

## Wpływ spalin samochodowych na kiełkowanie nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L.

Bartłomiej Krzemiński<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Zespół Szkół nr 1 im. Gustawa Morcinka, ul. Wejchertów 20, 43-100 Tychy

### Streszczenie

Spaliny samochodowe są jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń środowiska. Oprócz dwutlenku węgla, emitują do atmosfery tlenek węgla, węglowodory pierścieniowe, tlenki azotu, związki siarki, kadmu, a także cząstki stałe. Związki te mogą negatywnie wpływać na wzrost i rozwój roślin. Celem niniejszej pracy było sprawdzenie jaki wpływ mają spaliny samochodowe na kiełkowanie nasion pieprzycy siewnej. Ekspozycja nasion badanej rośliny na spaliny samochodowe trwała od 0,5h do 3h. Uzyskane wyniki wskazują, że spaliny benzyny bezołowiowej zmniejszają zdolność kiełkowania nasion, która również zależy od czasu ekspozycji na te spaliny - im dłuższa ekspozycja, tym więcej nasion nie wykiełkowało. Aby ograniczyć negatywny wpływ transportu samochodowego na roślinność, istotny jest rozwój nowych technologii i alternatywnych źródeł zasilania pojazdów samochodowych.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie powietrza, transport, spaliny samochodowe, kiełkowanie nasion

### 1. Wstęp

Począwszy od lat 90. XX wieku motoryzacja w Polsce rozwija się dynamicznie. W ciągu 10 lat liczba samochodów osobowych wzrosła dwukrotnie [Curzydło 2004]. W 2020 roku w Polsce zarejestrowano ponad 25 mln samochodów osobowych, a liczba samochodów ciężarowych i ciągników siodłowych w 2020 roku wyniosła 3,5 mln [Andrychowska i in. 2020].

Spaliny samochodowe są nie tylko jednym z głównych źródeł dwutlenku węgla, ale emitują także tlenek węgla, węglowodory pierścieniowe, tlenki azotu, związki siarki, ołowiu i kadmu, a także cząstki stałe [Curzydło 2004]. Badania pokazują, że choć ilość zanieczyszczeń emitowanych przez ruch samochodowy systematycznie spada ze względu na rozwój nowych technologii motoryzacyjnych, wciąż stanowią one zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Szczególnie niebezpieczne jest zanieczyszczenie metalami ciężkimi, takimi jak kadm i ołów. Metale ciężkie kumulują się w tych częściach roślin, na które bezpośrednio opada pył samochodowy [Curzydło 2004]. Nadmiar metali, zwłaszcza ołowiu, może powodować objawy fitotoksyczne, takie

jak: zahamowanie wzrostu roślin, spadek intensywności procesu fotosyntezy, blokadę lub spadek aktywności niektórych enzymów [Conti i in. 2004]. Nasiona czy miąższ owoców, nie mając bezpośredniego kontaktu z pyłami, nie ulegają zanieczyszczeniu [Curzydło 2004]. Jednak po wysianiu ich ekspozycja na pył motoryzacyjny zwiększa się, dlatego zanieczyszczenia emitowane przez spaliny samochodowe mogą niekorzystnie wpływać na zdolność kiełkowania nasion [Shafiq i Iqbal 2012].

Zanieczyszczenie ołowiem w krajach rozwiniętych udało się prawie całkowicie wyeliminować w ostatnich kilku dekadach dzięki stosowaniu benzyny bezołowiowej [Järup 2003, Curzydło 2004]. Jednak nie pozwoliło na usunięcie tego ołowiu, który już został wprowadzony do środowiska, a jego ilość szacowana jest na 3 miliony ton [Tatar 2018]. Nadal także powietrze i rośliny ulegają zanieczyszczeniu kadmem i pyłami unoszącymi się z powierzchni jezdni. Największemu zanieczyszczeniu ulega strefa do 70-100m od jezdni ruchliwych dróg [Curzydło 2004].

\*Corresponding author.

E-mail address: bartlomiej.krzeminski05@gmail.com (B. Krzemiński)

Rośliny uprawne kumulują metale ciężkie, co w następstwie powoduje ich kumulację także w organizmie ludzkim. Konsekwencją tego zjawiska mogą być liczne schorzenia układowe, a w efekcie zatrucie organizmu. Dlatego ważne jest, aby uprawy roślin przeznaczonych do konsumpcji prowadzone były z dala od tras komunikacyjnych i dużych aglomeracji miejskich [Tatar 2018].

Znajomość reakcji nasion na zwiększoną emisję spalin samochodowych może być także istotna przy projektowaniu zieleni miejskiej oraz w zabiegach rekultywacyjnych opierających się o fitoremediację [Adam i Duncan 2002].

Celem niniejszych badań było sprawdzenie, czy i w jaki sposób spaliny samochodowe oddziałują na kiełkowanie nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L. Postawiono następujące hipotezy badawcze:

1. Spaliny samochodowe ograniczają zdolność kiełkowania nasion pieprzycy siewnej *L. sativum* L.
2. Im dłuższy czas ekspozycji nasion pieprzycy siewnej *L. sativum* L. na spaliny samochodowe tym ich zdolność kiełkowania jest mniejsza.

## 2. Materiał i metody

Pieprzyca siewna (*Lepidium sativum* L.), potocznie nazywana rzeżuchą, jest jednorocznym gatunkiem z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Pochodzi z południowo-zachodniej Azji oraz z północno-wschodniej Afryki [https://npgsweb.ars-grin.gov]. Łodyga, osiągnąca średnio 20-40cm wysokości, charakteryzuje się sinoniebiskim nalotem, w górze jest zwykle rozgałęziona i naga. Rzeżucha kwitnie w okresie maj-lipiec. Ma drobne kwiaty barwy białej lub jasnoniliowej (Rys. 1). Nasiona pieprzycy są jajowate, o długości 2,5-3 mm, nieco spłaszczone, prawie gładkie, rdzawo brązowe [atlas-roslin.pl].

Uprawiana jest powszechnie z siewu w przydomowych ogrodach, na tarasach i balkonach, dlatego jej nasiona mogą być narażone na działanie spalin samochodowych. Roślina zawiera witaminy C, B1, K. Spożywana jest najczęściej w stanie pełnego rozwoju liścieni i używana do przyprawiania zup, sosów, surówek, sałatek i serów. [https://pl.wikipedia.org]. Do niniejszych

badań wykorzystano nasiona zakupione w sklepie ogrodniczym.



**Rys. 1.** Pieprzyca siewna *Lepidium sativum* L. copyright © by Paweł Kalinowski [atlas-roslin.pl]

**Fig. 1.** Garden cress *Lepidium sativum* L. copyright © by Paweł Kalinowski [atlas-roslin.pl]

W celu sprawdzenia bezpośredniego wpływu spalin samochodowych na kiełkowanie nasion pieprzycy siewnej przygotowano cztery próby badawcze (oznaczone cyframi I, II, III, IV) oraz próbę kontrolną (oznaczoną literą K) w trzech powtórzeniach (łącznie 15 prób). Przygotowano 15 szalek Petriego, wyłożonych bibułą filtracyjną. Na każdej z nich rozłożono w równych odległościach od siebie po 35 nasion rzeżuchy. Zwilżono bibułę, wlewając do każdej szalki taką samą ilość wody wodociągowej (2,5 ml). Szalki zostały ustawione w jednakowych warunkach oświetlenia i temperatury i pozostawione na 24 godziny (Rys. 2). Po upływie wyznaczonego czasu każdą z 12 szalek, stanowiących próby badawcze, umieszczono w oddzielnej torebce foliowej. Każda z 12 torebek została napełniona spalinami, wydobywającymi się z rury wydechowej samochodu osobowego z silnikiem benzynowym 2.0 Turbo o mocy 280KM i wysokiej klasy katalizatorem, pracującego na wolnych obrotach. Napełnianie trwało każdorazowo ok. 1 minuty (Rys. 3). Spaliny samochodowe pochodziły ze spalania benzyny bezołowiowej 98. Podczas napełniania zachowano wszelkie zasady bezpieczeństwa i nadzór osoby dorosłej. Po upływie 30 minut od napełnienia torebek spalinami wyjęto z nich szalki I, po upływie 1 godziny wyjęto szalki II, po upływie 2 godzin szalki III, a po upływie 3 godzin szalki IV. Szalki V stanowiły próbę kontrolną - nasiona umieszczone na

tych szalkach nie były poddane działaniu spalin samochodowych (Tabela 1).



**Rys. 2.** Przygotowanie prób do badań [zdjęcie autora]  
**Fig. 2.** Preparation of samples for testing [author's photo]



**Rys. 3.** Napełnianie torebek z nasionami pieprzycy siewnej spalinami samochodowymi [zdjęcie autora]  
**Fig. 3.** Filling sacks with seeds of garden cress with car exhaust [author's photo]

Szalki zostały ponownie umieszczone w jednakowych warunkach oświetlenia i temperatury, zapewniono także jednakowy poziom wilgotności podłoża. Przez 4–6 kolejnych dni codziennie obserwowano proces kiełkowania nasion. W każdej szalce zliczano liczbę wykiełkowanych nasion. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono średnią i odchylenie standardowe. Obliczono także siłę kiełkowania nasion z próby kontrolnej oraz poddanych działaniu spalin samochodowych odpowiednio przez 0,5, 1, 2 i 3 godziny, używając wzoru:

$$\text{siła kiełkowania} = \frac{\text{liczba nasion, które wykiełkowały}}{\text{ogólna liczba nasion}} \times 100\%$$

**Tabela 1.** Liczba wysianych nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L. oraz czas ich ekspozycji na spaliny samochodowe w kolejnych próbach

**Table 1.** The number of sown seeds of *Lepidium sativum* L. and the time of their exposure to car exhaust in successive samples.

Próba Sample	Liczba wysianych nasion Number of sown seeds	Czas ekspozycji nasion na spaliny samochodowe Time of exposure to car exhaust
Ia Ib Ic	35 35 35	0,5h
IIa IIb IIc	35 35 35	1h
IIIa IIIb IIIc	35 35 35	2h
IVa IVb IVc	35 35 35	3h
Ka Kb Kc	35 35 35	0h

Uzyskane wyniki porównano ze sobą i wyciągnięto wnioski dotyczące wpływu spalin samochodowych na kiełkowanie nasion pieprzycy siewnej.

### 3. Wyniki

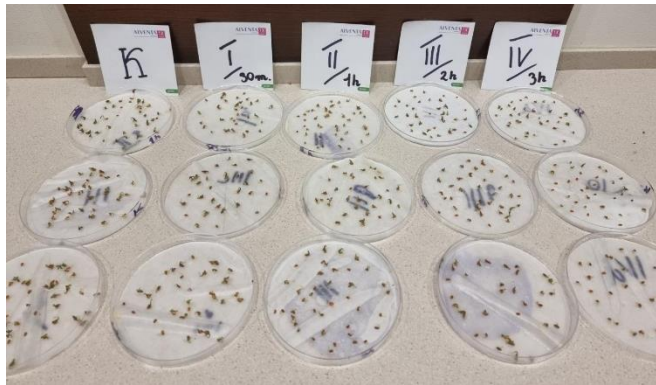
Uzyskane wyniki wskazują na wyraźny, negatywny wpływ spalin samochodowych na zdolność kiełkowania nasion *L. sativum*. W próbie kontrolnej siła kiełkowania wynosiła 96%, natomiast już półgodzinna ekspozycja na spaliny samochodowe obniżyła tę wartość do 90%. Ekspozycja trzygodzinna spowodowała spadek siły kiełkowania do 64% (Tabela 2, Rys. 3).

Porównanie średniej liczby skiełkowanych nasion i odchylenia od średniej pokazuje brak istotnych różnic między zdolnością do kiełkowania nasion niepoddanych ekspozycji na spaliny samochodowe i poddanych półgodzinnej ekspozycji (Rys. 4). Natomiast godzinna i dłuższa ekspozycja nasion na spaliny powoduje wyraźny i istotny spadek liczby kiełkujących nasion pieprzycy siewnej (Tabela 2, Rys. 4).

**Tabela 2.** Średnia liczba wykiełkowanych nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L. oraz siła kiełkowania w próbach o różnym czasie ekspozycji na spaliny samochodowe.

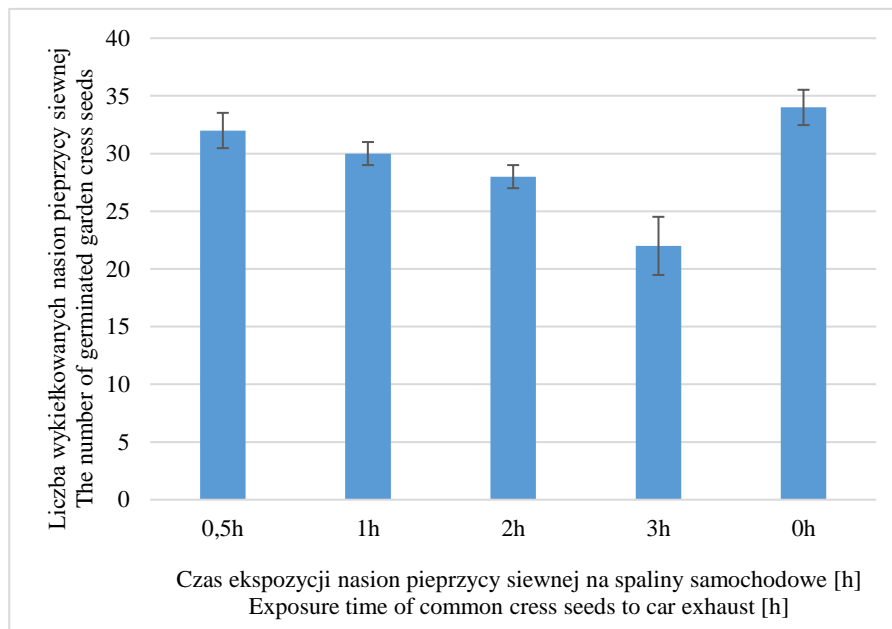
**Table 2.** Average number of germinated seeds of *Lepidium sativum* L. and germination capacity in samples with different time of exposure to car exhaust

Próba Sample	Czas ekspozycji nasion na spaliny samochodowe [h] Time of exposure to car exhaust	Średnia liczba skielkowanych nasion ± odchylenie standardowe Average number of germinated seeds ± standard deviation	Siła kiełkowania Germination capacity
I	0,5h	32 ± 1,53	90%
II	1h	30 ± 1,00	86%
III	2h	28 ± 1,00	80%
IV	3h	22 ± 2,52	64%
K	0h	34 ± 1,53	96%



**Rys. 3.** Wyniki kiełkowania nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L. w zależności od czasu ekspozycji na spaliny samochodowe. [zdjęcie autora]

**Fig. 3.** Germination results of *Lepidium sativum* L. seeds depending on the time of exposure to car exhaust [author's photo]



**Rys. 4.** Średnia liczba wykiełkowanych nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L. w zależności od czasu ekspozycji na spaliny samochodowe. Słupki błędów oznaczają odchylenie standardowe

**Fig. 4.** Average number of germinated seeds of *Lepidium sativum* L. depending on the time of exposure to car exhaust. Error bars represent standard deviation

#### 4. Dyskusja

Zwiększająca się ciągle liczba samochodów osobowych i innych pojazdów spalinowych powoduje uwalnianie do atmosfery ogromnych ilości toksycznych spalin samochodowych. Przybywa także dróg, a wraz z nimi zwiększa się obszar oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych przez transport. Dlatego temat wpływu emisji samochodowych na środowisko, w tym na rośliny, od lat jest przedmiotem badań naukowców z całego świata. Emisje z silników benzynowych powodują zanieczyszczenie powietrza, wody, gleby, co z kolei wpływa na roślinność [Zafar i in. 2019]. Wpływ zanieczyszczeń powietrza jest widoczny przede wszystkim w liściach roślin, ponieważ mają one bezpośredni kontakt z tym zanieczyszczeniem [Skrynetska i in. 2018]. Prowadzone były liczne badania, w których rośliny narażone były na różne typy spalin pochodzących z benzyny silnikowej, paliwa typu diesel, oleju czy gazu i wszystkie wywołują takie same silne uszkodzenia roślin. Szczególnie niebezpieczny dla roślin jest bezpośredni kontakt ze spalinami samochodowymi [Zafar i in. 2019].

Przeprowadzone badania wykazały negatywny wpływ bezpośredniego działania spalin samochodowych, pochodzących z benzyny bezołowiowej na zdolność kiełkowania nasion pieprzycy siewnej. Podobne wyniki uzyskali Zafar i in. 2019, badając wpływ spalin na kiełkowanie nasion słonecznika *Helianthus annuus* L., natomiast nie zaobserwowali istotnego wpływu na kiełkowanie nasion kukurydzy zwyczajnej *Zea mays* L. Negatywny efekt oddziaływania spalin zaobserwowano także u jednego z gatunków, należących do rodzaju *Cassia* [Shafiq i in. 2012].

Rozwój alternatywnych źródeł zasilania pojazdów, takich jak energia elektryczna w samochodach hybrydowych i elektrycznych może znacząco zredukować emisje spalin do środowiska, a tym samym ograniczyć ich negatywny wpływ na środowisko. Pojazd o napędzie elektrycznym to pojazd o zerowej emisji zanieczyszczeń. Jednak wciąż głównymi wadami pojazdów elektrycznych i hybrydowych jest sposób produkcji energii elektrycznej, wykorzystywanej do ich zasilania oraz dużo większa ilość energii wy-

datkowanej na ich produkcję i recykling w porównaniu do pojazdu tradycyjnego [Babula i Pietruszczak 2017]. Niemniej jednak rozwój bardziej wydajnych technologii oraz zielonych źródeł energii może w przyszłości przyczynić się do znaczącego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska emisjami spalin samochodowych.

#### 5. Podsumowanie i wnioski:

1. Spaliny samochodowe pochodzące ze spalania benzyny bezołowiowej zmniejszają zdolność kiełkowania nasion pieprzycy siewnej *Lepidium sativum* L.
2. Im dłuższy jest czas bezpośredniej ekspozycji nasion na spaliny tym siła kiełkowania nasion badanej rośliny jest mniejsza.

#### Literatura

- Adam, G., Duncan, H. (2002). Influence of diesel fuel on seed germination. *Environmental Pollution* 120(2), 363-370.
- Andrychowska, A., Bawelska, A., Bącela, K. i in. pod kierunkiem Dmitrowicz-Żmicka, K. (2021). Transport – wyniki działalności w 2020r. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie, [https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5511/9/20/1/transport\\_wd\\_2020.pdf](https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5511/9/20/1/transport_wd_2020.pdf)
- Babula, M., Pietruszczak, D. (2017). Wybrane aspekty ekologicznych pojazdów samochodowych, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 6, 50-54.
- Conti, M.E., Tudino, M., Stripeikis J., Ceccetti, G. (2004). Heavy metal accumulation in the Lichen *Evernia punctata* transplanted at urban, rural and industrial sites in Central Italy. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 83-94.
- Curzydło, J. (2004). Wpływ motoryzacji na środowisko. Przeciwdziałanie negatywnym skutkom. *Państwo i społeczeństwo*, IV(2), 285-306.
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167-182.
- Shafiq, M., Iqbal, M.Z. (2012). Effect of auto exhaust emission on germination and seedling growth of an important arid tree *Cassia siamea* Lamk. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24 (3), 234-242.
- Skrynetska, I., Ciepał, R., Kandziora-Ciupa, M., Barczyk, G., Nadgórska-Socha, A. (2018). Ecophysiological responses to environmental pollution of selected plant species in an industrial urban area, *International Journal of Environmental Research*, 12, 255-267.
- Tatar, K. (2018). Wpływ soli metali ciężkich kobaltu ( $\text{CoSO}_4$ ) i ołowiu ( $\text{PbNO}_3$ )<sub>2</sub> zawartych w glebie na rozwój siewek ogórka siewnego (*Cucumis sativus*). *Acta Juvenum*, vol. 3, 111-117.
- Zafar, N., Iqbal, M.Z., Shafiq, M., Kabir, M., Farooqi, Z. (2019). Effects of exhaust pollutants and garden soil on seed germination

and seedling growth of maize (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L). *Asian Journal of Research in Crop Science*, 4(2), 1-7.

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Pieprzyca\\_siewna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pieprzyca_siewna)  
(dostęp: 01.05.2023)

<https://atlas-roslin.pl> (dostęp: 01.05.2023)

<https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=21769> (dostęp: 01.05.2023)

## **Effect of car exhaust on germination of seeds of garden cress *Lepidium sativum* L.**

### **Abstract**

Car exhaust are one of the main sources of environmental pollution. In addition to carbon dioxide, they emit carbon monoxide, cyclic hydrocarbons, nitrogen oxides, sulfur compounds, cadmium and particulate matter into the atmosphere. These compounds can negatively affect the growth and development of plants. The aim of this study was to check the effect of car exhaust on the germination of garden cress seeds. Exposure of the seeds of the test plant to car exhaust lasted from 0.5 to 3 hours. The obtained results indicate that the exhaust of unleaded gasoline reduces the germination capacity of seeds, which also depends on the time of exposure to these exhaust gases - the longer the exposure, the more seeds did not germinate. In order to reduce the negative impact of road transport on vegetation, it is important to develop new technologies and alternative power sources for motor vehicles.

**Keywords:** air pollution, transport, car exhaust, seed germination