



Mikrobiota gleby ryzosferowej sorgo (*Sorghum bicolor* L.) zanieczyszczonych metalami z hałdy odpadów cynkowo-ołowiowych

Jolanta Jaroszuk-Ścisiel¹, Karolina Jaros¹, Karolina Olech¹, Piotr Sugier¹, Anna Słomka¹, Jaco Vangronsveld², Małgorzata Wójcik¹

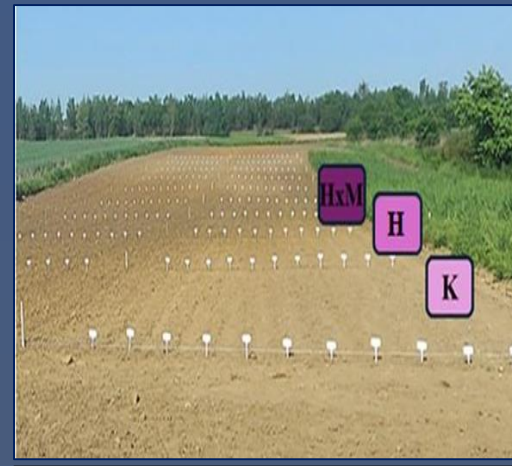
¹Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie,
²Environmental Biology Centre for Sciences, Hasselt University, Belgium

Wstęp

Najbardziej przyjazną środowisku metodą redukcji poziomu metali w glebie jest wykorzystanie roślin w procesie fitoekstrakcji. Uzyskiwanie dużej biomasy roślin sprzyja efektywnemu usuwaniu metali z gleby oraz daje surowiec do produkcji energii odnawialnej. Zwiększenie efektywności procesu bioremediacji oraz wydajności uzyskiwania biomasy można uzyskać dzięki zastosowaniu różnego typu biostymulantów zarówno biotycznych jak i abiotycznych. Celem badań było określenie wpływu biostymulantów na wzrost *Sorghum sudanense* var. *bicolor* uprawianego na glebie zanieczyszczonej metalami ciężkimi (kadm, ołowiem, cynkiem) przy hałdach odpadów cynkowo-ołowiowych oraz na aktywność biologiczną gleby i liczebność mikrobioty glebowej.

Materiały i Metody

Uprawę *Sorghum sudanense* var. *bicolor* prowadzono w sezonie wegetacyjnym 2023 r. na poletkach zlokalizowanych przy hałdach odpadów cynkowo-ołowiowych w Piekarach Śląskich w glebie o wysokiej zawartości metali (Zn, Pb, Cd) w 3 wariantach: A. kontrola – K, B. preparat Lonite – kwasy humusowe - H, C. preparat H i Symbivit - endomykoryzowy – HM w trzech lokalizacjach/powtórzeniach każdy (1, 2, 3).



Na obszarze 0,2 ha wytyczono poletka o powierzchni 8 x 8 m², a na każdym poletku 11 rzędów w odległości 50 cm.



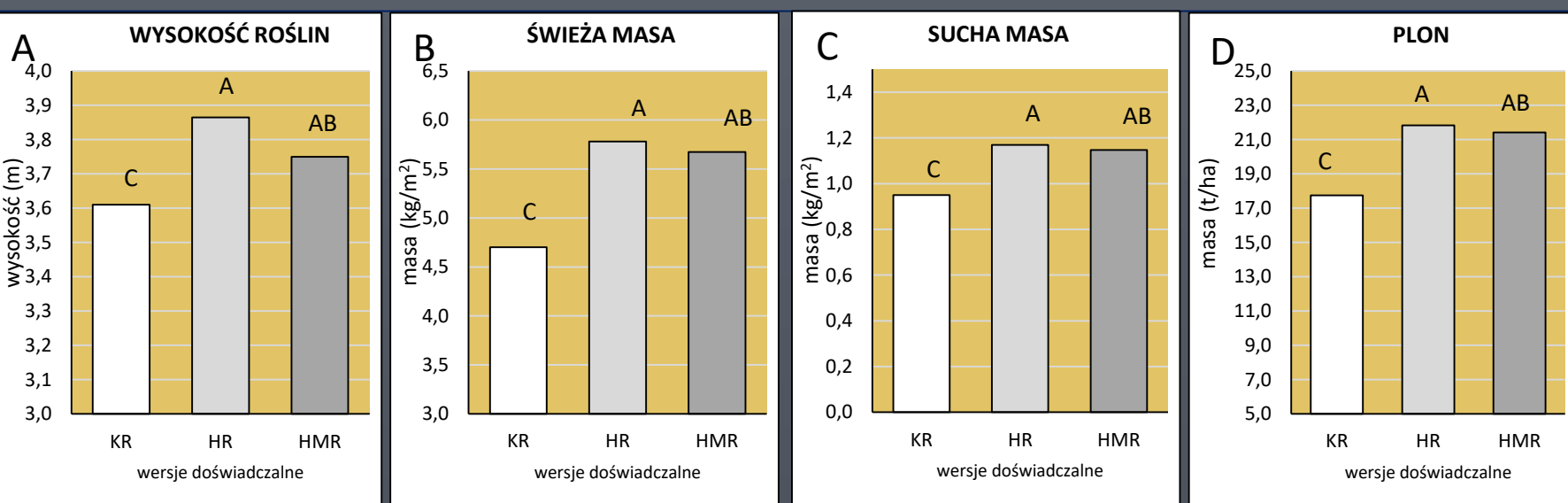
A – wysiew nasion (maj); B – rośliny 8 tygodniowe (lipiec); C – rośliny 16 tygodniowe (wrzesień)

Nasiona wysiano w ostatnim tygodniu maja, preparaty H i M aplikowano w maju i czerwcu, próby gleb ryzosferowych (R) i nieryzosferowych (NR) pobrano w lipcu i we wrześniu, a doświadczenie zakończono ostatnim tygodniu września i określono parametry wzrostu roślin.



Wyniki

Biostymulant kwasy humusowe (H) samodzielnie, jak też w połączeniu z preparatem mykoryzowym (M) – wersja doświadczalna HM - spowodowały bardzo wyraźny i statystycznie istotny przyrost biomasy sorgo określanej na podstawie pomiaru świeżej a także suchej masy jak również długości części nadziemnych w stosunku do kontroli (K) nie traktowanej biostymulantem, przy czym oddziaływanie H było nieistotnie wyższe niż oddziaływanie obu preparatów HM [Rys. 1 ABC], przy czym plon sorgo w przeliczeniu na ha uprawy wzrósł statystycznie istotnie o ponad 20% [Rys. 1 D].



Rys. 1. Parametry wzrostu sorgo: A. wysokość, B. świeża masa, C. sucha masa

Wartości aktywności dehydrogenazy w glebie ryzosfery (R) sorgo były pod koniec okresu wegetacji (wrzesień) nawet 20 do 40-krotnie wyższe niż w nieryzosferowej (NR) a istotnie najwyższe w próbach traktowanych preparatem Lonite (H), przy czym skorelowane z liczebnością mikrobioty [Rys. 2].

We wrześniu liczebność log₁₀JTK bakterii kopiotroficznych była nawet o 1,5 jednostki wyższa w ryzosferze sorgo niż w glebie nieryzosferowej [Rys. 3], natomiast liczebność bakterii oligotroficznych była wyższa w lipcu w wersji HR niż w wersjach KR i HMR jak również niż w wersji NR, a we wrześniu była we wszystkich wersjach istotnie o 2 jednostki niższa niż w lipcu [Rys. 4].

Liczebność grzybów była wyższa w glebie R niż w NR o ponad 1 jednostkę log₁₀JTK w lipcu i ok. 0,5 jednostki we wrześniu, ale wersja HR była istotnie wyższa niż KR tylko w 3. lokalizacji w lipcu [Rys. 5].

Liczebność mikroorganizmów rozpuszczających fosforany (PSM) w lipcu w glebie R była istotnie wyższa w wersjach HR i HMR niż w kontroli (KR) i w wersjach R istotnie wyższa we wszystkich wersjach doświadczalnych niż w glebie nieryzosferowej (NR), natomiast we wrześniu nawet o 1,5 jednostki niższa niż w lipcu i we wszystkich wersjach bardzo zbliżona [Rys. 6].

Liczebność mikroorganizmów amylolitycznych była wysoka zarówno w lipcu jak i we wrześniu, a w lokalizacjach 1. i 2. w lipcu oraz 1. we wrześniu zanotowano istotny wzrost liczebności w wersjach HR i HMR w stosunku do KR [Rys. 7].

Liczebność mikroorganizmów celulolitycznych w wersjach R była wyższa niż w NR, w lipcu była znacząco wyższa niż we wrześniu a w lokalizacji 1. w lipcu i 2. we wrześniu w wersjach HR i HMR istotnie wyższa niż w KR [Rys. 8].

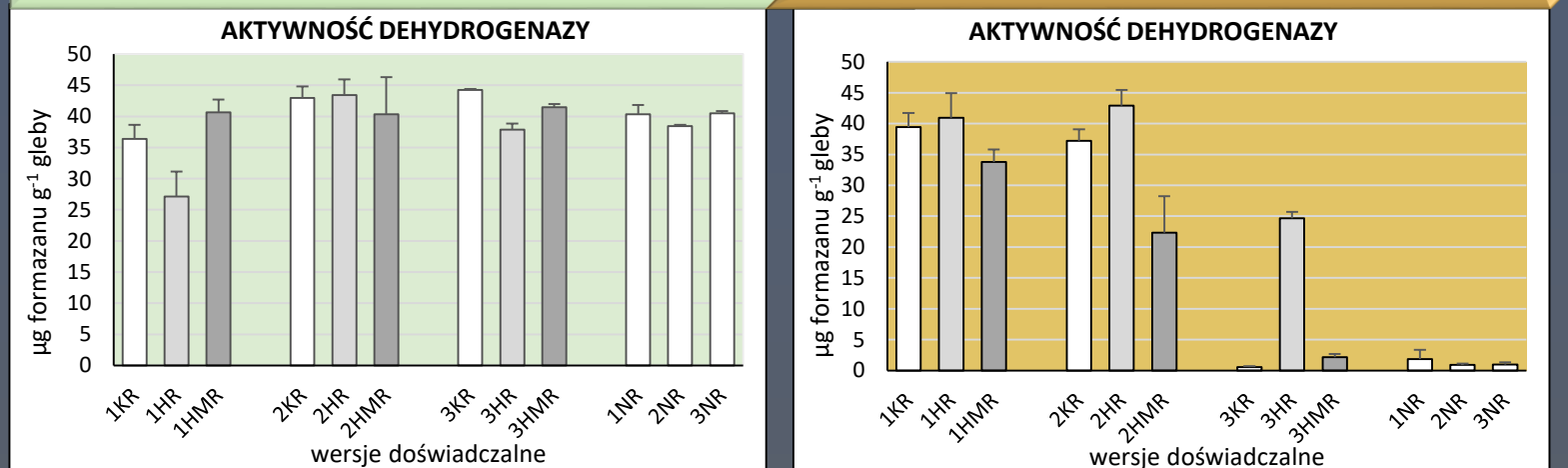
Liczebność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* była istotnie wyższa we wszystkich wersjach HR oraz w wersji HMR w lokalizacji 3. zarówno w lipcu jak i we wrześniu a w lipcu istotnie wyższa w glebie R niż w HR [Rys. 9].

Zaobserwowano szczególnie silny wzrost liczebności mikroorganizmów wytwarzających siderofory w glebie ryzosferowej w stosunku do nieryzosferowej oraz w wersjach HR we wrześniu i w lokalizacji 1. i 2. w lipcu [Rys. 10].

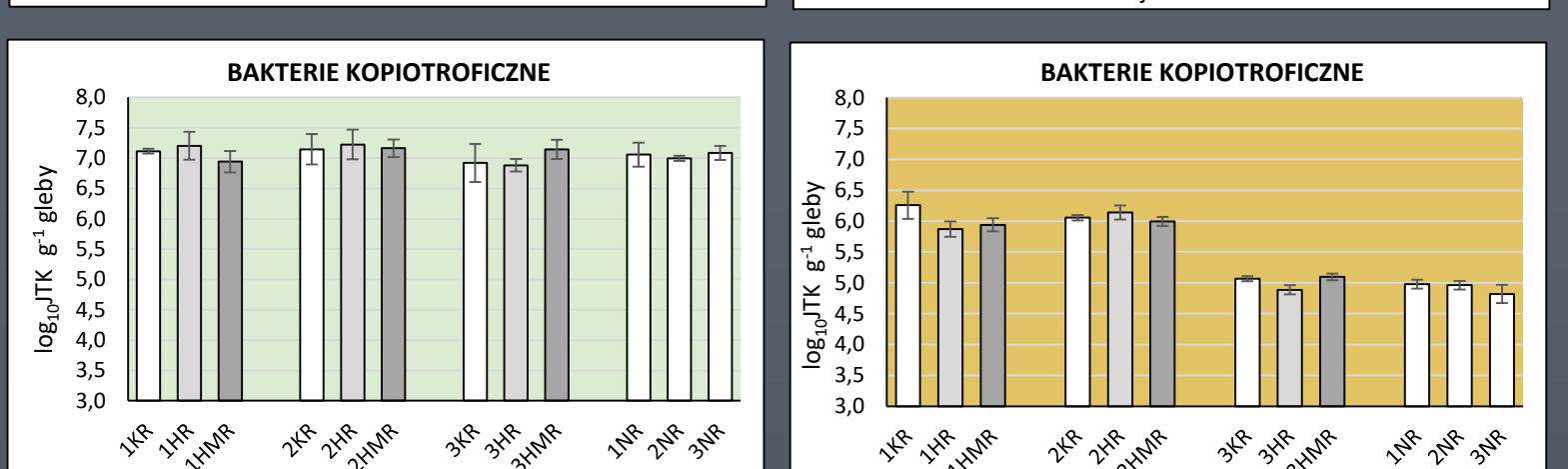
Wnioski

- Sorgo (*Sorghum sudanense* var. *bicolor*) okazało się rośliną świetnie rozwijającą się na glebie silnie zanieczyszczonej metalami ciężkimi;
- Wysokość, biomasa i całkowity plon sorgo istotnie wzrastały pod wpływem biostymulantów: preparatu kwasów humusowych (H-Lonite) stosowanego samodzielnie i w połączeniu z preparatem endomykoryzowym (M-Symbivit);
- Zarówno uprawa sorgo jak i zastosowanie biostymulantu (szczególnie H) wpływały znacząco na aktywność enzymatyczną oraz stan ilościowy i jakościowy mikrobioty;
- Wpływ rośliny oraz biostymulantów na aktywność biologiczną i liczebność mikroorganizmów zależał od okresu wegetacji oraz przynależności mikroorganizmów do grupy systematycznej i/lub fizjologicznej.

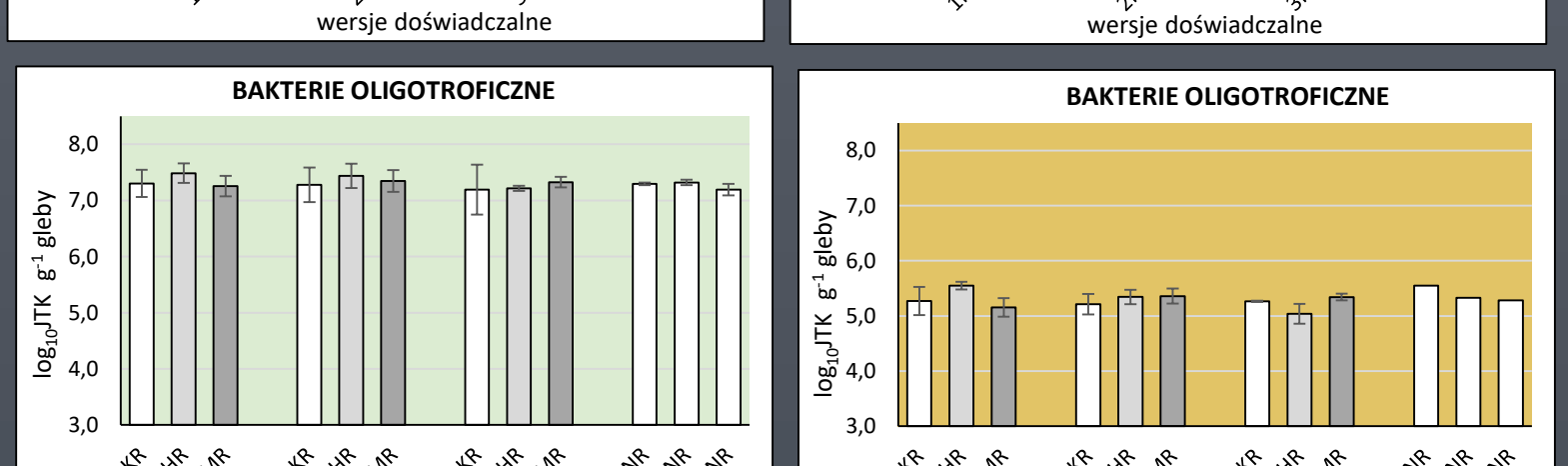
LIPIEC WRZESIEŃ



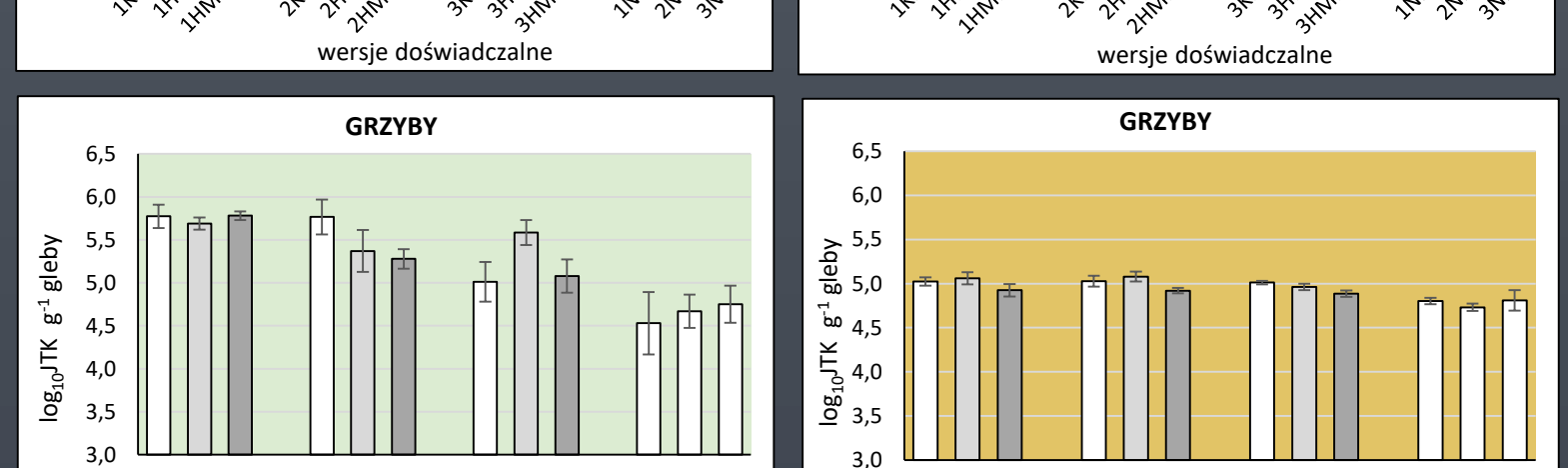
Rys. 2. Aktywność dehydrogenazy w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



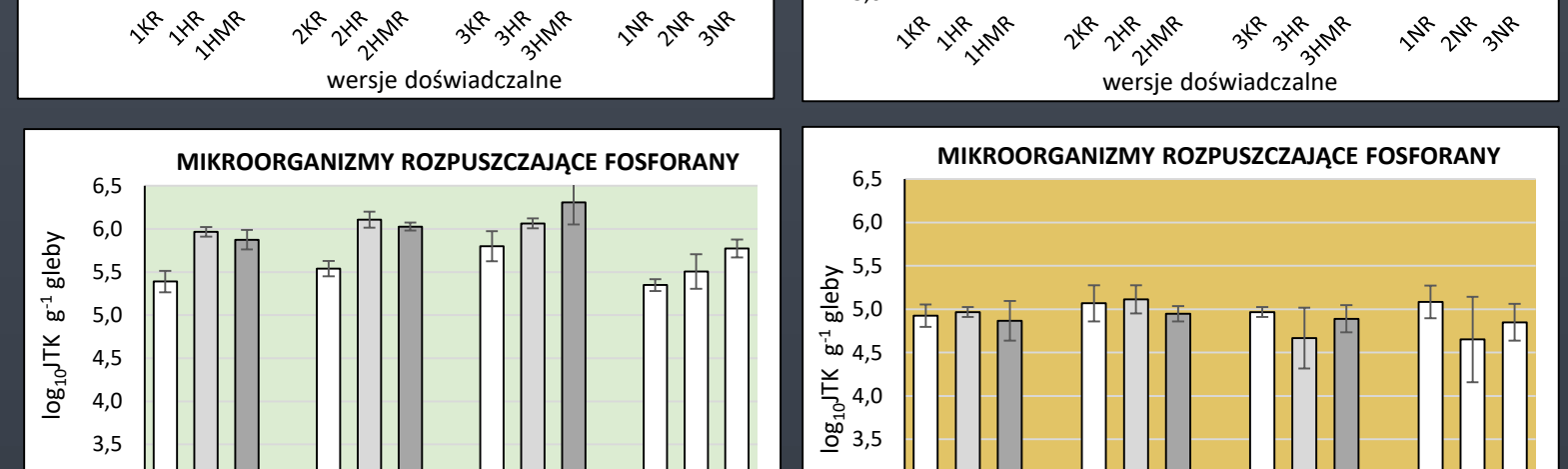
Rys. 3. Liczebność kolonii (JTK) bakterii kopiotroficznych określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



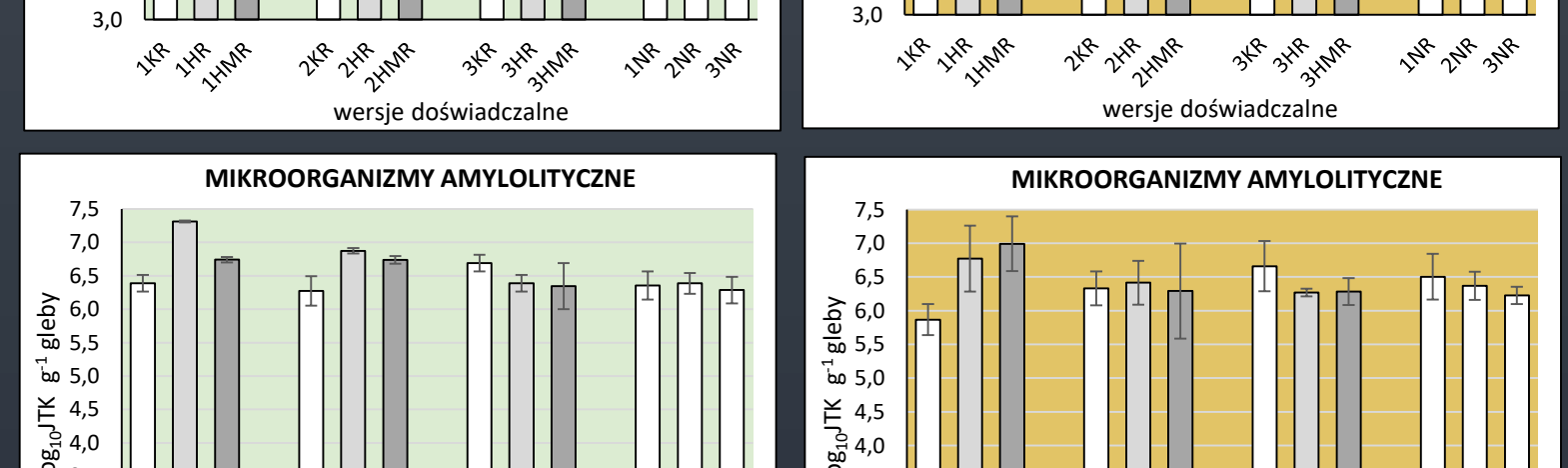
Rys. 4. Liczebność kolonii (JTK) bakterii oligotroficznych określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



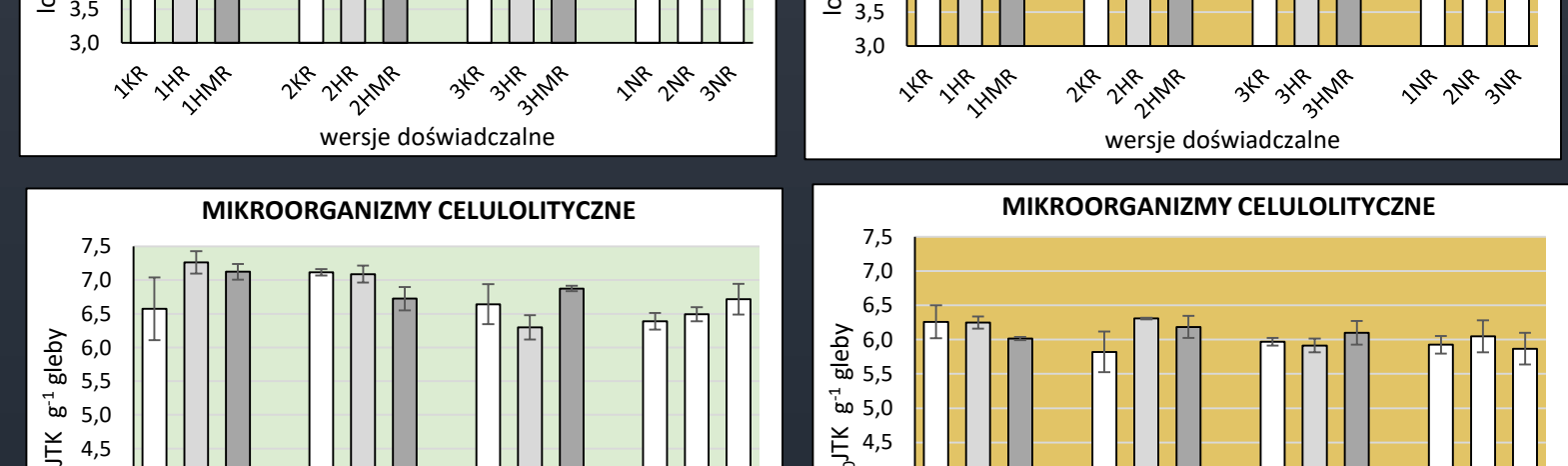
Rys. 5. Liczebność kolonii (JTK) grzybów określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



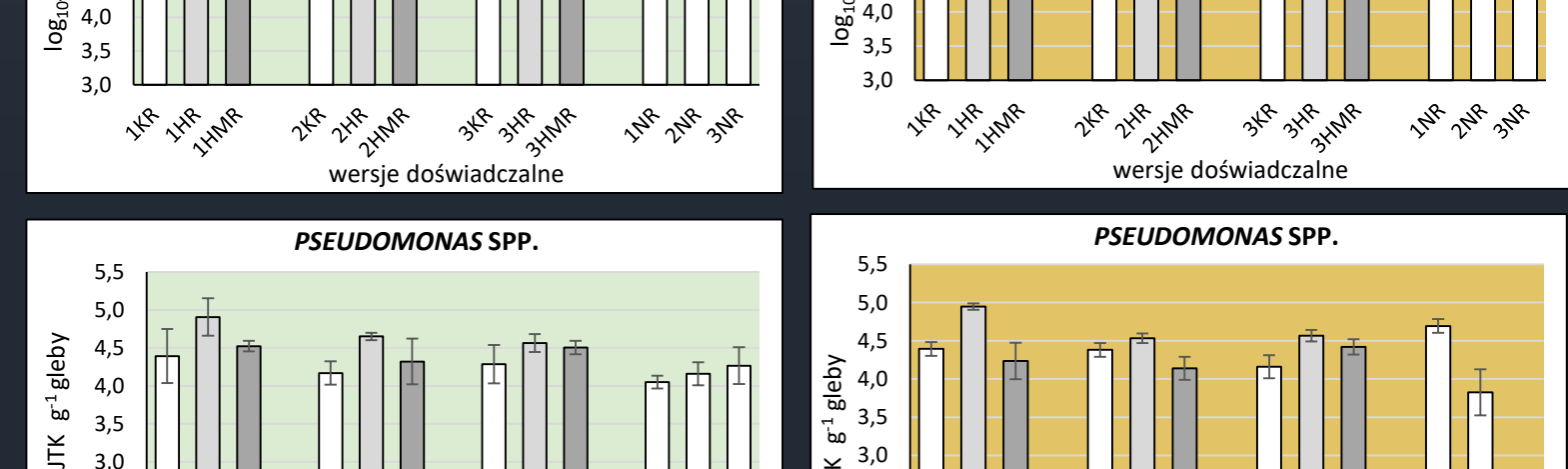
Rys. 6. Liczebność kolonii (JTK) mikroorganizmów rozpuszczających fosforany (PSM) określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



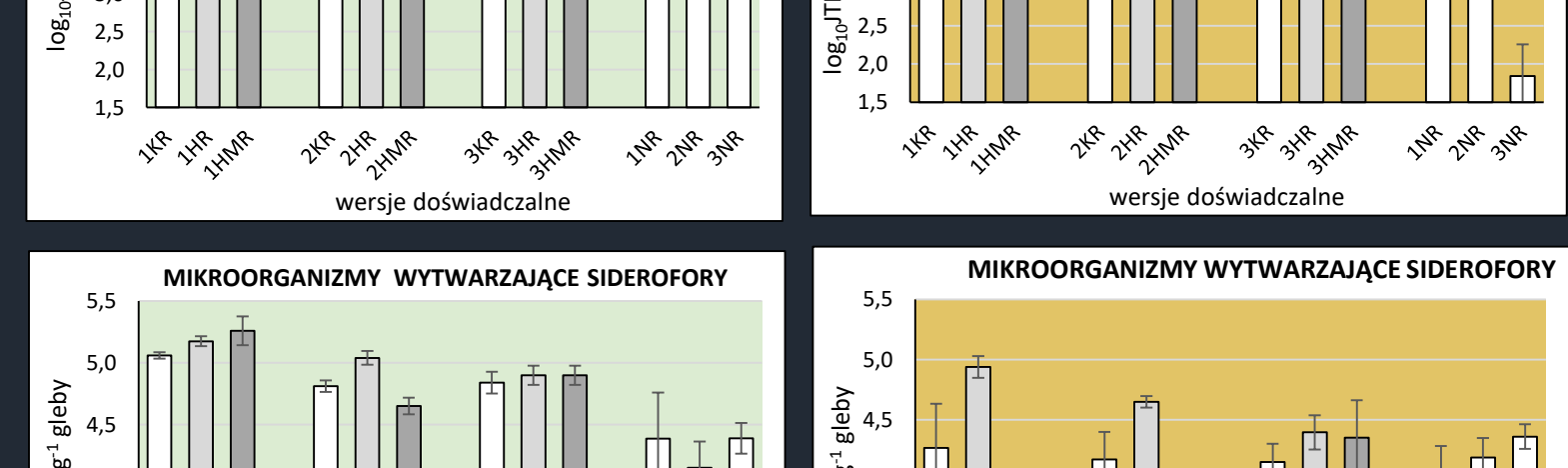
Rys. 7. Liczebność kolonii (JTK) mikroorganizmów amylolitycznych określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



Rys. 8. Liczebność kolonii (JTK) mikroorganizmów celulolitycznych określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



Rys. 9. Liczebność kolonii (JTK) bakterii z rodzaju *Pseudomonas* określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.



Rys. 10. Liczebność kolonii (JTK) mikroorganizmów wytwarzających siderofory określonych metodą hodowlaną w próbach gleby ryzosferowej (R) i nieryzosferowej (NR) pobranej w lipcu i we wrześniu w 3 lokalizacjach/powtórzeniach.