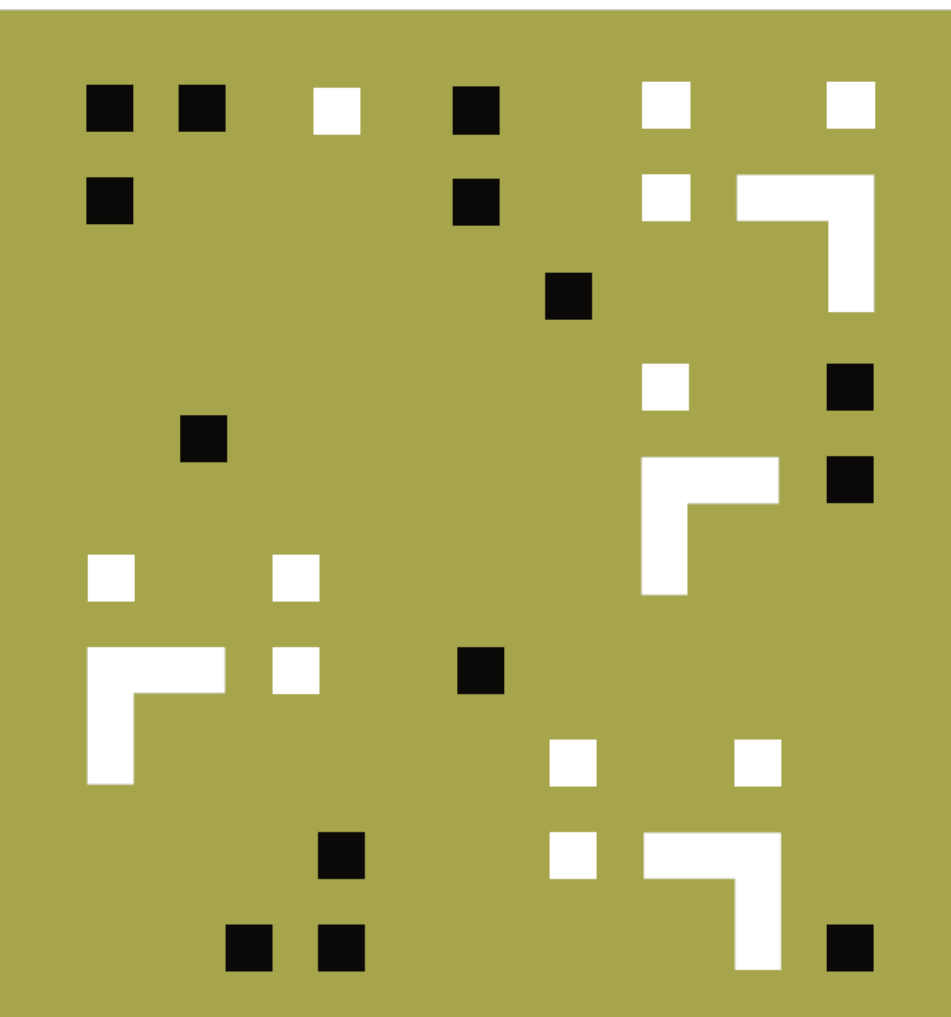


Rewitalizacja terenów pogórnicznych – rośliny pionierskie do fitostabilizacji zdegradowanych gleb gliniastych



PPO WSL 2030. Utworzenie Regionalnego Obserwatorium Innowacji.

IV Konferencja pt.:

Klimat i Bioróżnorodność

z cyklu **Innowacyjna Zielona Gospodarka**

Katowice, 25 października 2024



Fundusze Europejskie dla Śląskiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Województwo
Śląskie



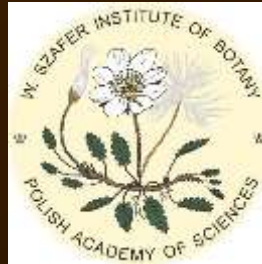
Paweł Kaszycki

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

WPROWADZENIE: problematyka rewitalizacji obszarów postindustrialnych, zdegradowanych

- ➔ Gleby zdegradowane: 24% powierzchni lądów, do 2050 90% pedosfery
- ➔ Zniszczenie gleb (zmęczenie):
zubożenie, zasolenie, naruszone stosunki wodne, ekotoksyczność, zanieczyszczenia związkami organicznymi, metalami ciężkimi
- ➔ Szczególny przypadek:
tereny, wyrobiska pogórnice (wydobycie węgla kamiennego, odkrywkowe kopalnie węgla brunatnego, kruszyw – dolomit, wapień)
- ➔ Aktywność zespołów badawczych GIG PIB:
 - zagospodarowanie kamienia powydobywczego
 - rewitalizacja pogórnich hałd kopalń odkrywkowych kruszyw
- ➔ Podjęta intensywna współpraca pomiędzy GIG PIB – URK
 - interdyscyplinarny zespół, optymalne (bio)technologie

Współpraca



Dr Marcin Głodniok

Zakład Ochrony Wód

Pracownia Technologii
Środowiskowych

Prof. dr hab. Zbigniew Miszański

Instytut Botaniki im. W. Szafera

Polska Akademia Nauk

Paweł Kaszycki

dr inż. Paulina Supel

dr Marta Śliwa-Cebula

mgr inż. Katarzyna Starzec

Kat. Biologii Roślin i Biotechnologii

dr hab. inż. Agnieszka Baran,
prof. URK

Kat. Chemii Rolnej i Środowiskowej

Potrzeba zagospodarowania hałd powyrobowiskowych kopalń odkrywkowych wapienia



Potrzeba zagospodarowania hałd powyrobiskowych kopalń odkrywkowych wapienia



Rewitalizacja

→ Odtwarzanie warunków przyrodniczych połączone z przywracaniem utraconej **bioróżnorodności**

Remediacja

→ Wykorzystanie układów biologicznych do usuwania zanieczyszczeń; dotyczy głównie terenów zanieczyszczonych; metody fizyko-chemiczne i biologiczne (**bioremediacja**)

Fitotechnologie

→ Zastosowanie roślin zielonych *in situ* w celu zmniejszenia zagrożenia degradacją i zanieczyszczeniem środowiska

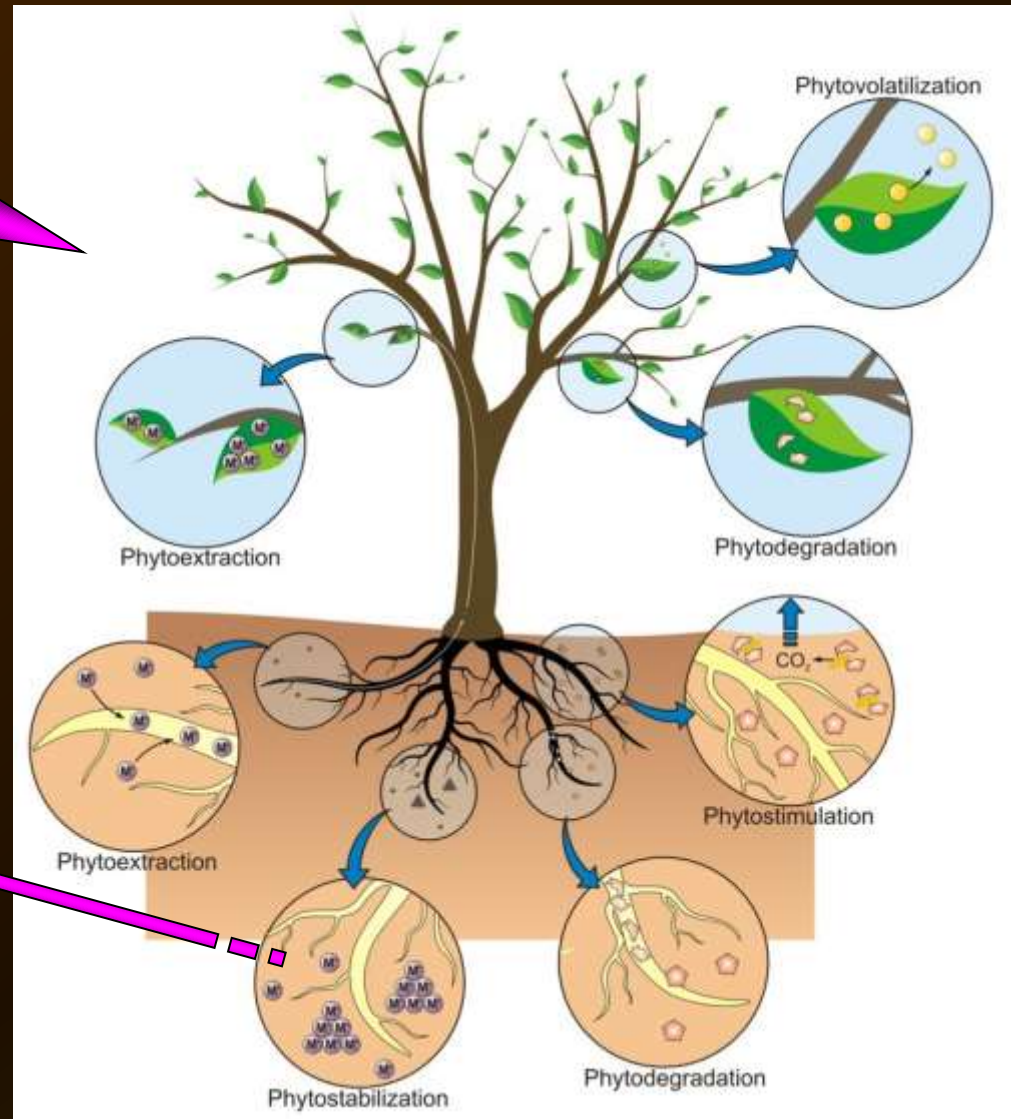
Fitorekultywacja

Fitoremediacja

Fitoremediacja

Fitostabilizacja (Fitoimmobilizacja)

→ Cel: ograniczyć mobilność
związków toksycznych,
zanieczyszczeń



Charakterystyka gleby ilastej z hałdy powyrobiskowej kopalni odkrywkowej wapienia



- ➔ Gleba ciężka kategoria IV, grupa/podgrupa granulometryczna: ility pylaste [Podział utworów zwykłych wg Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (PTG, 2008)]
- ➔ Frakcje:
piach 8,7%; pył 41,3%; ił 50%
- ➔ Obniżona zdolność retencji wody, duży ciężar nasypowy
- ➔ Odpad o kodzie 01 04 12 – „Odpady inne powstające przy pługaniu i oczyszczaniu kopalni”. Inne niż niebezpieczne, składające się głównie z utworów czwartorzędowych, takich jak piaski, żwiry i gliny...

Charakterystyka gleby ilastej z hałdy powyrobiskowej kopalni odkrywkowej wapienia – parametry fizykochemiczne

Oznaczenie	wartość
Sucha masa [%wag]:	96,82
W tym [% wag]:	
Substancja organiczna	20,99
Całkowita zaw. węgla org.	0,57
Fosfor ogólny	0,06
Węgiel	5,11
Siarka	<0,01
Wapń	16,4
Magnez	0,74
Potas	1,26
Żelazo	2,95

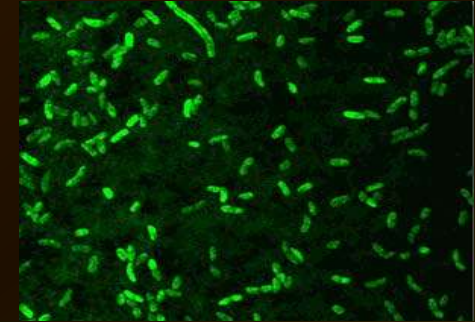
Metale ciężkie [mg/kg s.m.]:	wartość
Chrom	59
Miedź	18
Mangan	187
Nikiel	43
Olów	759
Cynk	1151
Kadm	6
pH	6,3

Charakterystyka gleby ilastej z hałdy powyrobiskowej kopalni odkrywkowej wapienia - skład granulometryczny

Fracja [mm]	Udział	Suma frakcji (przesiew)
		[% V/V]
powyżej 0,250	0	100
0,250 – 0,100	2,6	97,4
0,100 – 0,050	6,1	91,3
0,050 – 0,020	15,6	75,7
0,020 – 0,016	3,8	71,9
0,016 – 0,002	21,9	50,0
poniżej 0,002	50,0	-0

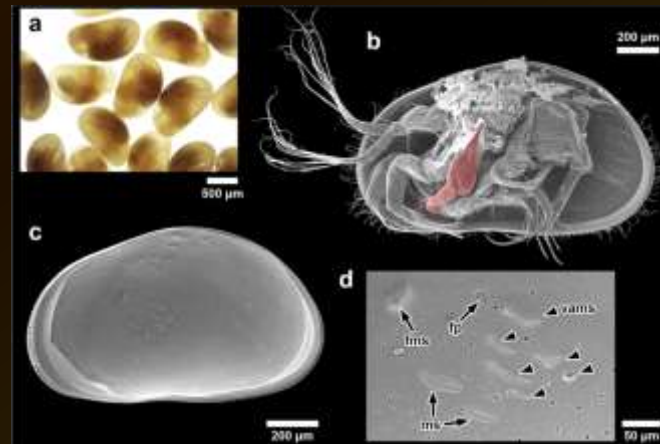
Charakterystyka gleby ilastej z hałdy powyrobiskowej kopalni odkrywkowej wapienia – analiza ekotoksyczności

- ➔ Test **Microtox**: brak zahamowania rozwoju bakterii luminescencyjnych *Aliivibrio fischeri* → brak toksyczności



<https://www.biotoxicity.com/index.php/ebpi-toxicity-tests/allivibrio-fischeri-toxicity-tests>

- ➔ Test **Ostracodtoxit F**: brak wzrostu śmiertelności i zmian przyrostu długości ciała małżoraczka (skorupiak) *Heterocypris incongruens* → brak toksyczności ostrej



Yamada Sh. (2022). The Science of Nature. 109.
DOI: 10.1007/s00114-022-01806-9.

Charakterystyka gleby ilastej z hałdy powyrobiskowej kopalni odkrywkowej wapienia – analizy mikrobiologiczne

➔ Analizowany surowiec posiada bogatą mikrobiotę autochtoniczną:

Liczebność bakterii rodzimych: $1,37 \cdot 10^7$ jtk/g



➔ W próbkach zidentyfikowano gatunki:
Bacillus novalis, *Ralstonia pickettii*, *Aeromonas encheleia*,
Bacillus horneckiae, *Pseudoarthrobacter oxydans* /*Ps. scleromae*

Koncepcja rewitalizacji i fitostabilizacji z wykorzystaniem wybranych roślin, zdolnych do adaptacji i wzrostu w niekorzystnych warunkach gleby ilastej: **TRAWY**

- ➔ Mieszanka traw na tereny suche:
„Sahara KALNAS”
 - kostrzewa trzcinowa (40%),
 - rajgras angielski BOKSER (20%),
 - kostrzewa czerwona RAISA (5%)
 - i BOREAL (35%)



- ➔ Prowadzono dwa warianty doświadczeń wazonowych:
 - laboratoryjny (doniczki 0,4 L),
 - polowy (doniczki 0,4 L) – z ekspozycją na naturalne czynniki atmosferyczne
- ➔ każde doświadczenie w dwóch wariantach stanowisk:
 - naświetlone i zacienione

Wyniki...



K – nasłonecznienie



K – cień



Glina

Potencjał wzrostu mieszanki traw „Sahara KALNAS” w warunkach testu wazonowego laboratoryjnego i polowego – na podłożu kontrolnym oraz w glinie powyrobiskowej – zestawienie zbiorcze

Koncepcja rewitalizacji i fitostabilizacji z wykorzystaniem
wybranych roślin, zdolnych do adaptacji i wzrostu
w niekorzystnych warunkach gleby ilastej:

KRYSTAŁKA LŚNIAĆCA (*Mesembryanthemum crystallinum*)

➤ Kaproń Adriana, Nosek Michał,
Śliwa Marta, Miszalski Zbigniew
***Dlaczego powinniśmy poznać
kryształkę lśniąca?***
Wszechświat, 2019, 120(1/3):46-53

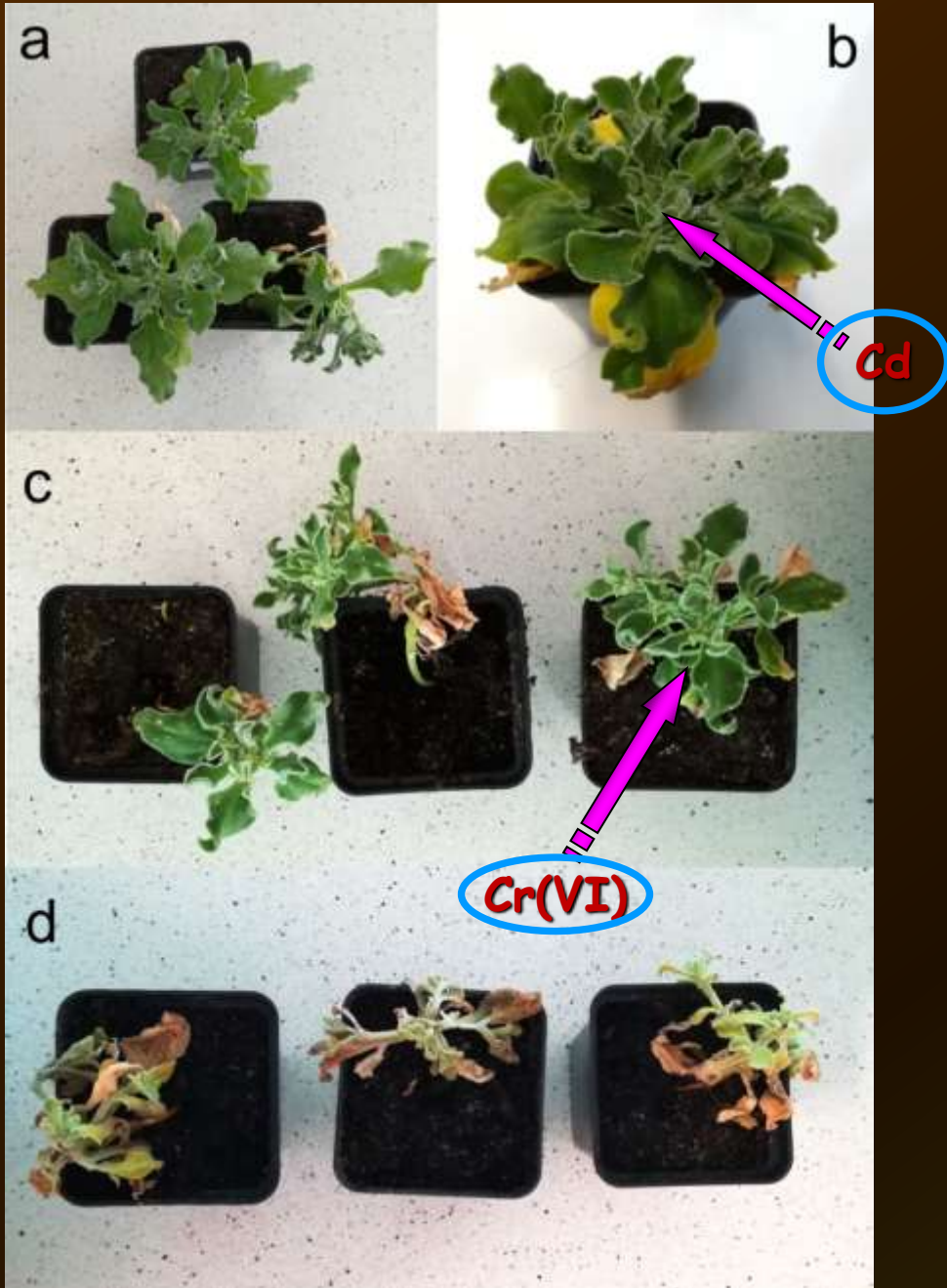


- Pustynna roślina poch. z Afryki
- Semihalofit - słonorośl
- Ogromna odporność na stres: oksydacyjny, solny, suszy → EKSTREMOFIT
- Niskie wymagania troficzne, szybki wzrost, rozbudowany system korzeniowy
- Hipertolerancja na zanieczyszczenia, w tym metale ciężkie: Cd, Cr, Cu, Zn
- Postulowana do fitoremediacji i fitostabilizacji

Rośliny pionierskie...

Rośliny opiekuńcze





Morfologiczna ocena tolerancji
M. crystallinum na ekstremalne stężenia
metali ciężkich w glebie
(8-dni inkubacji):

(b) Cd (818 mg kg⁻¹ soil d.w.)

(c) Cr(VI) [chromian] (1699 mg kg⁻¹ s.m.)

(d) Cr(VI) (2124 mg kg⁻¹ s.m., stęż. letalne)

(a) Kontrola



Morfologiczna ocena *M. crystallinum*:
wzrost na podłożach ubogich,
przemysłowych – osady denne ze
zbiornika Chechło i popiół z biomasy
roślinnej (30 dni wzrostu):

(a), (e) Osady denne + popiół + gleba

(b) Kontrola (podłoże uniwersalne)

(c) Osady denne + gleba

(d) Osady denne + gleba wapnowana

(f) Osady denne + popiół + gleba

Wyniki...



Wygląd roślin *M. crystallinum* podczas zakładania doświadczenia wazonowego

A



B



Wygląd roślin *M. crystallinum* po 30-dniowym wzroście w teście laboratoryjnym:
(A) glinka – nasłonecznienie; (B) glinka – cień

A



B



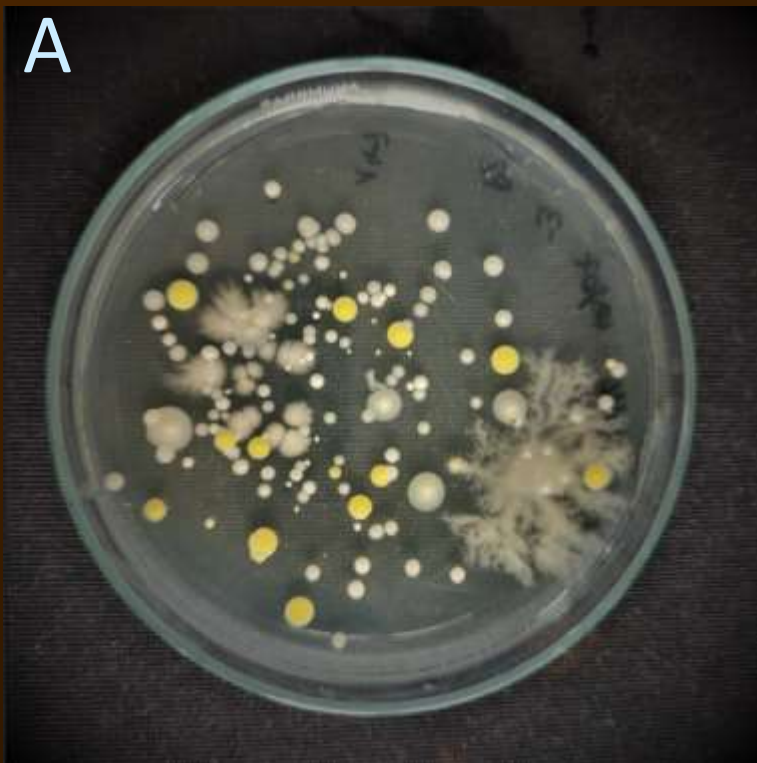
Wygląd roślin *M. crystallinum* po 30-dniowym wzroście w teście polowym:
(A) glinka – nasłonecznienie; (B) glinka – cień

K

G



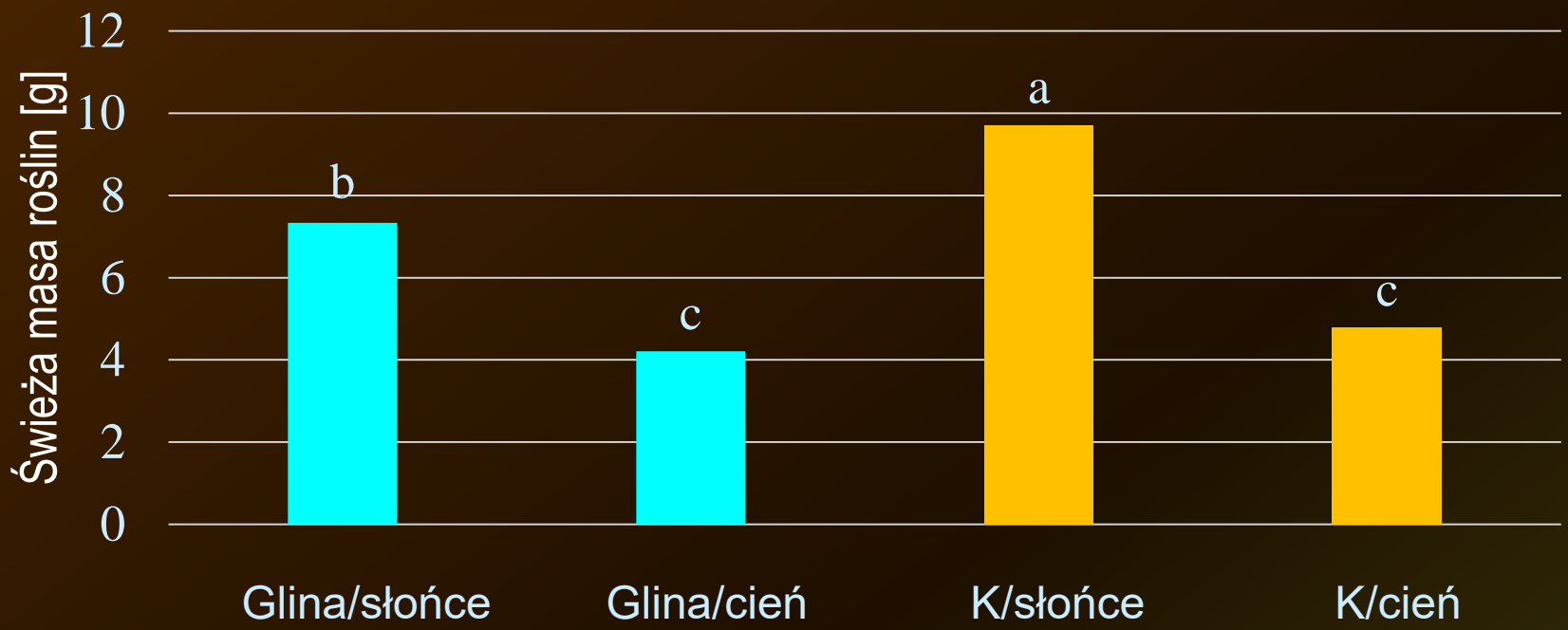
System korzeniowy *M. crystallinum* w doświadczeniu polowym:
(K) kontrola; (G) glina (nasłonecznienie)



Drobnoustroje izolowane z ekstraktu glebowego gliny
z wznrastającą kryształką lśniącą (7 dni):

(A) bakterie, $9,33 \cdot 10^6$ jtk/g

(B) grzyby mikroskopowe, $1,14 \cdot 10^4$ jtk/g



WNIOSKI KOŃCOWE

- *Mesembryanthemum crystallinum* wykazuje zdolność do wzrostu w skrajnych warunkach środowiskowych (niska/wysoka temperatura, niska wilgotność, słabe/silne nasłonecznienie) na zubożonym podłożu utworzonym z pogórniczego odpadu – ilastej glinki
- Należy uznać kryształkę lśniącą za roślinę pionierską, zdolną do zasiedlania hałd pogórnicznych, z postulowanym potencjałem wspomagania innych roślin jako tzw. roślina opiekuńcza
- Zdolność do fitostabilizacji zasiedlanego środowiska uzyskuje przypuszczalnie dzięki wytwarzaniu rozległego systemu korzeniowego
- Roślina sprzyja utrzymaniu wysokiej liczebności mikrobioty kolonizującej strefę korzeniową



Dziękuję
za uwagę



