190 x 10 ⁵	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
W3	1312	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
G4966	64 x 10 ⁵	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne
W4966	2464	niepoliczalne	niepoliczalne	niepoliczalne

Powódź

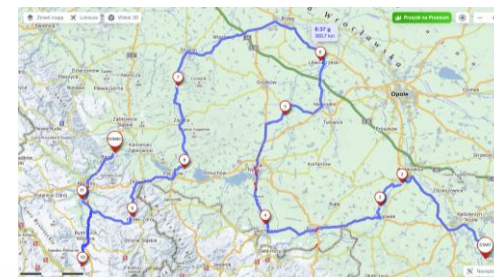
Wyniki z terenów dotkniętych powodzią w roku 2024 – monitoring w roku 2025

Tabela 4. Wykaz próbek

Próbka	Miejscowość	Województwo	Użytkowanie gruntu przed powodzią	Zabiegi po powodzi	Stan 2025
D1	Wadochowice	Dolnośląskie	jęczmień ozimy	uprawa agregatem bezorkowym 35 cm	pszenica ozima
D2	Długopole Górne	Dolnośląskie	łąka	bronowanie	łąka
D3	Krosnowice	Dolnośląskie	pszenica	orka; 250 kg polifoska	soja
D4A	Radochów	Dolnośląskie	ogródek warzywny	brak	ogródek warzywny
D4B	Radochów	Dolnośląskie	łąka	bronowanie	łąka
D5	Przytęk	Dolnośląskie	pszenica ozima, rzepak ozimy	głęboszowanie; mocznik (kwiecień); wapnowanie (luty)	kukurydza
D6	Pomianów Dolny	Dolnośląskie	jęczmień jary	zostawiony poplon; pług bezorkowy; wiosną 2025 bakterie EM Farm Plus, RSM	kukurydza
O1	Kantarowice	Opolskie	pszenica	orka 35 cm; EM Farma; wiosną 2025 saletra, obornik kurzy, talerzowanie	kukurydza
O2	Więcmierzycze	Opolskie			jęczmień
O3	Bodzanów	Opolskie	kukurydza	talerzowanie; pozostawione resztki po kukurydzy	kukurydza
O4	Nowy Młyn/Komorniki	Opolskie	łąka		łąka
O5	Głogówek	Opolskie	rzepak	uprawa agregatem bezorkowym 25 cm; mocznik; inokorzeń - preparat	kukurydza
O6	Dziergowice	Opolskie	rzepak ozimy	głęboka uprawa 40-50 cm; w 2025: saletra amonowa, RSM, Mustang Forte	pszenica ozima

W ramach realizacji zadania nawiązano kontakt z Okręgowymi Stacjami Chemiczno-Rolniczymi we Wrocławiu i Opolu oraz wytypowano 12 gospodarstw rolnych z województwa dolnośląskiego opolskiego do poboru prób w ramach monitoringu.

Próbki pobrano 3-krotnie w roku 2025: w kwietniu, sierpniu i październiku.



Powódź

Wyniki z terenów dotkniętych powodzią w roku 2024 – monitoring w roku 2025

Przeprowadzono następujące analizy wszystkich pobranych gleb:

- a) monitoring występowania w badanych glebach potencjalnych mikrobiologicznych patogenów ludzkich tj. *Salmonella* sp., *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* sp., *Listeria* sp., *B. cereus*;
- b) monitoring występowania żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* spp., *Toxocara* spp., *Trichuris* spp.
- c) określenie liczebności bakterii fosforowych;
- d) określenie liczebności bakterii z rodzaju *Azotobacter*;
- e) określenie liczebności bakterii amonifikacyjnych;
- f) określenie ogólnej liczebności bakterii, bakterii beztlenowych i grzybów;
- g) analizy podstawowych paramentów biologicznej aktywności gleby (dehydrogenaz i fosfataz);
- h) ocena potencjału metaboliczny mikroorganizmów (EcoPlate).



Powódź

Wyniki z terenów dotkniętych powodzią w roku 2024 – monitoring w roku 2025

Tabela 5. Aktywność enzymatyczna i metaboliczna oraz obecność jaj pasożytów w badanych glebach

Próbka	DHa		AcP		AIP		Jaja pasożytów		AWCD 120h		Shannon 120h	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
D1	42.29	67.53	138.36	143.73	76.36	95.80	nie wykryto	nie wykryto	1.20	1.18	3.40	3.33
D2	154.70	184.28	148.42	141.71	140.49	128.75	nie wykryto	nie wykryto	1.47	1.62	3.42	3.38
D3	113.07	157.28	199.03	202.72	127.31	122.84	nie wykryto	nie wykryto	1.48	1.54	3.42	3.33
D4A	70.50	89.54	72.21	70.66	77.30	93.74	nie wykryto	nie wykryto	1.43	1.44	3.39	3.35
D4B	99.77	288.11	86.02	148.31	43.55	58.76	nie wykryto	nie wykryto	1.72	1.56	3.38	3.40
D5	68.87	147.78	58.26	114.92	64.77	56.48	nie wykryto	nie wykryto	1.62	1.39	3.39	3.23
D6	93.54	122.96	81.51	113.02	82.06	72.69	nie wykryto	nie wykryto	1.18	1.33	3.37	3.35
O1	78.00	95.60	38.01	42.96	97.09	100.10	nie wykryto	nie wykryto	1.06	1.32	3.39	3.40
O2	37.40	49.96	103.52	242.64	39.49	65.37	nie wykryto	nie wykryto	1.32	1.11	3.40	3.38
O3	64.90	51.78	103.74	63.07	29.81	63.68	nie wykryto	nie wykryto	1.66	1.55	3.39	3.38
O4	174.63	251.21	251.57	575.86	182.66	272.18	nie wykryto	nie wykryto	1.10	1.57	3.38	3.38
O5	85.05	127.46	84.47	143.62	89.02	116.13	nie wykryto	nie wykryto	1.33	1.43	3.36	3.37
O6	56.32	9.44	82.46	161.30	148.79	48.74	nie wykryto	nie wykryto	1.41	1.32	3.40	3.38



Tabela 6. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w badanych glebach

Próbka	Bakterie tlenowe (6)		Grzyby (4)		Fosforowe (7)		Amonifikacyjne (6)		Beztlenowe (6)		Azotobacter (1)		Salmonella	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
D1	71.46	51.41	19.24	39.70	0.79	2.09	7.07	10.45	7.85	10.03	0.39	0.42	nie wykryto	nie wykryto
D2	44.78	90.11	2.13	16.58	0.85	0.00	2.13	5.53	4.69	10.63	4.26	2.55	nie wykryto	nie wykryto
D3	70.45	37.04	10.13	27.24	0.00	1.70	2.30	3.41	10.59	6.39	22.10	8.09	nie wykryto	nie wykryto
D4A	71.78	141.66	1.67	7.61	4.17	2.54	17.11	29.60	20.03	13.53	46.74	117.13	nie wykryto	nie wykryto
D4B	18.86	33.87	1.26	16.31	0.84	0.00	0.84	2.09	1.26	8.78	2.10	2.09	nie wykryto	nie wykryto
D5	58.83	102.11	12.67	23.33	3.27	1.15	7.35	0.76	23.29	60.04	0.00	0.38	nie wykryto	nie wykryto
D6	57.60	119.20	16.57	31.98	0.39	1.66	1.58	8.72	7.89	20.35	10.65	1.66	nie wykryto	nie wykryto
O1	80.97	41.96	11.15	22.75	0.41	1.57	19.42	9.80	15.29	11.37	88.41	21.57	nie wykryto	nie wykryto
O2	59.36	96.04	11.53	32.45	0.43	7.36	13.67	4.33	5.55	19.47	0.43	7.79	nie wykryto	nie wykryto
O3	32.35	34.75	31.93	37.35	0.00	0.87	2.90	0.87	6.22	4.34	0.00	78.18	nie wykryto	nie wykryto
O4	21.05	182.67	0.47	36.74	0.00	6.13	0.94	104.60	5.14	42.35	5.14	1.53	nie wykryto	nie wykryto
O5	54.66	88.81	16.36	74.77	1.99	1.65	3.19	120.21	11.17	8.67	4.79	1.65	nie wykryto	nie wykryto
O6	152.55	118.56	27.38	54.94	2.35	1.65	14.08	22.72	7.43	12.39	112.66	7.85	nie wykryto	wykryto

Powódź

Wyniki z terenów dotkniętych powodzią w roku 2024 – monitoring w roku 2025

Pobór I.

W próbkach glebowych pobranych w kwietniu pH wahało się między 6,3, a 7,6.

Badania wykazały brak obecności żywych jaj pasożytów jelitowych oraz bakterii z rodzaju *Salmonella* w badanych glebach, co jest istotne ze względu na bezpieczeństwo zdrowotne.

Jednakże, niektóre badane gleby charakteryzują się brakiem bakterii z rodzaju *Azotobacter* (2 z 13 próbek), czy bakterii solubilizujących fosforany (3 z 13 próbek), ogólnie niedużą liczebnością bakterii amonifikacyjnych oraz dużą liczbą bakterii beztlenowych (5 próbek z 13), co wskazuje na niską bioróżnorodność mikrobiologiczną gleby oraz możliwe zaburzenia w obiegu azotu i fosforu.

Określona aktywność enzymatyczna również wskazuje na niską aktywność mikroorganizmów w badanych próbkach.

Najniższe wskaźniki uzyskano dla pól, gdzie po powodzi zasiano zboża (pszenica ozima, jęczmień). Gleby z pól przeznaczonych pod uprawę soi oraz łąki wykazywały wyższą aktywność i bioróżnorodność.

Pobór II.

W przypadku próbek glebowych pobranych w sierpniu ponownie wykazano brak obecności żywych jaj pasożytów jelitowych.

Jednakże, w 1 z 13 próbek (próbka z woj. opolskiego, gleba spod pszenicy ozimej) stwierdzono obecność bakterii z rodzaju *Salmonella*, które nie były obecne w tej glebie w kwietniu. Jest to niepokojąca informacja.

Ciekawą obserwacją jest pojawienie się bakterii z rodzaju *Azotobacter* w glebach, w których były nieobecne w kwietniu. Równie interesującą sytuację odnotowano w przypadku bakterii solubilizujących fosforany – pojawiły się one w 3 glebach, gdzie nie były obecne w kwietniu, natomiast zanikły w 2 innych próbkach (z woj. dolnośląskiego). Duża liczba bakterii beztlenowych utrzymuje się dalej w 4 z 13 próbek. Ogólna liczba bakterii wzrosła w 9 próbkach z 13. Najwyższą liczebność odnotowano w glebach z łąki i spod uprawy warzyw.

Aktywność enzymatyczna również uległa zmianom. W 11 z 13 próbek odnotowano wzrost aktywności dehydrogenaz, w zakresie od 19 do aż 189% (gleba z łąki). Natomiast w 2 próbkach aktywność dehydrogenaz spadła (o 20 i 83%). Aktywność fosfatazy kwaśnej wzrosła w stosunku do analiz wykonanych w kwietniu w 10 z 13 próbek (1,8-134,4%), a fosfatazy zasadowej w 8 z 13 próbek (3-113%).

Możliwości regeneracji gleby po powodzi

Karolina Furtak

Zakład Mikrobiologii

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Szkolenie pt. „*Wilgotność gleby i mikroorganizmy – zależności, wyzwania, możliwości*” w ramach realizacji zadania 1.9
pt. „*Monitoring mikrobiologiczny gleb uprawnych z terenów popowodziowych – bezpieczeństwo, żyzność, bioróżnorodność*”
finansowanego z Dotacji celowej MRiRW w 2025 r.

Regeneracja gleby po powodzi

Odkazanie i zwalczanie patogenów

- ❖ W badaniach rutynowych wskaźnikami stanu sanitarnego gleby są: obecność jednostek tworzących kolonie bakterii z rodzaju *Salmonella*, miano bakterii z grupy *coli* oraz bakterii *C. perfringens*, a także obecność i ocena stopienia żywotności jaj pasożytów jelitowych *A. lumbricoides* i *T. trichiura*. W przypadku podejrzenia zanieczyszczenia sanitarnego gleb należy zgłosić ten fakt do władz lokalnych oraz instytucji kontroli (Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej) i instytucji doradczych dla rolnictwa (Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze).
- ❖ Zalana gleba może być rezerwuarem **patogenów roślinnych**, co stanowi zagrożenie dla nowozakładanych upraw. Poza oczyszczeniem gleby z obumierających i martwych roślin, warto rozważyć stosowanie **biofungicydów** i **fungicydów**, aby ochronić rośliny przed chorobami.
- ❖ Jedną z podstawowych metod sanitacji jest **wapnowanie** gleby, które posiada właściwości dezynfekcyjne. Wapno tlenkowe działa zarówno jako środek odkazający, jak i neutralizujący metale ciężkie.
- ❖ Na rynku są dostępne **dezynfektanty**, które można samodzielnie stosować (np. Basamid 97 GR i Nemasol 510 SL).
- ❖ Ważne by przed odkazaniem gleby jej powierzchnia została oczyszczona z zalegających resztek zwierzęcych, roślinnych, odpadów i osadu popowodziowego.

Regeneracja gleby po powodzi

Odkazanie i zwalczanie patogenów – potencjał mikroorganizmów

- ❖ Niektóre mikroorganizmy występujące w preparatach mikrobiologicznych dostępnych na rynku posiadają zdolność do produkcji **substancji przeciwdrobnoustrojowych**, co ogranicza występowanie patogenów. Do takich mikroorganizmów należą m.in.:
 - *Bacillus subtilis*,
 - *Bacillus thuringiensis*,
 - Bakterie kwasu mlekowego,
 - Grzyby z rodzaju *Trichoderma*.
- ❖ Stosowanie preparatów z tymi mikroorganizmami pomaga przywrócić **równowagę** w glebie oraz hamuje wzrost patogenów.
- ❖ Bakterie z rodzaju *Bacillus* wchodzi w skład **biofungicydów i bioinsektycydów** - warto rozważyć ich zastosowanie jako środka ochronnego.
- ❖ Niektóre z preparatów mogą być zalecane do **bioasekuracji** pomieszczeń inwentarskich (np. ProBio ASekuracja).



Regeneracja gleby po powodzi

Usuwanie szkodliwych substancji – potencjał mikroorganizmów

- ❖ Niektóre mikroorganizmy występujące w preparatach mikrobiologicznych dostępnych na rynku posiadają zdolność do **rozkładu pestycydów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, barwników oraz wiązania metali ciężkich**. Wśród takich mikroorganizmów można wyróżnić:
 - *Pseudomonas* sp.,
 - *Bacillus* sp.,
 - *Rhodococcus* sp.,
 - *Mycobacterium* sp.,
 - *Alcaligenes* sp.,
 - *Streptomyces* sp.,
 - *Trametes versicolor*,
 - *Aspergillus niger*,
 - *Yarrowia lipolytica*.
- ❖ Mogą one wspomagać i przyspieszać remediację takich terenów z zanieczyszczeń naniesionych wraz z odą powodziową.



Regeneracja gleby po powodzi

Natlenienie gleby

- ❖ Przyjmuje się, że po około 3 tygodniach od ustąpienia zalania społeczność mikroorganizmów glebowych jest w stanie wrócić do równowagi. Zaleca się więc, aby **jak najszybciej osuszyć glebę**, tzn. w przypadku występowania zastoisk wody powodziowej wspomóc jej odciek poprzez wykonanie drenaży, odpływów.
- ❖ Zabiegiem poprawiającym natlenienie gleby jest również jej **spulchnianie**, a nawet głębszowanie. Rozluźnienie warstwy podornej, nie tylko napowietrza glebę, ale również wspomaga **meliorację** i może zapobiegać powstawania zastoisk wodnych w przyszłości.
- ❖ Odpowiednie natlenienie gleby stanowi podstawę do odbudowy liczebności i różnorodności mikroorganizmów glebowych.
- ❖ W momencie gdy tylko gleba może być uprawiana, należy **wdrożyć uprawę**, aby rozbić uszczelnione powierzchnie i umożliwić dostęp powietrza do gleby.



Regeneracja gleby po powodzi

Natlenienie gleby – potencjał mikroorganizmów

- ❖ Mikroorganizmy mogą **pośrednio poprawiać natlenienie gleby**, choć same nie produkują tlenu jak rośliny (przez fotosyntezę), to jednak ich działalność może:
 - poprawiać strukturę gleby (np. zwiększając porowatość),
 - wspierać rozwój korzeni roślin, które z kolei poprawiają napowietrzenie,
 - stymulować rozwój organizmów glebowych (np. dżdżownic), które mechanicznie napowietrzają glebę.
- ❖ Przykłady mikroorganizmów, które pomagają poprawiać natlenienie gleby:
 - *Azotobacter* sp.,
 - *Bacillus* sp.,
 - *Pseudomonas* sp.,
 - *Streptomyces* sp.,
 - *Glomeromycota* sp.,
 - *Trichoderma* sp.



Regeneracja gleby po powodzi

Przywrócenie żyzności

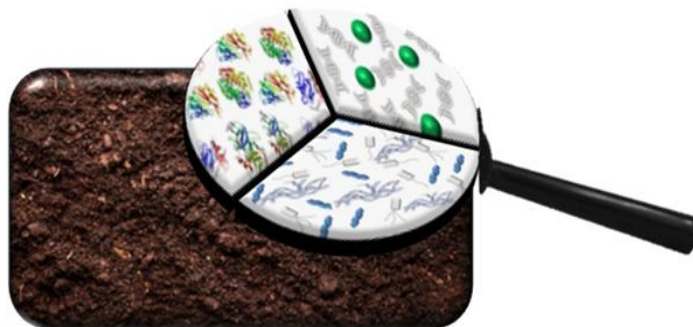
- ❖ Gdy gleba osiągnie odpowiednią wilgotność należy przystąpić do mechanicznej uprawy (pług, kultywator) gleby aby **odbudować jej strukturę i przerwać proces denitryfikacji** oraz dalsze straty azotanów wraz z przesiąkającą w głąb wodą.
- ❖ Należy zasilić glebę **nawozami** fosforowymi i potasowymi. Po zadozowaniu nawozów należy wykonać orkę i bronowanie.
- ❖ Zaleca się dodanie **materii organicznej** do gleby, dzięki czemu gleba zostanie wzbogacona w składniki odżywcze.
- ❖ Warto rozważyć pozostawienie resztek poźniwnych w kolejnym sezonie, zastosowanie nawozów organicznych np. obornika.
- ❖ **Poprawa pH** gleby poprzez zastosowanie odpowiedniej dawki wapna nawozowego, wyliczonej na podstawie oznaczeń odczynu (pH gleby) oraz wymieszanie wapna z glebą.



Regeneracja gleby po powodzi

Odbudowa mikrobiomu

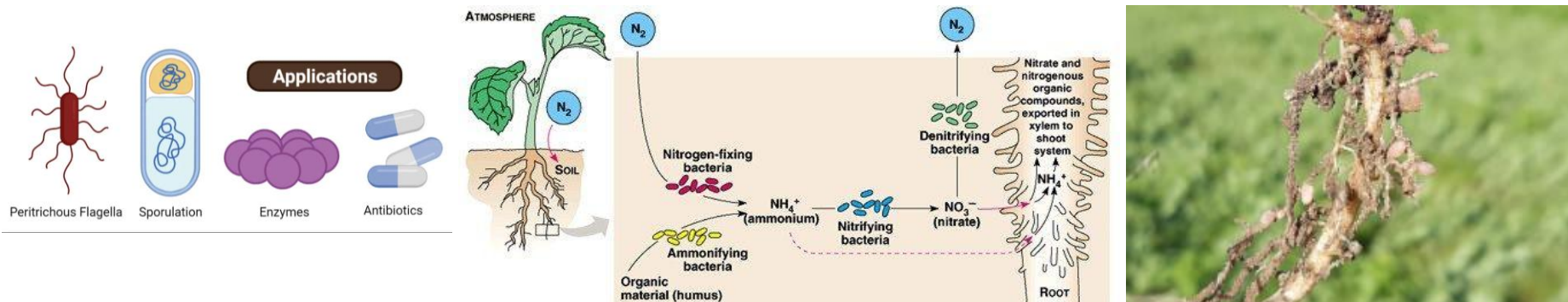
- ❖ W zdrowej glebie znajdują się miliardy mikroorganizmów, które pełnią podstawowe funkcje, takie jak rozkładanie resztek pożywnych, obieg składników odżywczych, stymulowanie wzrostu roślin i odpieranie czynników stresogennych, decydujące w dużej mierze o żyzności danej gleby. **Zaburzenia różnorodności i liczebności mikroorganizmów glebowych mają daleko idące konsekwencje dla produkcji roślinnej.**
- ❖ Warto stosować rośliny okrywowe po wyschnięciu gleby, aby promować wzrost mikroorganizmów, które są niezbędne do obiegu składników odżywczych.
- ❖ Dobrym wyborem do zasadzenia jesienią są rośliny strączkowe, które „przyciągają” grzyby mykoryzowe oraz inne pożyteczne organizmy w glebie.
- ❖ W przypadku gdy na terenie popowodziowym planowano uprawę roślin bobowatych, w szczególności soi, należy zastosować preparaty mikrobiologiczne zawierające bakterie symbiotyczne roślin bobowatych, tzw. rizobia, bakterie brodawkowe, azotowe, korzeniowe.



Regeneracja gleby po powodzi

Przywrócenie żyzności – potencjał mikroorganizmów

- ❖ Obecność w glebie mikroorganizmów zdolnych do wiązania azotu, nie tylko symbiontów roślin bobowatych (*Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*), ale również i innych (np. *Burkholderia*, *Devosia*, *Cupravidus*, *Ochrobactrum*, *Microvirga*) **zwiększa dostępność azotu** dla roślin, poprawia jakość gleby, zwiększa bioróżnorodność mikrobiologiczną oraz zmniejsza emisję N_2O do atmosfery.
- ❖ Wysoka liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, *Bacillus* oraz *Azotobacter* w ryzosferze **zwiększa dostępność fosforu i żelaza**, poprzez wytwarzanie specyficznych chelatów - sideroforów.
- ❖ Produkowany przez bakterie kwas ketoglutaryowy **stymuluje rozwój systemu korzeniowego** i jego aktywność w pobieraniu składników pokarmowych.








Regeneracja gleby po powodzi

Przywrócenie żyzności – potencjał mikroorganizmów

Mikroorganizm	Działanie
<i>Pseudomonas</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększenie dostępności żelaza • produkcja kwasu salicylowego • łagodzenie warunków niedotlenienia • poprawa zawartości chlorofilu i biomasy roślin
<i>Bacillus</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozkład resztek roślinnych • solubizacja fosforu, potasu • synteza fitohormonów • produkcja kwasu ketoglutarynowego, antybiotyków, egzopolimerów, osmoprotektantów • składnik biofungicydów, insektycydów, ograniczenie występowania chorób roślinnych
<i>Azotobacter</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • wiązanie azotu atmosferycznego • synteza fitohormonów • solubizacja fosforanów, potasu, cynku • produkcja alginianów • produkcja związków hamujących rozwój patogenów (szczególnie grzybowych)
Bakterie kwasu mlekowego (rodzina <i>Lactobacteriaceae</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • hamowanie wzrostu grzybów pleśniowych i bakterii patogennych • ograniczanie występowania mykotoksyn • przyspieszenie biodegradacji substancji organicznej 
Grzyby mykoryzowe 	<ul style="list-style-type: none"> • wspomagają pobieranie fosforu, potasu, siarki i cynku • stymulacja roślin do produkcji i wydzielania związków o charakterze obronnym • składniki insektycydów
<i>Trichoderma</i> sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • produkcja antybiotyków • zwiększenie pobierania składników odżywczych • stymulacja roślin do produkcji i wydzielania związków o charakterze obronnym

Regeneracja gleby po powodzi

Przykłady mikroorganizmów wspierających rośliny w warunkach nadmiernej wilgotności

Mikroorganizm	Działanie	Roślina testowa
<i>Pseudomonas veronii</i> (bakteria)	łagodzenie uszkodzeń związanych ze stresem wodnym poprzez poprawę zawartości chlorofilu i biomasy roślin	<i>Sesamum indicum</i> (sezam) 
<i>Achromobacter xylosoxidans</i> , <i>Herbaspirillum seropedicae</i> , <i>Serratia ureilytica</i> , <i>Ochrobactrum rhizosphaerae</i> (bakteria)	wzrost plonów o 46,5% niż niezaszczerpione rośliny w warunkach podmokłych	<i>Ocimum sanctum</i> (bazylia) 
<i>Pseudomonas sp.</i> (bakteria)	łagodzenie warunków niedotlenienia	<i>Cucumis sativus</i> (ogórek)  <i>Lycopersicon esculentum</i> (pomidor)  <i>Brassica napus</i> (rzepak)
<i>Mesorhizobium ciceri</i> z genem deaminazy ACC z <i>Pseudomonas putida</i> (bakteria GMO)	promocja wzrostu i wysoka zdolność nodulacji u ciecierzycy w warunkach stresowych	<i>Cicer arietinum</i> (ciecierzyca) 

Polecane materiały

<https://www.iung.pl/zalecenia-popowodziowe-dla-rolnikow/>

<https://www.iung.pl/dotacja-celowa-2025/>

<https://doi.org/10.26114/zal.iung.2024.11.01>

Dotacja celowa MRiRW w 2025 r.

Wartość dofinansowania ze strony budżetu państwa na 2025 r.: 21 176 000 zł

Całkowita wartość zadania: 21 176 000 zł
Data podpisania umowy: 23.06.2025 r.



Flaga i godło Polski

Wykaz zadań finansowanych w roku 2025 w ramach dotacji z budżetu państwa

Zadanie 1.1	Zadanie 1.2	Zadanie 1.3	Zadanie 1.4	Zadanie 1.5	Zadanie 1.6.1
Zadanie 1.6.2	Zadanie 1.7	Zadanie 1.8	Zadanie 1.9	Zadanie 2.1	Zadanie 2.2
Zadanie 2.3	Zadanie 2.4	Zadanie 2.5	Zadanie 2.6	Zadanie 3.0	Zadanie 4.1
Zadanie 4.2	Zadanie 5.0	Zadanie 6.1	Zadanie 6.2	Zadanie 7.0	Zadanie 8.0
Zadanie 9.0	Zadanie 10.0	Zadanie 11.0			

Zadanie 1.9

Monitoring mikrobiologiczny gleb uprawnych z terenów popowodziowych –
bezpieczeństwo, żywność, bioróżnorodność

<https://doi.org/10.26114/zal.iung.2024.11.01>



Instytut Uprawy
Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy

ZALECENIA POPOWODZIOWE

NA GRUNTY ORNE

DLA ROLNIKÓW

2024 rok

Puławy 2024 r.

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

w Puławach

Dyrektor: prof. dr hab. Mariusz Matyka

Redakcja:

dr inż. Jacek Niedzwiecki

Zespół autorski:

dr inż. Jacek Niedzwiecki, dr hab. Bożena Smęczak, dr inż. Marta Wyzńska,
dr inż. Piotr Ochla, dr Karolina Furtak

Opracowano na podstawie publikacji „ZALECENIA POPOWODZIOWE DLA ROLNIKÓW” 2010 rok,
wyd. IUNG-PiB ISBN 978-83-7562-055-9