



Wpływ sorbentów organicznych na interakcję mikrobiomu glebowego z bisfenolem A

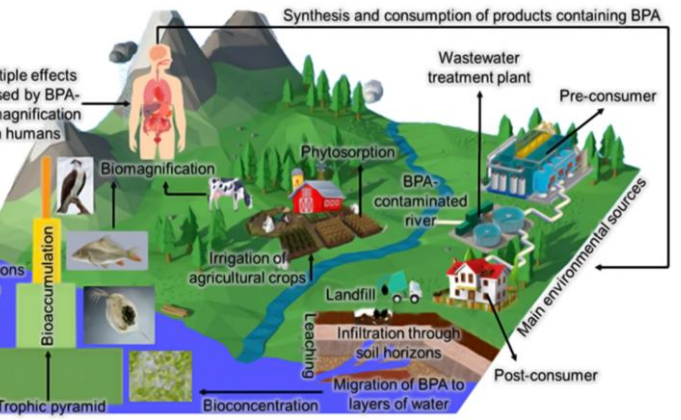
Magdalena Zaborowska, Agata Borowik, Jadwiga Wyszkowska, Jan Kucharski
Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Wzrost świadomości społeczeństw na temat znaczenia gleb dla dobrostanu człowieka skutkuje tym, że promowane są skuteczne działania na rzecz zrównoważonego zarządzania zasobami glebowymi, głównie zachowanie ich różnorodności biologicznej.

Pochylenie się nad toksycznością bisfenolu A (BPA) wynika z faktu, że światowa produkcja BPA w 2025 roku wyniesie prawdopodobnie 8,18 mln ton, a do 2029 roku ma osiągnąć 11,23 mln ton. Popyt na BPA spowodował rozproszenie tego ksenobiotyku w glebach, do których dostaje się wraz z herbicydami, pestycydami, czy biosolidami. Niekwestionowanym źródłem bisfenoli w glebach rolnych są także oczyszczone wody pościekowe wykorzystywane do nawadniania pól oraz zakłady utylizacji odpadów elektronicznych. Mikroorganizmy pośrednio uczestniczą w wielu katabolicznych reakcjach biochemicznych inicjujących proces biodegradacji bisfenoli.

Dlatego też, celem badań było określenie odpowiedzi mikrobiomu gleby poddanej presji bisfenolu A uwzględniając zarówno jego strukturalną różnorodność jak i reakcję mikroorganizmów hodowlanych oraz oszacowanie skali potencjału sorpcyjnego skrobi, kompostu z traw oraz przefermentowanej kory wobec tego ksenobiotyku.



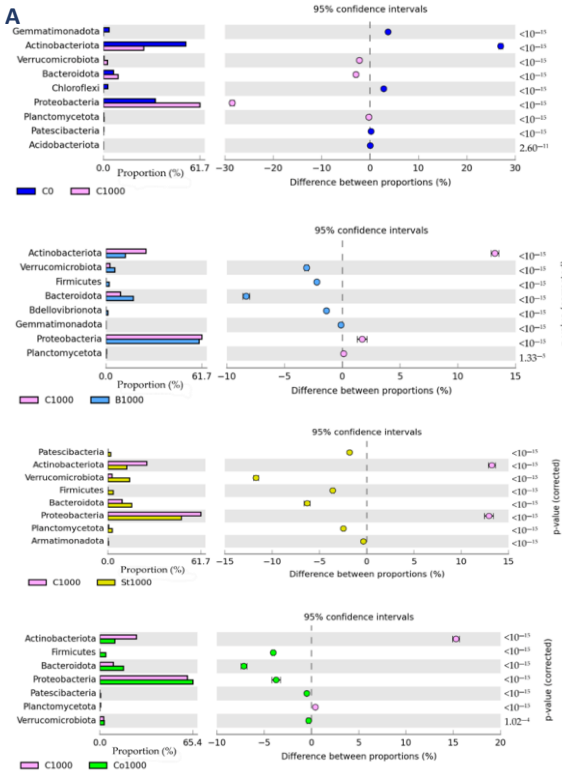
Rys. 1. Mobilność BPA w środowisku

Materiały i Metody

Badania przeprowadzono w glebie poddanej wzrastającej presji BPA w oparciu o dwa poziomy kontaminacji: 0; 500 i 1000 mg BPA kg⁻¹ s.m. gleby. Skład mikrobiomu glebowego określono metodami hodowlanymi i metagenomicznymi. Oznaczono liczebność trzech grup hodowlanych mikroorganizmów: bakterii organotroficznych, promieniowców i grzybów oraz różnorodność genetyczną bakterii i grzybów. Potencjalnie negatywne oddziaływanie BPA na mikrobiom gleby oraz wzrost i rozwój *Zea mays* niwelowano poprzez zastosowanie skrobi, kompostu z traw oraz przefermentowanej kory.

Wyniki

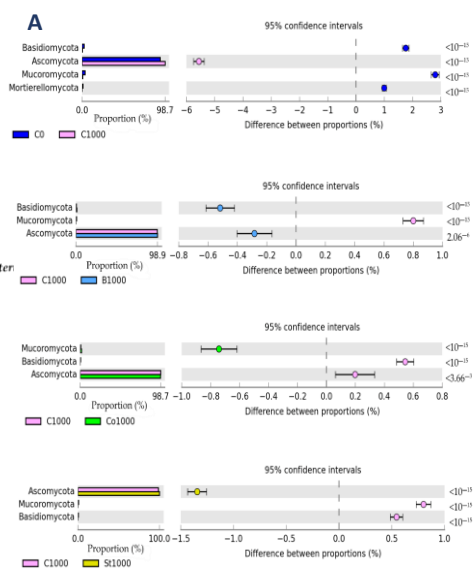
Zastosowany związek fenolowy odegrał istotną rolę w kształtowaniu różnorodności bakterii (rys. 2, rys. 3, rys. 4) i grzybów (rys.5, rys.6, rys.7). Skutki stresu biotycznego spowodowanego kontaminacją gleby BPA odzwierciedliła również liczebność mikroorganizmów hodowlanych (tab. 1, rys. 8) oraz odpowiedź *Zea mays* (rys. 9). Rozpoznano przydatność skrobi, kompostu z traw oraz przefermentowanej kory w odnowie biologicznej gleby zanieczyszczonej BPA (rys. 2, rys. 4, rys. 5, rys. 7, rys. 8, rys. 9).



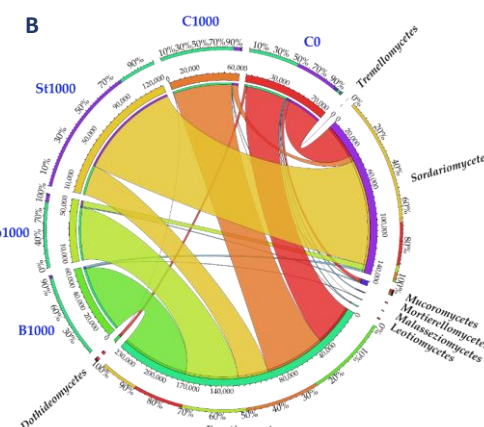
Rys. 2. Względna liczebność dominujących phylum (A) i klas (B) bakterii w glebie, OTU ≥1%.



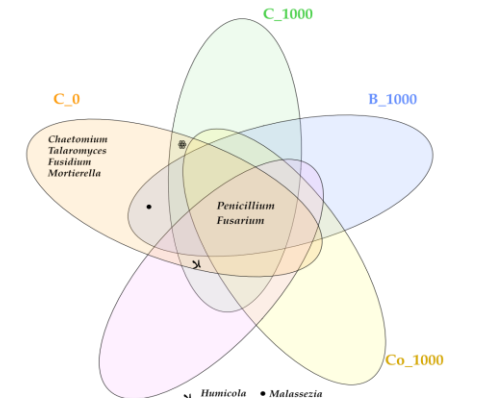
Rys.4. Wskaźniki różnorodności bakterii Shannon'a, Simpson'a, Margalef'a, Pielou'a, Shannven'a, Beillouin'a i Bogactwa.



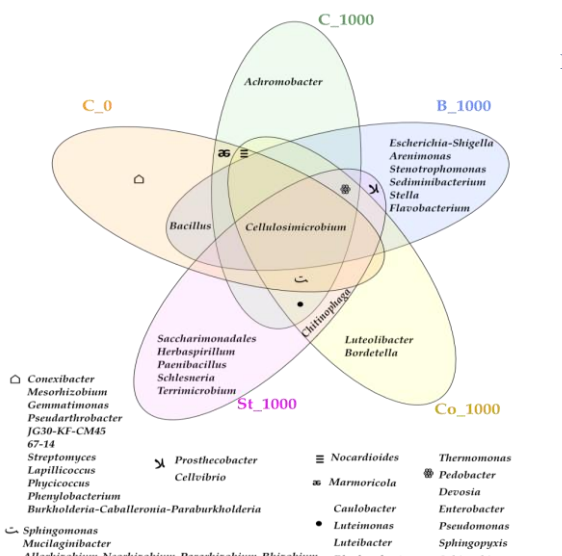
Rys.7. Wskaźniki różnorodności bakterii Shannon'a, Simpson'a, Margalef'a, Pielou'a, Shannven'a, Beillouin'a i Bogactwa.



Rys. 5. Względna liczebność dominujących phylum (A) i klas (B) grzybów w glebie, OTU ≥1%.



Rys. 6. Wspólne i unikalne rodzaje bakterii, OTU ≥ 1%



Rys. 3. Wspólne i unikalne rodzaje bakterii, OTU ≥ 1%

Object	Org 10 ⁶	Fun 10 ⁶	Act 10 ⁶
C_0	58.62±0.22 ^a	35.42±0.88 ^a	70.63±1.24 ^a
C_500	55.80±0.89 ^b	96.95±1.46 ^a	59.21±1.00 ^c
C_1000	38.50±1.15 ^c	65.19±0.54 ^b	64.06±1.09 ^b
average	50.97	65.85	64.63
St_0	134.20±1.65 ^a	124.86±1.34 ^a	140.11±0.63 ^a
St_500	81.65±0.93 ^b	125.17±1.90 ^a	60.87±0.49 ^c
St_1000	53.83±1.42 ^c	103.74±1.61 ^b	68.28±0.72 ^b
average	89.89	117.75	89.75
Co_0	159.48±0.83 ^a	55.52±0.99 ^c	128.05±1.17 ^a
Co_500	102.40±0.88 ^b	97.40±1.39 ^a	118.45±1.24 ^b
Co_1000	94.35±0.51 ^c	89.30±1.82 ^b	83.54±1.11 ^c
average	118.75	80.74	110.02
B_0	95.56±0.99 ^b	39.87±0.97 ^c	76.52±1.23 ^c
B_500	149.43±1.09 ^a	117.07±1.66 ^a	140.48±0.81 ^a
B_1000	78.33±0.65 ^c	105.68±1.54 ^b	80.20±1.55 ^b
average	107.77	87.54	99.07

Tabela. 1. Liczebność Org, (10⁶) Act (10⁶), Fun (10⁶), (cfu 10⁶ kg⁻¹ s.m. gleby) w glebie zanieczyszczonej BPA

Objaśnienie skrótów: Org – bakterie organotroficzne; Act – promieniowce; Fun - grzyby; 0; 500; 1000- dawki BPA (mg kg⁻¹ s.m. gleby), C – gleba niezanieczyszczona, St - skrobia, Co – kompost z traw, B – przefermentowana kora, wskaźniki bioróżnorodności: Shannon'a – H, Simpson'a – S, Shannven'a – Sh, Margalef'a – M, Bogactwa – R, Pielou'a – J, Brillouin'a – B; IFs – indeks wpływu sorbentów

Rys 8. Indeks wpływu sorbentów IFs na liczebność Org, Act (10⁶), Fun (10⁶) w glebie zanieczyszczonej BPA

Rys. 9. Plon *Zea mays*, biomasa części nadziemnych (P) i korzeni (R) rośliny, (ś. m. g wazon⁻¹) w glebie zanieczyszczonej BPA

1. Bisfenol A (BPA) istotnie ingeruje w mikrobiom gleby i tym samym może nosić miano ksenobiotyku burzącego stan jej równowagi.
2. W glebie niezanieczyszczonej oraz wyeksponowanej na BPA dominują taksony z phylum Actinobacteria i Proteobacteria. BPA zwiększa obfitość Proteobacteria, a zmniejsza Actinobacteria.
3. W glebie zanieczyszczonej BPA dominują grzyby przypisane do phylum Ascomycota. Spośród nich rodzaje *Penicillium* i *Fusarium* występowały we wszystkich analizowanych obiektach, co wskazuje na ich wysoką tolerancję wobec BPA.
4. Spośród trzech sorbentów organicznych, kompost z traw jest najskuteczniejszy w minimalizowaniu negatywnych skutków stresu związanego z aplikacją do gleby ksenobiotyku. Istotnie stymuluje namnażanie się bakterii organotroficznych, promieniowców oraz grzybów. Oddziałuje też korzystnie na wzrost i rozwój *Zea mays*.