Mateusz Winniczuk[1]
Akademia Bialska im. Jana Pawła II, Biała Podlaska

Natalia Końko[2]
Studenckie Koło Naukowe Zakładu Rolnictwa, Akademia Bialska im. Jana Pawła II , Biała Podlaska

https://doi.org/10.29316/9788368103342_10

UKRYTY SKŁADNIK NASZEJ DIETY – INWAZJA MIKROPLASTIKU

THE HIDDEN INGREDIENT IN OUR DIET – THE MICROPLASTIC INVASION

Streszczenie

Mikroplastik, czyli cząsteczki tworzyw sztucznych mniejsze niż 5 mm, to globalny problem we współczesnym świecie. Mikroplastik jest obecny niemal wszędzie: w wodzie, glebie, powietrzu, żywności a nawet w tkankach ludzkich takich jak mleko matki, łożysko czy krew. Dzielimy go na mikroplastik pierwotny: tworzony specjalnie na potrzeby polepszenia właściwości produktu oraz wtórny: powstający w wyniku degradacji większych kawałków tworzyw. Spożycie mikroplastiku przez człowieka może wynosić nawet 5 gramów tygodniowo, np. poprzez wodę, sól, ryż czy torebki herbaty. Dodatkowo używając w kuchni elementów zawierających tworzywa sztuczne, dostarczamy mikroplastik wprost do pożywienia. Ta ilość może się jednak zmieniać w zależności od miejsca zamieszkania oraz stylu życia danej osoby. Istnieje coraz więcej badań wskazujących na szkodliwy wpływ mikroplastiku na zdrowie. Sugerują, iż może

Abstract

Microplastics, plastic particles smaller than 5 mm, are a global problem in the modern world. Microplastics are present everywhere: in water, soil, air, food, and even in human tissues such as breast milk, the placenta, or blood. They are divided into primary microplastics, intentionally manufactured to enhance product properties, and secondary microplastics, which result from the degradation of larger plastic items. Human intake of microplastics can be as high as 5 grams per week, for example, through water, salt, rice, or tea bags. Additionally, by using plastic-containing items in the kitchen, we introduce microplastics directly into our food. However, this amount can vary depending on a person's place of residence and lifestyle. There is a growing body of research indicating the harmful effects of microplastics on health. It suggests that they can lead

[1] student, https://orcid.org/0009-0008-1459-8134; e-mail: winniczuk@gmail.com
[2] studentka, https://orcid.org/0009-0006-2159-054X; e-mail:knatalia04@icloud.com

on prowadzić do stanów zapalnych, chorób układu krążenia, jelit, układu nerwowego czy zaburzeń hormonalnych. Mikroplastik jest również ogromnym zagrożeniem dla upraw. Wiele badań wskazuje na poważne nagromadzenie cząsteczek plastiku w glebach uprawnych, wpływając na jakość oraz wielkość plonów. Warto unikać kontaktu z tym zagrożeniem poprzez m. in. ograniczanie używania tworzyw sztucznych, ponieważ jest to realne zagrożenie dla zdrowia i środowiska.

Słowa kluczowe: mikroplastik, tworzywa sztuczne, zdrowie, dieta

to inflammation, cardiovascular diseases, intestinal diseases, nervous system disorders, or hormonal imbalances. Microplastics also pose a significant threat to crops. Many studies indicate a significant accumulation of plastic particles in agricultural soils, affecting crop quality and yield. It is advisable to avoid exposure to this threat by, among other things, reducing the use of plastics, as it poses a real threat to health and the environment.

Keywords: microplastics, plastics, health, diet

Wstęp

Współczesny styl życia oparty na korzystaniu z ogromnej ilości tworzyw sztucznych, prowadzi do powszechnego zanieczyszczania środowiska. Dzieje się tak, ponieważ proces degradacji kawałków plastiku skutkuje powstaniem cząsteczek osiągających wymiary często mniejsze niż 5 milimetrów. Mimo iż rozmiarowo są niewielkie, są ogromnym zagrożeniem nie tylko dla naszego środowiska, lecz również dla nas wszystkich. Coraz więcej badań wskazuje, że mikroplastik może przedostawać się do naszego organizmu poprzez żywność, wodę pitną, a nawet powietrze, którym oddychamy. Jesteśmy narażeni na wiele problemów zdrowotnych, które niesie za sobą nieświadoma konsumpcja tworzyw sztucznych. Jednakże posiadając świadomość problemu, mamy możliwość ograniczenia spożywania go na co dzień.

Celem rozdziału jest przekazanie zdobytej przez nas wiedzy na temat mikroplastiku znajdującego się w diecie człowieka, sposobów jego przenikania do organizmu oraz skutków jakie może za sobą nieść.

Materiały i metoda

Rozdział został stworzony w oparciu o analizę wielu publikacji na temat mikroplastiku, jego wpływu na człowieka oraz sposobów unikania go. Przegląd literatury tematu przeprowadzono w oparciu o platformy takie jak Google Scholar, Science Direct oraz ResearchGate.

Proces selekcji materiałów przebiegał dwuetapowo. W pierwszej fazie dokonano wstępnej selekcji na podstawie tytułów i abstraktów, eliminując prace niezwiązane bezpośrednio z tematyką mikroplastiku. W drugim etapie przeanalizowano pełne teksty wyselekcjonowanych artykułów pod kątem ich merytorycznej przydatności oraz aktualności danych.

Czym jest mikroplastik?

Według definicji zapisanej w Programie Środowiskowym Organizacji Narodów Zjednoczonych (UNEP), mikroplastikiem nazywamy bardzo drobne cząsteczki tworzyw sztucznych o różnych kształtach, których wymiary nie przekraczają pięciu milimetrów. Cząsteczki mogą mieć kształt włókien, kulek, płatków, fragmentów nieregularnych lub folii i są szeroko rozpowszechnione w środowisku naturalnym, począwszy od atmosfery, przez wodę pitną i glebę, aż po tkanki organizmów żywych. Mikroplastik staje się trudno usuwalnym i bioaktywnym zanieczyszczeniem środowiska ze względu na swoje mikroskopijne rozmiary oraz wysoką trwałość chemiczną i fizyczną.

Rodzaje mikroplastiku

Wraz z rosnącą skalą globalnego zanieczyszczenia plastikiem, coraz większą uwagę naukowców przyciąga problem z mikroplastikiem. Aby lepiej zrozumieć źródła tej formy zanieczyszczeń oraz jej rozprzestrzeniania w ekosystemie, kluczowe jest zróżnicowanie dwóch podstawowych kategorii mikroplastiku: pierwotnego i wtórnego.

Mikroplastik pierwotny to niewielkie drobiny wyprodukowane przez człowieka w postaci granulek, włókien lub kulek w celach polepszenia właściwości produktu, np. w peelingu czy w pastach do zębów.

Natomiast mikroplastik wtórny powstaje w wyniku erozji i degradacji większych elementów tworzyw sztucznych pod wpływem czynników mechanicznych, fizycznych oraz chemicznych, np. pękanie, ścieranie opon i butów. Ten rodzaj mikroplastiku jest obecnie głównym typem zanieczyszczeń w środowisku, ponieważ rozpad plastiku postępuje powoli, a tworzywa sztuczne mogą pozostawać w przyrodzie przez setki lat. Szczególnie w oceanach, gdzie duże odpady ulegają rozpadowi pod wpływem fal i promieniowania słonecznego.

Zarówno mikroplastik pierwotny, jak i wtórny, stanowi poważne zagrożenie ekologiczne i zdrowotne. Cząsteczki te przedostają się do środowiska na ogromną skalę, zanieczyszczające wodę, glebę i powietrze. Zrozumienie problemu i jego źródła jest kluczowe dla opracowania strategii ograniczenia zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi, zarówno na poziomie lokalnym, jak i globalnym.

Gdzie znajdziemy mikroplastik?

W dobie intensywnego rozwoju przemysłu tworzyw sztucznych, plastik stał się nieodłącznym elementem codziennego życia. Obecny jest w opakowaniach, ubraniach, kosmetykach, jak i w żywności. Jego trwałość, lekkość

i niska cena uczyniły go materiałem powszechnie wykorzystywanym, lecz jednocześnie trudnym do wyeliminowania z obiegu. Obecność mikroplastiku w środowisku budzi poważne obawy nie tylko ze względu na trwałość, ale także zdolność do przenikania do ludzkich organizmów.

Coraz więcej badań naukowych potwierdza obecność mikroplastiku w ludzkich tkankach i płynach ustrojowych. Między innymi, w 2020 roku opublikowano artykuł o badaniach przeprowadzonych przez włoskich naukowców, które wykazały występowanie zanieczyszczeń mikroplastikiem w łożysku matki, co stanowi przełomowe dowody na to, że cząsteczki mogą przenikać przez barierę łożyskową i docierać do rozwijającego się płodu. Kolejnym źródłem potwierdzającym jego zamieszkanie w łożysku jest badanie poprowadzone przez dr. Matthew Campena z University of New Mexico Health Sciences Center. Zespół naukowców przeanalizował 62 próbki łożyska i stwierdził obecność mikroplastiku w każdej z nich. Najczęściej wykrywalnym tworzywem był polietylen, obecny w torbach i butelkach plastikowych. Artykuł na ten temat został opublikowany 17 lutego 2024 roku w czasopiśmie Toxicolgical Sciences.

Przeprowadzone w ostatnich latach badania dostarczają dowodów na to, że cząsteczki mikroplastiku występują nie tylko w łożysku, lecz także w mleku matki. Jedno z przełomowych badań w tym zakresie przeprowadzili włoscy naukowcy z Universita Politecnica delle Marche. Badacze pobrali próbki mleka od 34 dorosłych kobiet tydzień po porodzie i przeanalizowali je przy użyciu spektroskopii Ramana. Wyniki badań były zaskakujące, gdyż potwierdziły obecność mikroplastiku w 26 próbkach, co stanowi około 75 procent wszystkich analizowanych próbek. Oznacza to, że cząsteczki tworzyw sztucznych mogą przenikać do mleka matki, a tym samym trafiać do organizmu dziecka już na najwcześniejszym etapie życia.

Ludzka krew okazała się kolejnym, niezwykle niepokojącym miejscem, w którym naukowcy wykryli obecność zanieczyszczenia mikroplastikiem. Pierwsze badanie w tym zakresie przeprowadził zespół naukowców z Vrije Universiteit Amsterdam pod kierownictwem dr Heather Leslie oraz prof. Dicka Vethaaka. W 2022 roku badacze pobrali próbki krwi od 22 zdrowych dorosłych pacjentów, z czego w 77 procentach przypadków stwierdzono obecność cząsteczek tworzyw sztucznych, takich jak polietylen czy polistyren. Kontynuując badania, w 2024 roku ten sam zespół przeanalizował kolejną serię próbek, tym razem pobierając je od 20 zdrowych dorosłych osób. Wyniki okazały się bardziej zaskakujące, ponieważ mikroplastik wykryto w 90 procentach z nich. Oznacza to, że zanieczyszczenia mikroplastikiem mogą krążyć w krwiobiegu i potencjalnie wpływać na funkcjonowanie narządów wewnętrznych. Niestety to nie wszystkie miejsca, w których

omawiane zagrożenie występuje. Dywagacje wielu naukowców sugerują, że mikroplastik może znajdować się również w wielu innych narządach ludzkich, takich jak wątroba, nerki, jelita oraz płuca.

Skala problemu jest jeszcze bardziej widoczna, gdy spojrzymy na dane dotyczące zanieczyszczenia wody. Z raportu przygotowanego przez organizację Orb Media we współpracy z naukowcami z Wielkiej Brytanii i USA opublikowanego w 2018 roku, wynikło, iż mikroplastik znajdował się w 72 procentach próbek wody wodociągowej zbadanych na pięciu kontynentach oraz w ponad 93 procentach wód butelkowanych testowanych przez Orb we współpracy z State University of New York at Fredonia. Zbadane próbki pochodziły między innymi z USA, Europy, Indii i Indonezji. W wodzie znajdowano najczęściej włókna plastiku, np. z ubrań syntetycznych, a niekiedy również fragmenty pochodzące z opakowań.

W grudniu 2024 roku w czasopiśmie Frontiers in Toxicology opublikowano badanie dotyczące obecności mikroplastiku w spożywanych przez nas rybach oraz owocach morza. Badanie zostało przeprowadzone przez zespół naukowców z Portland State University pod kierownictwem prof. Elise Granek. Celem badaczy było określenie skali zanieczyszczenia organizmów morskich, które trafia do ekosystemów wodnych na skutek działania człowieka. Wyniki pobranych próbek okazały się zaskakujące, ponieważ aż 180 z 182 próbek zawierało cząsteczki mikroplastiku. Badacze zauważyli również, że mikroplastik nie tylko pozostaję w jelitach ryb, lecz także przedostaje się do tkanek, takich jak mięśnie, co może mieć negatywne skutki dla zdrowia ludzkiego.

W 2014 roku natomiast przez Federalną Agencję Środowiskową Niemiec oraz Uniwersytet w Bayreuth zostały przeprowadzone badanie pod kątem obecności mikroplastiku w piwie. Do tego badania wykorzystano 24 marki, w których z każdej z nich został wykryty mikroplastik.

Czy spożywamy mikroplastik?

Współczesne badania wykazują, że człowiek regularnie spożywa znaczne ilości mikroplastiku, jednakże dokładne dane zależą od indywidualnych czynników, takich jak miejsce zamieszkania, styl życia czy nawyki żywieniowe.

Opublikowany przez Uniwersytet w Newcastle raport, informuje nas, iż przeciętna osoba może spożywać nawet do 5 gramów mikroplastiku tygodniowo, co wagowo odpowiada jednej karcie kredytowej.

Jednym z przykładów obecności mikroplastiku w codziennej diecie są produkty zbożowe, takie jak ryż. Badania przeprowadzone przez naukowców z University of Queesland w Austrii, zlecone przez organizacje World Wide

for Nature, czyli Światowy Fundusz na rzecz przyrody (WWF), wykazały, że na każde 100 gramów tradycyjnego ryżu ludzie spożywają od 3 do 4 miligramów plastiku, natomiast w przypadku ryżu instant, ilość wzrasta nawet do 13 miligramów na porcje.

Jednocześnie badania naukowe z ostatnich lat potwierdziły obecność mikroplastiku w soli kuchennej na całym świecie. Już w 2018 roku zespół badaczy kierowany przez Ji-Su Kim we współpracy z Greenpeace East Asia przebadał 39 marek soli z 21 krajów. Wyniki wykazały, iż mikroplastik znajduje się w 90 procentach pobranych próbek. Dodatkowo najnowsze badania przeprowadzone przez zespół Uniwersytetu Andalas w Padangu, które zostało opublikowane w czasopiśmie International Journal of Environmental Analytical Chemistry w 2023 roku, wykazały, że występowanie zanieczyszczenia wiąże się z potencjalnym zagrożeniem dla zdrowia, związanym między innymi z chorobami serca, demencją oraz problemami z płodnością.

Kolejnym znaczącym, jak i zaskakującym źródłem narażenia są popularne produkty codziennego użytku, takie jak torebki herbaciane. Badania opublikowane w 2019 roku, przez naukowców z McGill University w Kanadzie, w tym profesor Nathalie Tufenkji, wykazały, iż podczas parzenia herbaty w temperaturze wrzenia, do jednej szklanki może zostać uwolnione nawet 11,6 miliardów cząsteczek mikroplastiku. Dzieje się tak przede wszystkim w przypadku torebek wykonanych z plastiku lub zawierające jego domieszki, które pod wpływem wysokiej temperatury ulegają rozpadowi.

Badania przeprowadzone przez wielu naukowców dowodzą obecność mikroplastiku również w innych produktach spożywczych, takich jak mleko, jajka, napoje w plastikowych butelkach, miód oraz owoce i warzywa. Dzieje się tak, ponieważ cząsteczki plastiku znajdując się praktycznie wszędzie, łatwo przedostają się do organizmów żywych. Dodatkowo używając w kuchni elementów zawierających tworzywa sztuczne, dostarczamy mikroplastik wprost do pożywienia.

Mikroplastik zagrożeniem w uprawach?

Zanieczyszczenie mikroplastikiem jest jednym z najpoważniejszych problemów środowiskowych w XXI wieku. Choć początkowo skupiono się głównie na jego obecności w oceanach, coraz więcej badań wskazuje na poważne nagromadzenie cząsteczek plastiku w glebach uprawnych. Biorąc pod uwagę, że gleba stanowi bezpośrednie środowisko dla produkcji żywności, problem ten nabiera szczególnego znaczenia w kontekście zdrowia publicznego. Zanieczyszczenia te pochodzą między innymi z nawozów organicznych, folii rolniczych, włókien syntetycznych oraz zużywania sprzętu.

Globalna analiza opublikowana w czasopiśmie Journal of Hazardous Materials w 2022 roku wykazała, że obecność mikroplastiku w glebie prowadzi do istotnych zmian jej właściwości fizykochemicznych, w tym obniżenie retencji wodnej, zmiany pH oraz zawartości azotu. Tego rodzaje zmiany mogą negatywnie wpływać na wzrost roślin, aktywność mikroorganizmów glebowych, co w dłuższej perspektywie stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego.

W kontekście tych zagrożeń, międzynarodowy zespół naukowców, w tym dr Li Yan z Uniwersytetu w Pekinie, przeprowadził badania opublikowane w grudniu 2022 roku w czasopiśmie Science of the Total Environment. W pracy tej omówione zostały różnorodne mechanizmy, przez które mikroplastik wpływa na rośliny. Wśród negatywnych efektów, które niesie ze sobą obecność omawianego zagrożenia, wymienia się między innymi opóźnienie kiełkowania nasion, zahamowanie wzrostu oraz zmiany w strukturze korzeni.

Dodatkowo przeprowadzone przez zespół naukowców z Rutgers University, pod przewodnictwem dr Philipa Demokritou badania sugerują, że mikroplastik może kumulować się w roślinach i glebie, działając przy tym jako nośnik toksyn, co zagraża zdrowiu ludzi i zwierząt. Istnieją także doniesienia o wpływie mikroplastiku na strukturę gleby oraz dostępność składników odżywczych, co może obniżyć jakość plonów, zdolność gleby do zatrzymywania wody oraz negatywnie wpływać na bioróżnorodność. Niektóre badania sugerują, że mikroplastik ma szansę być pobierany przez systemy korzeniowe i transportowany do części nadziemnych roślin. Co może skutkować przenikaniem zanieczyszczeń do łańcucha pokarmowego.

Wpływ mikroplastiku nie ogranicza się jedynie do degradacji gleby i jakości upraw. Coraz częściej zwraca się uwagę na jego oddziaływanie na zdrowie osób pracujących w sektorze rolnictwa. Rolnicy szczególnie narażeni są na kontakt z unoszącym się w powietrzu pyłem plastikowym, którego wdychanie może prowadzić do problemów oddechowych. Zachodzi to głównie podczas prac polowych w warunkach suchych. Długotrwała ekspozycja na mikroplastik w środowisku pracy może również prowadzić do jego akumulacji w ludzkich organizmach. Problem ten dotykać może szczególnie małe gospodarstwa, które często nie posiadają odpowiednich środków ochrony osobistej ani ograniczających kontakt z zanieczyszczeniami. Aby ograniczyć to ryzyko, warto stosować materiały biodegradowalne zamiast plastikowych folii czy opakowań, sięgać po nawozy organiczne pochodzące z wiarygodnych źródeł, regularnie monitorować jakość gleby i wody w gospodarstwie pod kątem obecności mikroplastiku, a także dbać o edukacje i świadomość problemu wśród rolników.

Niewidoczne zagrożenie

Według badania opublikowanego w Brain Medicine w 2024 roku, mikroplastik może przekraczać barierę krew-mózg, gromadząc się w tkankach mózgowych, a nagromadzone cząsteczki mogą prowadzić do stanów zapalnych, uszkadzać komórki i potencjalnie przyczynić się do rozwoju chorób neurodegeneracyjnych.

Kolejne badanie opublikowane tym razem w New England Journal of Medicine w 2024 roku wskazuje, że obecność mikroplastiku w tętnicach szyjnych pacjentów z chorobami serca podwaja ryzyko zawału serca lub udaru mózgu. Dodatkowo, ci pacjenci mieli wyższe ryzyko zgonu w porównaniu do osób bez mikroplastiku w naczyniach.

W tym samym roku opublikowany został artykuł w PubMed, który wskazuje, że mikroplastik może powodować zaburzenia jelitowe, prowadzić do stanów zapalnych, osłabiać układ odpornościowy oraz zwiększać ryzyko chorób przewodu pokarmowego. Publikacja informuje również o tym, że zmiany te mogą wpływać na metabolizm, prowadzić do rozwoju otyłości, cukrzycy oraz chorób serca.

Mimo iż liczba badań nad jego wpływem rośnie, mechanizmy jego toksyczności oraz długoterminowy wpływ na zdrowie człowieka pozostają wciąż słabo poznane. Niemniej jednak, coraz więcej dowodów wskazuje na potencjalne skutki zdrowotne wynikające z kontaktu z mikroplastikiem, prowadzące między innymi do stresu oksydacyjnego, który może skutkować uszkodzeniem komórek, stanem zapalnym lub chorobami układu krążenia. Dodatkowo, dzięki badaniom na zwierzętach naukowcy odkryli, że mikroplastik może również powodować problemy z płodnością, różne nowotwory oraz zaburzenia układu hormonalnego i odpornościowego.

Świadomy wybór kluczem do sukcesu

W obliczu rosnącej świadomości ludzi na temat wszechobecnego występowania mikroplastiku w środowisku oraz jego potencjonalnego zagrożenia dla zdrowia człowieka, coraz większego znaczenia nabierają działania mające na celu ograniczenie codziennego kontaktu z tymi cząsteczkami. Wiedząc, że mikroplastik przenika do naszego organizmu poprzez wodę pitną, żywność oraz kosmetyki, powinniśmy wdrażać praktyczne strategie, które pozwolą nam ograniczyć narażenie na kontakt z tym niewidocznym gołym okiem zagrożeniem. Unikanie jednorazowych plastikowych opakowań, filtrowanie wody, wybieranie naturalnych tkanin oraz kosmetyków czy świadome decyzje zakupowe to tylko niektóre kroki, które mogą zmniejszyć ryzyko naszego kontaktu z zanieczyszczeniami.

Mimo iż nie jesteśmy w stanie całkowicie uniknąć kontaktu z mikroplastikiem, ponieważ krąży on w wodzie, powietrzu, glebie, jak i w żywności, powinniśmy działać tam, gdzie mamy na to wpływ. Nie powinniśmy patrzeć biernie na to co dzieje się wokół nas, lecz podejmować aktywne działania mające na celu wyeliminowanie większości mikroplastiku z naszych żyć. Kluczowe znaczenie ma w tym kontekście zwiększanie świadomości społecznej, edukacja ekologiczna na wszystkich poziomach kształcenia oraz promowanie odpowiedzialnych postaw konsumenckich. Istotną rolę odgrywa również presja społeczna skierowana do decydentów politycznych i instytucji publicznych, której celem jest wprowadzenie skutecznych redukcji prawnych ograniczających produkcję i stosowanie tworzyw sztucznych. Chociaż indywidualne działania mogą wydawać się niewielkie, ich skumulowany efekt w skali lokalnej, krajowej i globalnej może znacząco przyczynić się do poprawy stanu naszego środowiska. Odpowiedzialność za przeciwdziałanie temu problemowi spoczywa zarówno na jednostkach, jak i na całym społeczeństwie, które ma realny wpływ na kształtowanie zrównoważonej przyszłości.

Podsumowanie

Mikroplastik to pewnego rodzaju zagrożenie dla każdego człowieka, każdej żywej istoty. Z biegiem lat, coraz więcej tych cząsteczek znajdzie się w otaczającym nas świecie, co może bezpośrednio przełożyć się na zdrowie nasze i naszych bliskich. Mimo mikroskopijnych rozmiarów warto zwrócić uwagę na ten coraz poważniejszy problem, przede wszystkim dla własnego zdrowia. Sięgając po kolejną plastikową butelkę, kolejne dania zapakowane w jednorazowe opakowania, czy krojąc na plastikowej desce warto oddać się chwili refleksji – czy mogę coś zmienić? Ograniczajmy zużycie plastiku i dbajmy o nasze podwórko. Warto to uczynić zarówno dla swojego zdrowia jak i zdrowia najbliższych.

Piśmiennictwo

1. Flam, C. (2025). A spoon-sized amount of plastic could be in your brain, new study finds: "Alarming." *People*. Pobrane z: https://people.com/study-microplastics-found-in-brain-tissue-liver-kidneys-and-lungs-8700882 (dostęp: 25.04.2026).
2. Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., Maisuria, V. B., Tufenkji, N. (2019). Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental Science & Technology*, *53*(21), 12300-12310. https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540
3. Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, *163*, 107199 https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199
4. Nocoń, W., Moraczewska-Majkut, K., Wiśniewska, E. (2018). Mikroplastik w wodzie: Stopień zanieczyszczenia i zagrożenia związane z obecnością tych mikrozanieczyszczeń. *Technologia wody, 4*(60), 24-29.
5. Ragusa, A., Notarstefano, V., Svelato, A., Belloni, A., Gioacchini, G., Blondeel, C., Zucchelli, E., De Luca, S., D'Avino, S., Gulotta, A., Carnevali, O., Giorgini, E. (2022). Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. *Polymers, 14*(13), 2700. https://doi.org/10.3390/polym14132700
6. Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, C. A. M., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International, 146*, 106274. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274
7. Rillig, M. C., Ziersch, L., Hempel, S. (2017). Microplastic transport in soil by earthworms. *Scientific Reports, 7*, 1362. https://doi.org/10.1038/s41598-017-01594-7
8. ScienceDaily. (2024). *Microplastics found in every human placenta tested*. University of New Mexico Health Sciences Center. Pobrane z: https://www.sciencedaily.com/releases/2024/02/240220144335.htm (dostęp: 25.04.2025).
9. World Wide Fund for Nature. (2019). *No plastic in nature: Assessing plastic ingestion from nature to people*. Pobrane z: https://media.wwf.no/assets/attachments/PLASTIC-IGESTION-WEB-SPRDS.pdf (dostęp: 25.04.2025).
10. Zajączkowska, A., Bortniak, M. (2025). Zanieczyszczenie gleb mikroplastikami i jego skutki dla roślin. *Progress in Plant Protection*, *65*, 15-23. http://doi.org/10.14199/ppp-2025-003