

Wpływ cementu portlandzkiego na wzrost *Arabidopsis thaliana*

Jeremi Aneszko 4P1, XXXIII LO w Warszawie, Opiekun: Aneta Tułacz

1. Streszczenie

Celem niniejszego badania było ustalenie wpływu zawartości cementu portlandzkiego w glebie na wzrost *Arabidopsis thaliana* (szczep Col-0). Rośliny uprawiałem w glebie z dodatkiem cementu w stężeniach 0,1%, 0,5% i 1%. Po 60 dniach przeprowadziłem analizy długości i suchej masy pędów. Wyniki wykazały istotne statystycznie ubytki w masie i długości pędów roślin z prób z cementem w porównaniu do próbek kontrolnych, co sugeruje negatywny wpływ cementu na wzrost roślin. Odnotowałem statystycznie istotny spadek wartości badanych parametrów wraz ze wzrostem zawartości cementu portlandzkiego w glebie. Przyczyną tych zmian mogą być związki chemiczne zawarte w cemencie, które ograniczają dostępność składników odżywczych dla roślin. Badanie podkreśla konieczność dalszych eksperymentów oraz analiz środowiskowych, aby lepiej zrozumieć wpływ materiałów budowlanych na otoczenie i inne gatunki roślin.

2. Wstęp

Ponadtyśiącletnia tajemnica składu rzymskiego cementu *Opus caementicium*, który mógł krzepnąć pod wodą, została rozwiązana w 1824 r. z wynalezieniem jego współczesnego odpowiednika – cementu portlandzkiego [4]. Cement portlandzki jest jednym z najczęściej wykorzystywanych surowców budowlanych [2]. W jego skład wchodzi klinkier składający się z węgla wapnia oraz glinokrzemianów, co zwiększa wytrzymałość betonu oraz umożliwia mu krzepnięcie pod wodą [2]. Jego masowym użyciem zainteresowali się naukowcy, którzy stwierdzili jego negatywny wpływ na środowisko [2,3].

Z powodu braku dostępnych badań bezpośredniej korelacji między zawartością cementu portlandzkiego w glebie a wzrostem roślin, postanowiłem przeprowadzić eksperyment mający na celu ją ustalić. Jako podmiot badawczy wykorzystałem *Arabidopsis thaliana*.

3. Materiały i metody

Postawione hipotezy:

- **Hipoteza zerowa:** Cement portlandzki nie ma istotnego wpływu na wzrost *Arabidopsis thaliana*.
- **Hipoteza alternatywna:** Cement portlandzki ma istotny wpływ na wzrost *Arabidopsis thaliana*.

Jako podmiot badawczy użyłem *Arabidopsis thaliana* szczepu Col-0. Wybrałem go ze względu na szybki wzrost oraz powszechne użycie w botanice. W badaniu użyto cementu CEM I klasy 42,5 r produkcji Cemex, a podłoże dla roślin stanowiła ziemia uniwersalna z domieszką torfu (pH 5-6) produkcji Kronen.

Próby badawcze wykorzystują podłoże o zawartościach cementu portlandzkiego 1%, 0.5% oraz 0.1%. Zawartość 1% to górna granica umożliwiająca powstanie wodnej zawiesiny, w której nie obserwuje się natychmiastowej sedymentacji, co ustaliłem eksperymentalnie. Stężenia te zostały wyznaczone z myślą o symulacji hipotetycznego scenariusza, w którym rozwodniony pył cementowy spływa do gleby przez instalacje irygacyjne. Dla każdego ze stężeń przeprowadziłem 12 prób badawczych oraz 12 prób kontrolnych. Próby kontrolne stanowiły doniczki z podłożem bez cementu. Łącznie, przeprowadziłem 36 pomiarów badawczych oraz 36 pomiarów kontrolnych.

Do uprzednio przygotowanej zwilżonej ziemi dodawałem odpowiednią ilość cementu, a następnie intensywnie mieszałem aż do osiągnięcia homogenicznej mieszaniny. Do każdej z 72 plastikowych doniczek wsypałem 170 g ziemi,

aby wypełnić je do równego poziomu. Doniczki ustawiłem w transzejach z tackami do nawadniania. Nasiona *Arabidopsis thaliana* wernalizowałem przez 12 h w temperaturze 3°C. Następnie, przy użyciu mikropęsety zasiałem je do przygotowanych doniczek. Nad transzami umieściłem lampy LED o natężeniu światła 1040 Lm, które utrzymywały 18-godzinny fotoperiod. Rośliny podlewałem co trzy dni poprzez tacki nawadniające.

Po upływie 60 dni od zasiania każdą roślinę usunąłem z podłoża. Następnie, przystąpiłem do pomiarów jakościowych oraz ilościowych pędów zebranych roślin. Przeprowadziłem pomiary długości pędu, mierząc odcinek od stożka wzrostu osi centralnej do początku szyjki korzeniowej. Następnie, przy użyciu skalpela oddzieliłem pozostałości korzeni od pędów i wysuszyłem zebrane próbki w suszarce przez 24h w temperaturze 105°C. Do pomiaru suchej masy użyłem wagi Sartorius A200S o dokładności do 0,0001 g. Po zebraniu odpowiednich danych przeprowadziłem analizę ANOVA i test post-hoc Tukey'a.

Całość sprzętu użytego w badaniu jest moją własnością. Do analizy danych używałem programów RStudio oraz Microsoft Excel. Informacje o *Arabidopsis thaliana* uzyskałem od The Nottingham Arabidopsis Stock Centre (NASC), skąd również zakupiłem nasiona [5].

4. Wyniki

W przypadku dwóch nasion z prób kontrolnych nie doszło do wykiełkowania.

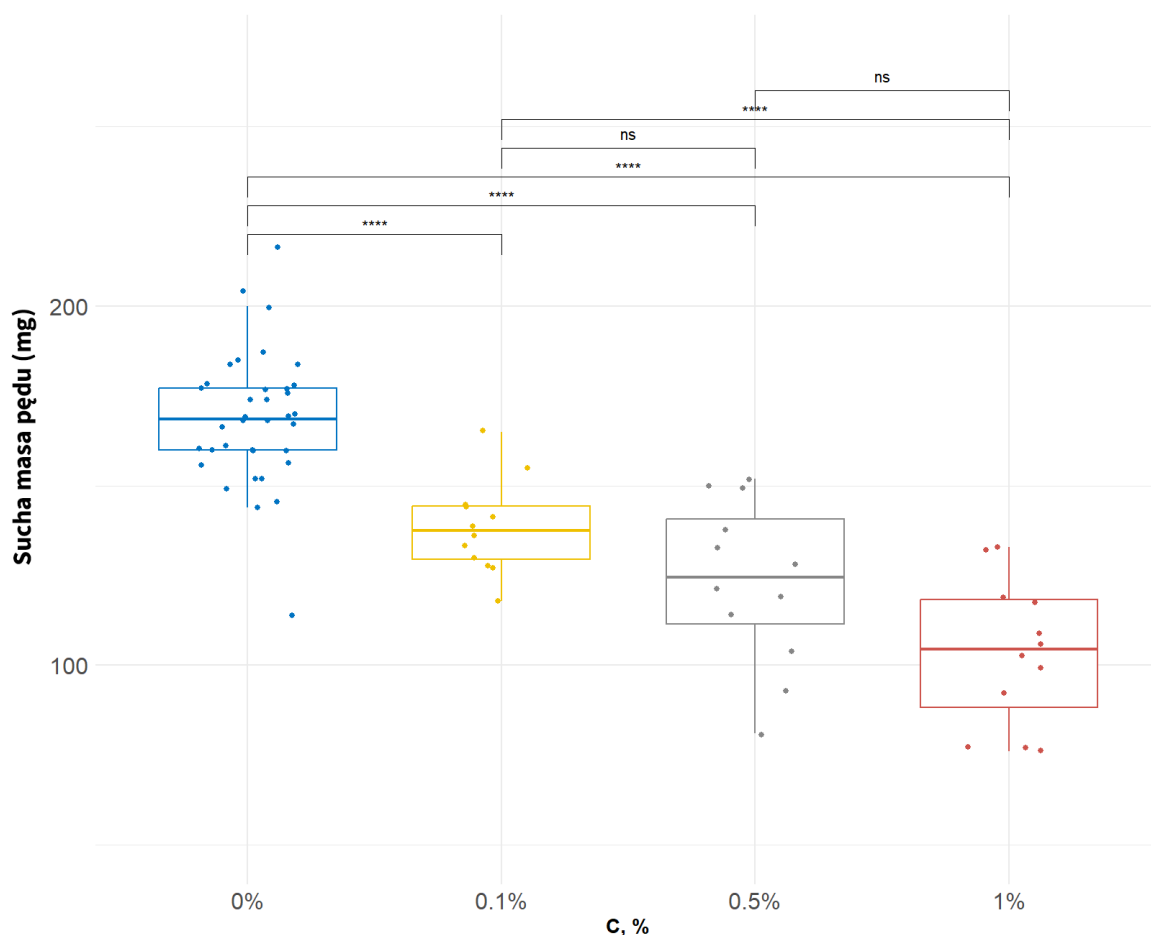


Fig. 1. Sucha masa pędu przy różnych stężeniach cementu w glebie.
Wyniki testu Tuckey'a wymienione w postaci (*) lub (ns).

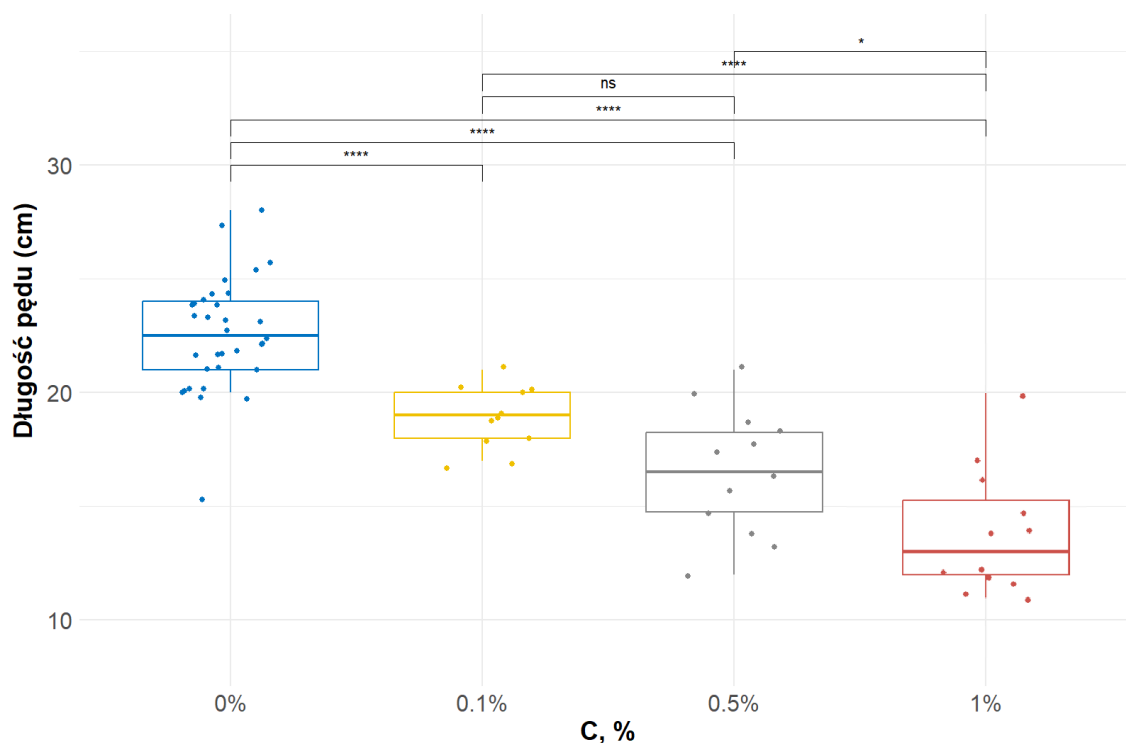


Fig. 2. Długość pędu przy różnych stężeniach cementu w glebie.

5. Dyskusja

Wyniki pokazują, że osobniki *Arabidopsis thaliana* z prób badawczych wykazują istotne statystycznie ($p < 0,05$) ubytki w masie i długości pędu względem *Arabidopsis thaliana* z prób kontrolnych, co świadczy o istotnej roli cementu portlandzkiego na wzrost tych roślin. Wyniki te pozwalają na odrzucenie hipotezy zerowej. Na podstawie wyników testu Tukey'a, nie stwierdza się statystycznie istotnych różnic w masie między stężeniami 0.1% i 0.5% oraz między 0.5% i 1%. Dodatkowo, nie obserwuje się statystycznie istotnych różnic w długości pędu między stężeniami 0.1% oraz 0.5%. Pomimo tych wyników, występują statystycznie istotne różnice w obserwowanych parametrach między próbami, w których stężenie cementu portlandzkiego było inne. Za ubytki w masie i długości pędu mogą odpowiadać związki chemiczne zawarte w cemencie portlandzkim, w szczególności z grupy glinokrzemianów. Na podstawie przeglądu literatury, możliwą przyczyną obserwowanych spadków wzrostu jest tworzenie przez te związki nadmiaru koloidów glebowych, które utrudniają absorpcję substancji mineralnych przez *Arabidopsis thaliana* [1].

Mój eksperyment ma znaczenie na polu badań nad wpływem robót budowlanych na otaczające środowisko. Wymagane są dalsze eksperymenty oraz obserwacje środowiskowe uwzględniające inne gatunki roślin, materiały budowlane i parametry badawcze.

6. Literatura

1. Beamlaku, A., & Habtemariam, T. (2021). *Soil Colloids, Types and their Properties: A review*. Open Journal of Bioinformatics and Biostatistics, 008–113. Dostęp: 22.12.2024
2. Bye, G. C. (1999). *Portland cement: Composition, Production and Properties*. Thomas Telford. Dostęp: 22.12.2024
3. Ige, O. E., Olanrewaju, O. A., Duffy, K. J., & Collins, O. C. (2022). *Environmental Impact Analysis of Portland Cement (CEM1) using the Midpoint method*. Energies, 15(7), 2708. Dostęp: 22.12.2024
4. National Pozzolan Association. (2021). *The History of Natural Pozzolans*. Dostępne na: <https://pozzolan.org/history-pozzolans.html> Dostęp: 22.12.2024
5. Scholl RL, May ST, Ware DH. (2000) *Seed and molecular resources for Arabidopsis*. Plant Physiol. 124(4):1477-80.