



KOLUMNĘ DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW  
WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA  
I GOSPODARKI WODNEJ W KATOWICACH

# ZANIECZYSZCZENIE GŁĘB MIKROPLASTIKAMI I JEGO SKUTKI DLA ROSLIN

**M**ikroplastik stał się jednym z najważniejszych współczesnych wyzwań ekologicznych, a jego wpływ na środowisko oraz organizmy żywe jest tematem rosnącego zainteresowania badaczy na całym świecie.

Termin „mikroplastik” odnosi się do drobnych cząstek tworzyw sztucznych o wielkości mniejszej niż 5 mm. Ich produkcję można podzielić na dwie kategorie: mikroplastik pierwotny (PMP), który obejmuje cząstki celowo produkowane, takie jak mikrogranulki w kosmetykach oraz mikroplastik wtórny (SMP), powstający z degradacji większych elementów plastikowych w wyniku działania czynników środowiskowych (promieniowanie UV, ścieranie mechaniczne aktywność biologiczna w glebie). Zanieczyszczenie mikroplastikami dotyczy zarówno wód oceanicznych i rzek, jak również gleby.

Jednym z kluczowych wyzwań związanych z tymi odpadami jest ich ograniczony recykling. Z około 368 milionów ton plastiku produkowanego rocznie, tylko 9% jest recyklingowane, a 12% spalane, co pozostawia około 79% plastiku jako odpady, które mogą trafić do środowiska. Ta ogromna ilość przyczynia się do zanieczyszczenia gleby, a w konsekwencji również wody i łańcucha pokarmowego.

Mikroplastiki mogą wpływać na strukturę gleby, zdrowie organizmów glebowych oraz produktywność upraw. Wzrost ich koncentracji w glebie prowadzi do zmniejszenia bioróżnorodności mikrobiologicznej, co negatywnie wpływa na zdolność gleby do zatrzymywania wody i składników odżywczych. Fragmentacja większych cząstek tworzyw sztucznych prowadzi do powstawania nanoplastików – cząstek o rozmiarach od 1 nm do 1 µm. Dzięki niewielkiemu rozmiarom i dużej powierzchni reaktywnej, nanoplastiki łatwo przenikają do tkanek roślinnych, co zwiększa ryzyko toksyczności przez przeniesienie szkodliwych substancji chemicznych. Wykorzystanie folii rolniczych i mulczów (czarna folia, agrowłóknina) przyczynia się do ich wprowadzania do gleby, co może mieć długoterminowe konsekwencje dla jakości gleby i zdrowia roślin.

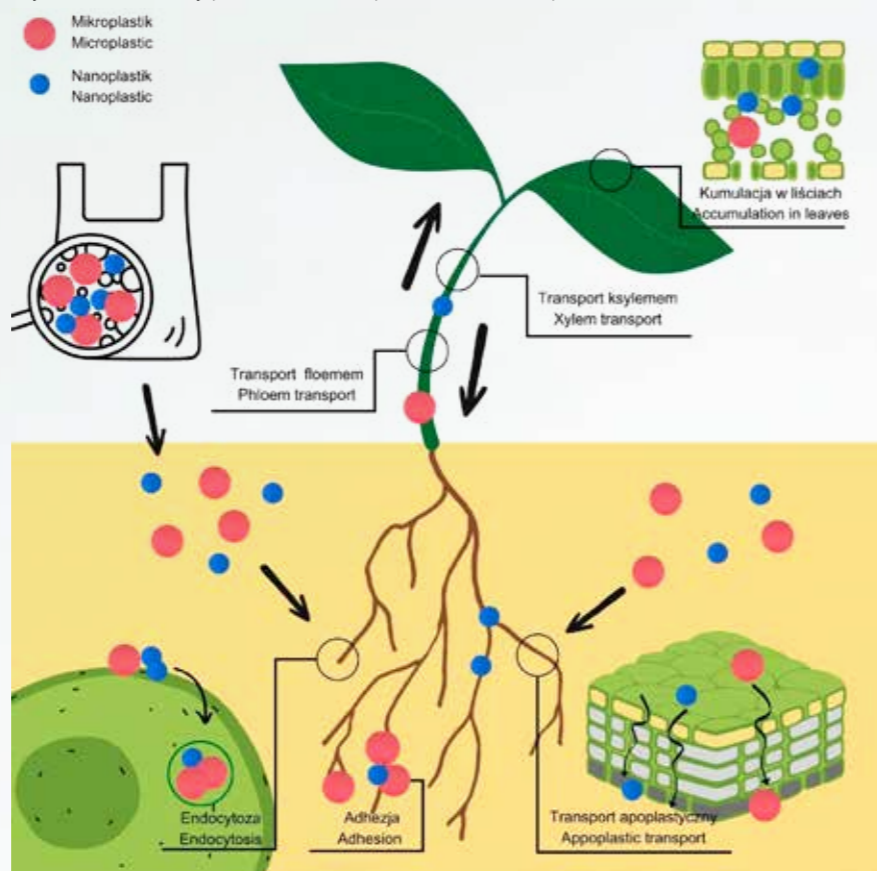
Mikroplastik obecny w glebie pochodzi głównie z polimerów, takich jak: polietylen (PE), polipropylen (PP), polistyren (PS), polichlorek winylu (PVC) i politereftalan etylenu (PET). Polietylen, powszechnie wykorzystywany w foliach rolniczych i opakowaniach, cechuje się odpornością na działanie chemikaliów i łatwo przemieszcza się w glebie. Polipropylen, używany w rolnictwie, degradowa się wolniej ze względu na wysoką odporność na promieniowanie UV. Polistyren z łatwością ulega fragmentacji, absorbując toksyny, natomiast PVC może przetrwać w glebie przez długi czas. Politereftalan etylenu, stosowany w produkcji butelek i tkanin, wykazuje zdolność do przyciągania metali ciężkich i innych zanieczyszczeń. Plastikowe mikrokapsułki

w pestycydach, niewłaściwe zarządzanie odpadami rolniczymi, fragmentacja folii do mulczowania czy elementów maszyn rolniczych stanowią dodatkowe źródła tych zanieczyszczeń.

## POBIERANIE I TRANSPORT MIKROPLASTIKU I NANOPLASTIKU (MNP) PRZEZ ROŚLINY

Pobieranie, przemieszczanie i akumulacja zanieczyszczeń różnią się w zależności od gatunku rośliny, co wynika z ich odmiennych cech anatomicznych i fizjologicznych. Do kluczowych cech wpływających na zdolność roślin do absorpcji zanieczyszczeń należą m.in. właściwości korzeni, tempa wzrostu, transpiracji, zawartości wody i lipidów. Mechanizmy pobierania mikro- i nanoplastików przez

Rys. 1. Mechanizmy pobierania i transportu mikro- i nanoplastiku w roślinach



Źródło: Zajączkowska A., Bortniak M., Zanieczyszczenie gleb mikroplastikami i jego skutki dla roślin, Progress in plant protection 65 (1): 15-23

rośliny zostały dobrze zbadane w ostatnich latach (rys. 1). Badania wykazały, że różnorodność właściwości powierzchniowych (takich jak ładunek elektryczny) odgrywa istotną rolę w procesie ich pobierania. Wykazano, że **rośliny są zdolne do pobierania nanoplastików, a toksyczność tych cząstek zależy od ich właściwości chemicznych**. Różne rodzaje nanoplastików, takie jak PS-SO<sub>3</sub>H – polistyren z doczepionymi grupami kwasu sulfonowego (o ujemnym ładunku) i PS-NH<sub>2</sub> – polistyren z doczepionymi grupami aminowymi (o dodatnim ładunku), różnią się sposobem wnikania do komórek. PS-SO<sub>3</sub>H był pobierany efektywniej, podczas gdy PS-NH<sub>2</sub> agregował, co ograniczało jego wnikanie, ale jednocześnie wywoływało silniejszą reakcję stresową w roślinie.

Salata i kukurydza wykazywały silniejszą reakcję na obecność mikroplastików niż rzodkiew i pszenica, co sugeruje różnorodność w odpowiedzi poszczególnych gatunków roślin na mikroplastiki. Reakcja ta przejawiała się m.in. znacznym spadkiem wskaźnika kiełkowania i suchej masy korzeni, a także zwiększoną aktywnością enzymów antyoksydacyjnych. Dodatkowo, u tych gatunków zaobserwowano deformacje stref elongacyjnych korzeni (strefa odpowiedzialna za przyrost na długość) oraz spadek stosunku biomasy korzeni do pędów. Wskazuje to na większą wrażliwość na stres u salaty i kukurydzy wywołany obecnością mikroplastików w porównaniu do bardziej tolerancyjnych gatunków, takich jak rzodkiew i pszenica.

Transport mikro- i nanoplastików (MNP) w górę roślin jest procesem ściśle związanym z fizjologią roślin i dynamiką przepływu wody w tkankach przewodzących. Siła transpiracji odgrywa ważną rolę w przemieszczaniu MNP do nadziemnych części roślin. Proces ten napędzany jest różnicą potencjałów wody, co umożliwia podciąganie wody i rozpuszczonych cząstek, w tym mikro- i nanoplastików przez tkanki przewodzące. Badania wskazują, że większa szybkość transpiracji sprzyja pobieraniu i transportowi MNP w górę roślin.

## TOKSYCZNOŚĆ MNP DLA ROŚLIN

Toksyczność MNP dla roślin wynika z ich zdolności do zakłócania procesów fizjologicznych komórek. Te niewielkie cząstki mogą wnikać w struktury roślinne, zakłócać pobieranie wody i składników odżywczych, a także wpływać na rozwój korzeni, łodyg i liści. Dowiedziono, że mikroplastiki w glebie zwiększają akumulację metali ciężkich – miedzi i ołowiu. Zawartość metali w roślinach była wyraźnie wyższa w glebie skażonej zarówno

mikroplastikami, jak i metalami ciężkimi, co wskazuje na ułatwione przenikanie metali do tkanek roślinnych.

Badania podkreślają, że mikro i nanoplastiki w roślinach aktywują mechanizmy obronne, wpływają na metabolizm, powodują skrócenie głównych korzeni i zdrewnienie korzeni, zakłócają pobieranie składników odżywczych poprzez zatykanie porów ścian komórkowych, hamują wzrost roślin a nawet zaprogramowaną śmierć komórek korzeniowych.

Zarówno mikroplastiki, jak i nanoplastiki mogą mieć różnorodne negatywne skutki dla roślin. Dzięki swoim mniejszym rozmiarom, nanoplastiki są szczególnie niebezpieczne, ponieważ łatwiej przenikają do struktur roślinnych, zakłócając ich podstawowe procesy fizjologiczne, takie jak fotosyntezę, transport wody i składników odżywczych oraz wzrost. Wpływ nanoplastików, zależny od ładunku powierzchniowego, dodatkowo podkreśla ich potencjalne ryzyko dla zdrowia publicznego i stabilności ekosystemów, zwłaszcza w kontekście roślin uprawnych.

## ZAGROŻENIE DLA ZDROWIA I JAKOŚCI ŻYWIŃCJI

Mikroplastiki wykryto w wielu produktach spożywczych, takich jak herbata, miód, piwo, mięso drobiowe, rośliny, w tym owoce i warzywa czy woda pitna. Cząsteczki o rozmiarach 0,2-2 µm są w stanie przenikać do korzeni roślin, takich jak pszenica i salata, a następnie docierać do ich jadalnych części. Badania sugerują, że mikroplastiki, w szczególności nanoplastiki, mogą akumulować się w tkankach roślinnych, w tym w łodygach, liściach i owocach, prowadząc do zmniejszonych plonów i niedoborów odżywczych. Nanocząsteczki plastiku mogą przenikać do nasion i owoców, a następnie trafić do organizmu człowieka wraz z pożywieniem. Mikroplastiki w glebie mogą także działać jako nośniki toksycznych zanieczyszczeń – metali ciężkich, wielopierścieniowych węglodorodów aromatycznych czy antybiotyków – co wpływa na jakość upraw i zdrowie zwierząt oraz ludzi. Ich obecność w glebie rolniczej może z czasem prowadzić do spadku jakości i wartości odżywczej plonów, a tym samym do zjawiska „ukrytego głodu”, zagrażającego nawet dobrze rozwiniętym krajom.

Z badań wynika, że **mikroplastiki mogą kumulować się w jelitach, powodując lokalne stany zapalne, zaburzenia endokrynologiczne oraz wpływać na skład i różnorodność mikrobiomu jelitowego**. Mogą przekraczać barierę jelitową, trafiając do układu krążenia, a stamtąd do na-

ządów wewnętrznych – wątroby i śledziony. **Substancje chemiczne obecne w plastiku, m.in. bisfenole i ftalany, mają udokumentowany wpływ na zaburzenia hormonalne, co może prowadzić do poważnych problemów zdrowotnych, takich jak cukrzyca, nowotwory i otyłość.**

## WYZWANIA ZWIĄZANE Z ZANIECZYSZCZENIEM GŁĘB ROLNICZYCH MIKROPLASTIKAMI

Niestety wciąż brakuje skutecznych strategii zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń mikroplastikami w agroekosystemach. Na poziomie globalnym wprowadzono już pewne kroki prawne w celu ograniczenia zanieczyszczenia mikroplastikami. Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych (UNEP) zainicjował eliminację mikroplastików z kosmetyków. Komisja Europejska uznała ten problem za jeden z kluczowych obszarów wymagających rozwiązania. Z kolei Chiny wprowadziły „Zarządzenie o ograniczeniu stosowania plastiku” oraz nowe regulacje dotyczące kontroli zanieczyszczeń plastikowych.

Na poziomie społecznym konieczna jest większa świadomość problemu mikroplastików. Kampanie informacyjne promujące redukcję użycia plastiku i recykling mogą prowadzić do zmiany nawyków, co w dłuższej perspektywie przyczyni się do ograniczenia mikroplastików w środowisku.

**Segregacja odpadów jest kluczowym krokiem w procesie recyklingu**, który minimalizuje wpływ plastiku na agroekosystemy. Odpowiednie strategie pozwalają przekształcać odpady w cenne surowce, co zmniejsza zanieczyszczenie środowiska. Aby zwiększyć wskaźniki recyklingu, **konieczne jest stworzenie zintegrowanego łańcucha przemysłowego, który wspiera ponowne wykorzystanie odpadów i sprzyja zrównoważonemu rozwojowi oraz ochronie środowiska.**

TOMASZ MOTYKA  
Dział Rolnictwa Ekologicznego  
i Ochrony Środowiska

Źródło:  
Zajączkowska A., Bortniak M.,  
Zanieczyszczenie gleb mikroplastikami  
i jego skutki dla roślin,  
Progress in plant protection 65 (1):  
15-23, 2025 eISSN 2084-4883, DOI:  
10.14199/ppp-2025-003 Published  
online: 05.02.2025

ZA TREŚCI ZAWARTE W PUBLIKACJI  
DOFINANSOWANEJ ZE ŚRODKÓW WFOŚiGW  
W KATOWICACH ODPOWIEDZIALNOŚĆ  
PONOSI REDAKCJA.



KOLUMNĘ DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW  
WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA  
I GOSPODARKI WODNEJ W KATOWICACH