

Białystok, 21-24 czerwca 2026

II KONFERENCJA NAUKOWA

INNOWACJE W INŻYNIERII EKOLOGICZNEJ

środowisko, zdrowie człowieka i technologie



KSIAŻKA ABSTRAKTÓW

ORGANIZATORZY:

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA
UNIwersytet w BIAŁYMSTOKU
UNIwersytet MEDYCZNY w BIAŁYMSTOKU

POLSKIE TOWARZYSTWO INŻYNIERII EKOLOGICZNEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO HYDROBIOLOGICZNE
POLSKIE TOWARZYSTWO INŻYNIERII ROLNICZEJ
URZĄD MIEJSKI W TYKOCINIE
IZBA PRZEMYSŁOWO-HANDLOWA W BIAŁYMSTOKU

PARTNER STRATEGICZNY

Patronat medialny



Komitet
Inżynierii Środowiska

Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wzrasta



Sponsorzy



Dobra energia
w Twojej inwestycji



Spis treści

Analiza mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w przestrzeni pasażerskiej samochodów osobowych	7
<i>Anna Andracka, Marzanna Andracka, Eliza Hawrylik,.....</i>	<i>7</i>
Kinetyka reakcji odorantów z utleniaczami atmosfery jako parametr w ocenie oddziaływania zapachowego	8
<i>Radosław Barczak,</i>	<i>8</i>
Farmaceutyki stosowane w akwakulturze- główne kategorie, uzasadnienie stosowania oraz wpływ na środowisko, bezpieczeństwo żywności i zdrowie publiczne.	9
<i>Sylvia Bielas, Anna Grobelak, Adam Cudowski</i>	<i>9</i>
Oczyszczanie wody ze związków endokrynnie czynnych z wykorzystaniem AOP i ozonowania	10
<i>Marta Iwona Bolińska, Janina Piekutin, Urszula Kotowska</i>	<i>10</i>
Nanokompozyty g-C₃N₄(r)GO w zaawansowanych procesach utleniania wykorzystywanych do oczyszczania ścieków z mikrozanieczyszczeń	11
<i>Klaudia Calus-Makowska, Konstancja Badowska, Anna Grobelak.....</i>	<i>11</i>
Monitoring pierwiastków promieniotwórczych w glebach wybranych dolin rzecznych Podkarpacia	12
<i>Patrycja Domaradzka, Stanisław Ryzner, Izabela Piotrowska, Rafał Hakalla, Iwona Makuch-Pietraś,</i>	<i>12</i>
Oddziaływanie polistyrenu na jednokomórkowe zielenice <i>Scenedesmus quadricauda</i>.....	13
<i>Alicja Faszczewska, Alicja Piotrowska-Niczyporuk, Martyna Mańk, Joanna Karpińska</i>	<i>13</i>
Wpływ cyprodinilu, iprodionu i boskalidu na aktywność acetylocholinoesteraz w wybranych próbkach biologicznych	15
<i>Maciej Gil, Jakub Łapicz, Agata Jabłońska-Trypuć, Jorge Estévez.....</i>	<i>15</i>
Analiza stanu sanitarnego wody podziemnej ze studni kopanych na terenie powiatu suwalskiego	16
<i>Kinga Giełażewska, Eliza Hawrylik, Marzanna Andracka</i>	<i>16</i>

Zmiana wybranych właściwości gleby pod uprawą miscanta cukrowego w warunkach zróżnicowanego nawożenia	17
<i>Aleksandra Głowacka.....</i>	<i>17</i>
Dobór rozwiązań materiałowych przegród budynku w kontekście wpływu na środowisko wyrażonego śladem węglowym	18
<i>Ewa Gobcewicz, dr inż. Beata Sadowska, Piotr Bieranowski, Adam Cudowski .</i>	<i>18</i>
Technologia zimnej plazmy w czwartym stopniu oczyszczania ścieków- Wpływ ścieków oczyszczonych metodą CAP na mikrobiom glebowy i potencjał ich ponownego wykorzystania w rolnictwie.....	19
<i>Anna Grobelak, Aleksandra Wypart-Pawul, Wiktoria Noszczyk.....</i>	<i>19</i>
Analiza porównawcza wybranych metod redukcji mikotoksyn w ziarnie kukurydzy / Comparative analysis of selected methods for reducing mycotoxins in maize grain	20
<i>Izabela Hrynko, Bożena Łozowicka, Piotr Kaczyński, Piotr Iwaniuk, Zenon Czenstkowski</i>	<i>20</i>
Lignin-Based Antioxidants: A Green Solution for Biodiesel Stability	21
<i>Ayodeji Raphael Ige, Grażyna Łaska</i>	<i>21</i>
Zagospodarowanie biocharu z osadów ściekowych i kruszywa z recyklingu w betonach	22
<i>Katarzyna Kalinowska-Wichrowska, Marta Kosior-Kazberuk, Krzysztof Falkowski</i>	<i>22</i>
Ocena właściwości fizykochemicznych nasion kilku gatunków owoców jagodowych odzyskanych z wytlóków i ich potencjalne zastosowania w przemyśle spożywczym i kosmetycznym	23
<i>Anna Kiełtyka-Dadasiewicz, Małgorzata Stryjecka, Aleksandra Głowacka, Živilė Tarasevičienė, Agata Jabłońska-Trypuć</i>	<i>23</i>
Wykorzystanie odpadów z przetwórstwa warzyw do produkcji granulatu paszowego	24
<i>Michał Klejno, Hubert Nowicki, Weronika Martyna Kempista, Kacper Dąbrowski, Hubert Karczewski, Kinga Koziak, Karol Obidziński, Małgorzata Kowczyk-Sadowy, Aneta Sienkiewicz, Małgorzata Krasowska, Iwona Piekutowska.....</i>	<i>24</i>
Zróżnicowanie gatunkowe i ilościowe mykoplanktonu w zasolonych wodach potamicznych północnej Polski	25

<i>Jakub Korpacz, Adam Cudowski, Adam Więcko, Magdalena Świsłocka, Agata Jabłońska-Trypuć,.....</i>	25
Struktura klonalna i lekowrażliwość pałeczek Enterobacterales wytwarzających β-laktamazy o rozszerzonym spektrum substratowym, izolowanych ze ścieków oczyszczalni miejskiej	26
<i>Michał Korytkowski, Aneta Łuczkiewicz, Jan Cz. Dobrowolski, Ewa Kotlarska, Anna Baraniak.....</i>	26
Innowacja w inżynierii ekologicznej w kontekście zmian w kierunku zielonej transformacji.....	27
<i>Joanna Kostecka</i>	27
Ocena zainteresowania partycypacją w obszarze segregacji odpadów w kontekście zasad gospodarki cyrkularnej	28
<i>Joanna Kostecka, Paweł Łuka, Renata Szura, Grzegorz Pączka, Anna Mazur-Pączka, Mariola Garczyńska</i>	28
Skuteczność systemów sedimentacyjno-filtracyjnych w zakresie oczyszczania wody deszczowej.....	29
<i>Hubert Krzyszkowski, Stina Nagavci, Patrycja Chamczak, Tomasz Jurczak, Paweł Jarosiewicz</i>	29
Zintegrowane podejście do oceny i remediacji gleb obciążonych zanieczyszczeniami antropogenicznymi	30
<i>Anna Kuczabska, Dariusz Boruszko,.....</i>	30
Czy istnieją sezonowe preferencje okrzemek?.....	31
<i>¹Wanessa Lewandowicz, Magdalena Grabowska, Katarzyna Puczek, Adam Więcko.....</i>	31
Strategia zarządzania odpadami dużych miast – perspektywy i wyzwania / Waste management strategy for large cities – prospects and challenges.....	32
<i>Stanisław Luniewski</i>	32
PSZOK szansa czy konieczność w osiągnięciu wymaganych poziomów odzysku i recyklingu odpadów na przykładzie wybranego obszaru administracyjnego	33
<i>Małuszyńska I., Małuszyński M.J., Wojs M. A, Stachyra M., Przybyłowski J.</i>	33
Wdrażanie rozwiązań z zakresu zrównoważonego rozwoju w firmie z sektora e-commerce z wykorzystaniem modelu Digital Business Model Canvas (BMC) na przykładzie InPost Sp. z o.o.	35
<i>Jakub Adam Małuszyński, Ilona Małuszyńska, Marcin Józef Małuszyński</i>	35

Wpływ turystyki i rekreacji na stan zanieczyszczenia gleb i roślin terenów przybrzeżnych Jeziora Wigry.....	36
<i>Małuszyński Marcin J., Pawлуśkiewicz Bogumiła, Małuszyńska Ilona, Ambrosiewicz Maciej, Gruszczyńska Joanna, Grzegorzółka Beata, Monika Kowalska -Górska.....</i>	
	36
Comparison study of the toxicity of acetaminophen and its biodegradation metabolite - 4-methoxyphenol as soil and water micropollutants.....	38
<i>Marzena Matejczyk, Andrzej Kaźmierczak, Piotr Ofman, Józefa Wiater, Krzysztof Kurek, Edyta Juszczuk-Kubiak, Grażyna Łaska, Paweł Kondzior, Ruslan Oblap, Ewelina Omelianowicz.....</i>	
	38
Makrofity zanurzone jako pułapki mikroplastiku w nizinnej rzece i ich potencjał bioremediacyjny	40
<i>Karolina Mierzyńska, Piotr Zieliński</i>	
	40
Od wytlóków do ekoskóry – nowe życie odpadów owocowych	41
<i>Hubert Nowicki, Michał Klejno, Weronika Martyna Kempista, Kacper Dąbrowski, Hubert Karczewski, Kinga Koziak, Małgorzata Kowczyk-Sadowy, Aneta Sienkiewicz, Małgorzata Krasowska</i>	
	41
Zastosowanie reaktora AMPR do efektywnego wprowadzania modyfikatora w procesie spalania pyłu węglowego.....	42
<i>Marek Ochowiak, Zdzisław Bielecki, Andżelika Krupińska, Sylwia Włodarczyk.....</i>	
	42
Projektowanie nośników liposomowych kurkuminy z wykorzystaniem fosfolipidów anionowych	43
<i>Agnieszka Owerczuk, Joanna Kotyńska, Monika Naumowicz.....</i>	
	43
Wpływ ruchu ulicznego na zawartość rtęci w odpadach zielonych z trawników ulicznych	44
<i>Bogumiła Pawлуśkiewicz, Ilona Małuszyńska, Marcin J. Małuszyński, Tomasz Gnatowski.....</i>	
	44
Wpływ wartości stężeń związków węgla w wodach powierzchniowych na zamieranie drzewostanów olchowych/ The impact of carbon compound concentrations in surface waters on the decline of alder stands	45
<i>Monika Puchlik, Konrad Wilamowski.....</i>	
	45
Czynniki środowiskowe jako determinanty skuteczności probiotyków w kształtowaniu mikrobiomu jelitowego/ Environmental factors as determinants of the effectiveness of probiotics in shaping the gut microbiome	46
<i>Emilia Ramatowska, Elżbieta Wolejko</i>	
	46

Odzysk wody z zużytych chłodziw maszynowych metodą elektrokoagulacji ...	47
<i>Maciej Jan Siedlecki, Dariusz Boruszko</i>	<i>47</i>
Wpływ procesu granulacji na profil i stabilność cytokinin w odpadowych materiałach roślinnych i osadach ściekowych w kontekście ich zastosowania nawozowego	48
<i>Aneta Sienkiewicz, Małgorzata Kowczyk-Sadowy, Marzena Smolewska, Paweł Cwalina, Sławomir Obidziński, Małgorzata Krasowska, Jolanta Piekut, Alicja Piotrowska-Niczyporuk, Andrzej Bajguz.....</i>	<i>48</i>
Analiza wieloetapowego systemu oczyszczania ścieków kawowych w aspekcie usuwania zanieczyszczeń i odzysku wody	49
<i>Angelika Skorupa, Mariusz Kowalczyk, Małgorzata Worwąg</i>	<i>49</i>
Enhancing biodegradability of orange waste using different pre-treatment strategies	50
<i>Aleksandra Szaja, Agnieszka Montusiewicz, Sylwia Pasieczna-Patkowska, Izabela Bartkowska, Magdalena Lebiocka, Rafał Panek</i>	<i>50</i>
Kompost jako źródło bakterii zdolnych do biodegradacji polietylenu	51
<i>Elżbieta Szczyrba, Agnieszka Gąszczak, Tetiana Pokynbroda, Nataliia Koretska, Anna Gancarczyk</i>	<i>51</i>
Występowanie farmaceutyków w oczyszczonych ściekach komunalnych i sposób ich eliminacji.....	52
<i>Kazimierz Szymański, Jacek Piekarski, Robert Sidelko, Beata Janowska.....</i>	<i>52</i>
Środki kontrastowe jako mikrozanieczyszczenia: Analiza wpływu związków gadolinu na glony <i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	53
<i>Marlena Tomczuk, Andrzej Bajguz.....</i>	<i>53</i>
Zastosowanie paneli PV a emisja zanieczyszczeń w budynku jednorodzinnym – studium przypadku	54
<i>Anna Justyna Werner-Juszczuk,.....</i>	<i>54</i>
Usuwanie mikrozanieczyszczeń z odcieków składowiskowych w procesie utleniania wspomaganego pylistym węglem aktywnym: analizy fizykochemiczne i testy cytotoksyczności	55
<i>Maria Włodarczyk-Makula, Agata Jabłońska-Trypuć, Józefa Wiater, Elżbieta Wolejko, Urszula Wydro, Marzena Ewa Smolewska, Rafał Krętowski, Dawid Szutko, Marcin Makula.....</i>	<i>55</i>
Nieinwazyjne metody rekultywacji wód powierzchniowych	57

<i>Barbara Wojtasik, Jan Wojtasik.....</i>	<i>57</i>
Pobieranie imidaklopyrydu przez rzepak i jego wpływ na ekosystem glebowy .	59
<i>Urszula Wydro, Elżbieta Wołejko, Agata Jabłońska-Trypuć, Józefa Wiater, Marzena Smolewska.....</i>	<i>59</i>
Obecność mikroplastiku i związanego z nim biofilmu bakteryjnego w rzece Krzna z uwzględnieniem oczyszczalni ścieków w Łukowie	60
<i>Piotr Zieliński, Julia Lecyk, Justyna Drewnowska, Krystyna Kobierska</i>	<i>60</i>

Analiza mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w przestrzeni pasażerskiej samochodów osobowych

Anna Andraka¹, Marzanna Andraka², Eliza Hawrylik²,

¹ studentka kierunku Informatyka, Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,

² Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,
e.hawrylik@pb.edu.pl

W niniejszej pracy podjęto aktualny problem jakości powietrza wewnątrz pojazdów, które stanowią specyficzne mikrośrodowisko narażone na kumulację bioaerozoli. Celem przeprowadzonych badań była ilościowa i jakościowa ocena zanieczyszczenia mikrobiologicznego (bakterii oraz grzybów pleśniowych) w przestrzeni pasażerskiej samochodów osobowych o zróżnicowanych parametrach eksploatacyjnych. Materiał badawczy pobrano z 12 losowo wybranych pojazdów, z zastosowaniem dwóch metod: zderzeniowej oraz sedymentacyjnej. Badania zrealizowano w dwóch seriach pomiarowych, uwzględniających zmienność sezonową w okresach: wiosna/lato oraz jesień/zima. Przeprowadzone analizy wykazały obecność zróżnicowanej mikroflory bakteryjnej i grzybowej we wszystkich badanych pojazdach, wśród których część stanowią potencjalne patogeny i alergen. Sformułowane wnioski wskazują, że wnętrza samochodów mogą stanowić środowisko sprzyjające kumulacji bioaerozoli zagrażających zdrowiu pasażerów, ze szczególnym uwzględnieniem osób z alergiami układu oddechowego. Uzyskane wyniki dowodzą konieczności regularnej sanitizacji przestrzeni pasażerskiej niezależnie od pory roku..

Słowa kluczowe: jakość mikrobiologiczna powietrza, samochody osobowe, bakterie wskaźnikowe, grzyby

Badania przeprowadzono w ramach pracy zespołowej nr WZ/WB-IIŚ/5/2025 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji badawczej przekazanej przez MEiN

Kinetyka reakcji odorantów z utleniaczami atmosfery jako parametr w ocenie oddziaływania zapachowego

Radosław Barczak,

Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, ul., Pasteura 1, 02-093 Warszawa

rbarczak@chem.uw.edu.pl

Antropogeniczne źródła odorów składają się z szerokiej gamy odorantów, które odgrywają kluczową rolę w jakości powietrza, zdrowiu ludzi, a nawet zmianie klimatu. Uzyskanie wiedzy na temat składu i zachowania się odorantów w atmosferze ma kluczowe znaczenie dla rozwiązywania problemów związanych z uciążliwościami zapachowymi. Oprócz procesów fizycznych, takich jak np. dyspersja oraz mokra i sucha depozycja, procesy chemiczne, jak np. utlenianie w fazie gazowej, inicjowane przez reakcje z cząsteczkami, jak np.: rodniki OH i NO₃, O₃ i Cl są głównym mechanizmem napędzającym zmiany lotnych molekuł. Ponadto, reakcje lotnych molekuł z utleniaczami atmosfery skutkują powstawaniem szerokiej gamy produktów utleniania, w tym wtórnych aerozoli organicznych i ozonu troposferycznego. Czas życia odorantów zmienia się w zależności od stężenia utleniaczy w atmosferze, które to jest zmienne w zależności od pory dnia. Parametry opisujące kinetykę reakcji, stałe szybkości reakcji, np. k_{OH} i k_{NO_3} , mogą mieć znaczenie w określaniu zasięgu emisji w ocenie oddziaływania zapachowego. Utlenianie w fazie gazowej przez rodniki OH jest stosunkowo dobrze poznane, jednakże istnieją znaczne luki w wiedzy, szczególnie w odniesieniu do nocnego utleniania odorantów przez rodniki NO₃. Ponadto, żaden z obecnie wykorzystywanych modeli dyspersji zanieczyszczeń powietrza odorami nie uwzględnia procesów degradacji chemicznej poszczególnych odorantów.

Słowa kluczowe: odoranty, odory, ocena oddziaływania na środowisko, oczyszczalnie ścieków, emisje

Farmaceutyki stosowane w akwakulturze- główne kategorie, uzasadnienie stosowania oraz wpływ na środowisko, bezpieczeństwo żywności i zdrowie publiczne.

Sylvia Bielas¹, Anna Grobelak¹, Adam Cudowski²

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, ul. J.H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa

e-mail: sylvia.bielas@pcz.pl, anna.grobelak@pcz.pl

² Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Ekologii Wód ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

e-mail: cudad@uwb.edu.pl

Intensyfikacja światowej produkcji akwakultury, realizowana w różnorodnych technologiach (od systemów otwartych po wysoce kontrolowane zamknięte obiegi recyrkulacyjne - RAS) wiąże się z koniecznością stosowania substancji chemicznych w celu zapewnienia dobrostanu zwierząt i utrzymania opłacalności hodowli. Niniejsza praca stanowi kompleksowy przegląd najczęściej stosowanych grup farmaceutyków, do których należą antybiotyki, środki przeciwwgrzybicze i dezynfekujące, anestetyki minimalizujące stres podczas manipulacji, a także hormony, regulatory rozrodu oraz szczepionki. Wybór drogi podania (m.in. iniekcje, kąpiele lecznicze, podawanie leków wraz z paszą) jest ściśle uzależniony od specyfiki preparatu, etapu rozwoju organizmu oraz ograniczeń samego systemu produkcji. Mimo niepodważalnych korzyści hodowlanych, aplikacja tych substancji generuje poważne ryzyko ekologiczne. Farmaceutyki, emitowane do wód wraz z niezjedzoną paszą, odchodami i zrzutami poprodukcyjnymi, ulegają złożonym procesom dyspersji oraz sedimentacji, wykazując działanie ekotoksyczne na organizmy niedocelowe i zaburzając naturalny mikrobiom osadów dennych. Ponadto ich obecność w środowisku stwarza bezpośrednie zagrożenie dla bezpieczeństwa żywności i zdrowia publicznego. Nieprzestrzeganie okresów karencji grozi bioakumulacją pozostałości leków w jadalnych tkankach ryb, natomiast chroniczna presja substancji przeciwdrobnoustrojowych uwalnianych do wód drastycznie przyspiesza rozwój i rozprzestrzenianie genów lekooporności.

Oczyszczanie wody ze związków endokrynnie czynnych z wykorzystaniem AOP i ozonowania

Marta Iwona Bolińska¹, Janina Piekutin¹, Urszula Kotowska²

¹Katedra Technologii w Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,

²Katedra Chemii Analitycznej i Nieorganicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K.Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

marta.bolinska@sd.pb.edu.pl

Zanieczyszczenia organiczne, w tym związki endokrynnie czynne, stanowią pogłębiający się problem wód powierzchniowych. Jako tzw. *emerging pollutant*, ich zawartość w środowisku wodnym zwiększa się z dnia na dzień, również dlatego, iż wiele z tych związków jest opornych na tradycyjne metody oczyszczania wody. Zjawisko to ma tym istotniejsze znaczenie przy koncentratkach powstających po wykorzystaniu metod membranowych do oczyszczania wody, z uwagi na coraz większą popularyzację metod takich jak odwrócona osmoza i nanofiltracja. Z tego powodu, podjęte zostały badania nad oczyszczaniem retentatu z wykorzystaniem zaawansowanych metod chemicznych AOP oraz ozonu. Przeprowadzone analizy wykazały dużą efektywność w redukcji zanieczyszczeń, co może mieć realne przełożenie na zastosowanie i aspekty technologiczne w wielu przedsiębiorstwach wodociągowych.

Słowa kluczowe: nanofiltracja, odwrócona osmoza, retentat, ozon

Projekt został sfinansowany z subwencji badawczej Politechniki Białostockiej „Projekt doktorski” (Nr: WI/WB-IIŚ/19/2025).

Nanokompozyty g-C₃N₄/(r)GO w zaawansowanych procesach utleniania wykorzystywanych do oczyszczania ścieków z mikrozanieczyszczeń

Klaudia Całus-Makowska, Konstancja Badowska, Anna Grobelak
Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska,
ul. J. H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa
e-mail: k.calus-makowska@pcz.pl

Nanokompozyty oparte na azotku węgla grafitowego (g-C₃N₄) w połączeniu z grafenowym tlenkiem zredukowanym (rGO) lub tlenkiem grafenu (GO) stanowią obiecującą grupę materiałów fotokatalitycznych stosowanych w zaawansowanych procesach utleniania (AOP). Niniejsza praca przedstawia przegląd aktualnego stanu wiedzy na temat syntezy, właściwości fizykochemicznych oraz efektywności fotokatalitycznej nanokompozytów g-C₃N₄/(r)GO w zastosowaniach środowiskowych, ze szczególnym uwzględnieniem oczyszczania ścieków z mikrozanieczyszczeń.

Omówiono mechanizmy synergistycznego działania obu komponentów, w tym rozszerzenie absorpcji promieniowania na zakres widzialny, efektywny transfer ładunku elektrycznego oraz redukcję rekombinacji par elektron–dziura. Przedstawiono również najważniejsze metody syntezy nanokompozytów (m.in. kalcynacja *in situ*, metoda hydrotermalna, sonikacja) oraz techniki ich charakteryzacji fizykochemicznej.

Na podstawie analizy literatury wykazano, że nanokompozyty g-C₃N₄/(r)GO wykazują znacząco wyższą aktywność fotokatalityczną w porównaniu z czystym g-C₃N₄, szczególnie w procesach degradacji farmaceutyków, barwników syntetycznych oraz endokrynnych substancji zaburzających. Praca wskazuje kierunki dalszych badań, obejmujące optymalizację składu kompozytów, skalowalność procesów oraz ocenę trwałości materiałów w warunkach rzeczywistych ścieków przemysłowych i komunalnych.

Słowa kluczowe: fotokataliza, mikrozanieczyszczenia, zaawansowane procesy utleniania, grafen, g-C₃N₄

Badania naukowe zostały sfinansowane z subwencji statutowej Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej oraz ze środków Fundacji ORLEN im Ignacego Łukasiewicza.

Monitoring pierwiastków promieniotwórczych w glebach wybranych dolin rzecznych Podkarpacia

Patrycja Domaradzka¹, Stanisław Ryzner², Izabela Piotrowska², Rafał Hakalla²,
Iwona Makuch-Pietraś¹,

¹Katedra Ochrony Przyrody i Ekologii Krajobrazu, ul. Zelwerowicza 4, 35-601
Rzeszów, Uniwersytet Rzeszowski, ²Laboratorium Spektroskopii Materiałów, ul.
Pigonia 1, 35-310 Rzeszów, Uniwersytet Rzeszowski,
imakuch@ur.edu.pl

Celem pracy był monitoring aktywności wybranych izotopów w glebach z koryt rzek w odniesieniu do terenów, gdzie rzeka może wylewać oraz obszarów bez możliwości osadzania materiału niesionego przez rzekę. Do badań zostały wytypowane trzy doliny rzeczne z regionu Podkarpacia (San, Wisłok i Wisłoka). Wytypowano po trzy miejsca dla każdej z rzek: w pobliżu miasta oraz miejscowości przed i za miastem. W każdym pobrano po dwie próbki gleb: bezpośrednio z koryta rzeki, gdzie następowało naniesienie materiału, oraz z terenów zielonych w dolinie rzeki oraz kontrolnie z terenów leśnym w znacznym oddaleniu. W pobranym materiale glebowym wykonano analizy fizykochemiczne (skład granulometryczny, pH gleby, zawartość Corg, kwasowość hydrolityczną oraz sumę kationów zasadowych), stosując standardowe procedury gleboznawcze. Oznaczono wybrane izotopy: potas (^{40}K), cez (^{137}Cs), uran (^{235}U) oraz izotop bizmutu (^{214}Bi) będący wskaźnikiem obecności uranu (^{238}U), poprzez pomiar emitowanego promieniowania gamma. Do tego celu wykorzystano detektor germanowy HPGe typu XTRa firmy Canberra. Zastosowano test parametryczny ANOVA oraz nieparametryczny Kruskala-Wallisa, w celu określenia różnic między dolinami rzecznyymi czy też użytkowaniem. Stwierdzono istotne zróżnicowanie pomiędzy dolinami rzecznyymi dla aktywności izotopów ^{137}Cs oraz ^{238}U , szczególnie dla Wisłoki, co może wynikać z właściwości gleb tego terenu. Stwierdzono istotne różnice dla aktywności izotopu cezu potasu oraz ^{235}U pomiędzy stanowiskami o różnym użytkowaniu, zwłaszcza między terenami zielonymi a leśnymi. Aktywność izotopów w glebach z koryt był wyższa w stosunku do terenów zielonych.

Słowa kluczowe: radioaktywność, gleby, powódzie, użytkowanie terenu.

Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu „Regionalna inicjatywa doskonałości”. Umowa nr RID/SP/0010/2024/1

Oddziaływanie polistyrenu na jednokomórkowe zielonice *Scenedesmus quadricauda*

Alicja Faszczewska ^{a*}, Alicja Piotrowska-Niczyporuk ^b, Martyna Mańk ^c, Joanna Karpińska ^d

¹ Szkoła Doktorska Nauk Uniwersytetu w Białymstoku, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15- 245 Białystok

² Pracownia Biochemii Roślin, Katedra Biologii i Ekologii Roślin, Wydział Biologii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15- 245 Białystok

³ Wydział Biologii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15- 245 Białystok

⁴ Pracownia Chemii Środowiska, Katedra Chemii Analitycznej i Nieorganicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15- 245 Białystok

*adres e-mail autora do korespondencji: a.faszczewska@uwb.edu.pl

Rosnąca akumulacja mikroplastików w środowisku wodnym stanowi coraz większe zagrożenie dla producentów pierwotnych oraz stabilności ekosystemów. Mikroplastiki mogą oddziaływać na organizmy fotosyntetyzujące poprzez zaburzanie procesów metabolicznych, ograniczanie wzrostu oraz indukcję stresu oksydacyjnego. Ze względu na kluczową rolę mikroalg w produkcji biomasy i funkcjonowaniu sieci troficznych, poznanie mechanizmów ich odpowiedzi na obecność mikroplastików ma istotne znaczenie dla oceny skutków zanieczyszczenia środowiska wodnego. Polistyren (PS) należy do najczęściej występujących typów mikroplastików i charakteryzuje się wysoką trwałością oraz odpornością na degradację, co zwiększa jego zdolność do oddziaływania z mikroorganizmami wodnymi.

Celem pracy była ocena wpływu mikroplastików polistyrenowych na parametry fizjologiczne i biochemiczne jednokomórkowej zielonicy *Scenedesmus quadricauda*. Gatunek ten jest szeroko wykorzystywany w badaniach ekotoksykologicznych ze względu na wysoką wrażliwość na zmiany środowiskowe oraz szybkie tempo wzrostu.

Analizie poddano liczbę komórek, poziom peroksydacji lipidów oznaczany jako zawartość dialdehydu malonowego (MDA), stężenie nadtlenu wodoru, zawartość askorbinianu, aktywność enzymów antyoksydacyjnych oraz poziom barwników fotosyntetycznych.

Ekspozycja *Scenedesmus quadricauda* na mikroplastiki polistyrenowe prowadziła do indukcji stresu oksydacyjnego, co potwierdzono wzrostem stężenia nadtlenu wodoru oraz nasileniem peroksydacji lipidów. Zaobserwowano również zmiany aktywności

enzymów antyoksydacyjnych, zaburzenia w zawartości askorbinianu oraz modyfikacje składu barwników fotosyntetycznych.

Uzyskane wyniki wskazują, że mikroplastiki polistyrenowe negatywnie wpływają na kondycję fizjologiczną *Scenedesmus quadricauda*, aktywując mechanizmy odpowiedzi antyoksydacyjnej i wywołując stres oksydacyjny. Obserwowane reakcje potwierdzają przydatność jednokomórkowych zielenic jako bioindykatorów zanieczyszczenia środowiska mikroplastikami.

Słowa kluczowe: mikroplastiki, polistyren, stres oksydacyjny, odpowiedź antyoksydacyjna, zielenice

Badania realizowano w ramach grantu OPUS nr 2023/51/B/ST10/00157 pt. „Ocena użyteczności zaawansowanych metod utleniania (AOP) oraz fitoremediacji do usuwania mikroplastików z wód”.

Wpływ cyprodinilu, iprodionu i boskalidu na aktywność acetylocholinoesteraz w wybranych próbkach biologicznych

Maciej Gil¹, Jakub Łapicz¹, Agata Jabłońska-Trypuć¹, Jorge Estévez²

¹Katedra Chemii, Biologii i Biotechnologii, Politechnika Białostocka

²Unidad de Toxicología y Seguridad Química, Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández de Elche, 03202 Elche, Spain

Fungicydy stanowią jedną z najszerzej stosowanych grup środków ochrony roślin, jednak ich powszechne stosowanie budzi obawy dotyczące wpływu na organizmy niecelowe. Cholinoesterazy – enzymy odpowiedzialne za hydrolizę acetylocholiny i kluczowe markery biochemiczne ekspozycji na pestycydy – odgrywają zasadniczą rolę w prawidłowym funkcjonowaniu układu nerwowego. Pestycydy, przede wszystkim związki fosforoorganiczne i karbaminiany, mogą hamować aktywność tych enzymów, wywołując efekty neurotoksyczne. Coraz więcej badań wskazuje, że podobne działanie mogą wykazywać również fungicydy z innych klas chemicznych, takie jak cyprodinil, iprodion i boskalid. Inhibicja cholinoesteraz prowadzi do akumulacji acetylocholiny w szczelinie synaptycznej, skutkując zaburzeniami neurologicznymi, a w przypadku chronicznej ekspozycji – zwiększając ryzyko chorób neurodegeneracyjnych, w tym choroby Alzheimer’a.

Aktywność cholinoesteraz oznaczono zmodyfikowaną metodą kolorymetryczną. Próbkki biologiczne (surowica kurza, surowica królicza lub płynna frakcja mózgu kurzego) były wstępnie inkubowane z badanym inhibitorem lub buforem kontrolnym w temperaturze 37°C. Następnie dodawano acetylotiocholinę jako substrat i przeprowadzano reakcję enzymatyczną, którą zatrzymywano odczynnikiem SDS/DTNB. Absorbancję mierzono przy długości fali 405 nm. Wyniki wyrażono jako procent aktywności względem próby kontrolnej, niezawierającej inhibitora.

Uzyskane wyniki wykazały istotny statystycznie wzrost aktywności cholinoesteraz w próbkach pochodzenia ptasiego, podczas gdy aktywność enzymatyczna w surowicy króliczej pozostała niezmienną. Rozbieżność ta wskazuje na wyraźną zmienność międzygatunkową w wrażliwości cholinoesteraz i sugeruje selektywne oddziaływanie cyprodinilu, iprodionu oraz boskalidu ze szlakami biochemicznymi ptaków. Wyniki podkreślają konieczność uwzględnienia zmienności gatunkowej w ocenie ryzyka środowiskowego badanych fungicydów.

Analiza stanu sanitarnego wody podziemnej ze studni kopanych na terenie powiatu suwalskiego

Kinga Giełażewska¹, Eliza Hawrylik², Marzanna Andraka²

¹ studentka kierunku Biotechnologia, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,

² Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,
e.hawrylik@pb.edu.pl

Celem badań była ocena jakości mikrobiologicznej wód podziemnych pochodzących ze studni zlokalizowanych na terenie powiatu suwalskiego, z uwzględnieniem wpływu sezonowości i sposobu użytkowania terenu — w tym wypasu bydła — na poziom zanieczyszczeń mikrobiologicznych wody. Do badań wybrano sześć studni (pięć kopanych i jedną głębinową), a próbki pobierano dwukrotnie: wiosną oraz zimą. Analizy obejmowały oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych oraz obecności bakterii z grupy coli, w tym typu fekalnego, *Escherichia coli* i paciorkowców kałowych. Wyniki wykazały, że jedynie studnia głębinowa spełniała kryteria zbliżone do jakości wody przeznaczonej do spożycia — ilość bakterii grupy coli typu fekalnego oraz paciorkowców kałowych wynosiła 0 jtk/100 ml. Pozostałe studnie charakteryzowały się znacznym przekroczeniem norm mikrobiologicznych, niezależnie od sezonu. Stała obecność skażenia kałowego wskazuje na trwałe źródła zanieczyszczeń, takie jak bliskość zabudowań gospodarskich, dostęp zwierząt czy niewłaściwa konserwacja studni. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym koncentracji drobnoustrojów i zwiększającym podatność ujęć na infiltrację zanieczyszczeń mógł być niski poziom wód gruntowych w okresie realizacji badań. Uzyskane wyniki potwierdzają konieczność regularnego monitoringu jakości wód w studniach kopanych oraz poprawy zabezpieczeń tych ujęć, zwłaszcza na terenach rolniczych...

Słowa kluczowe: studnie kopane, zanieczyszczenie mikrobiologiczne, wody podziemne, tereny rolnicze

Badania przeprowadzono w ramach pracy zespołowej nr WZ/WB-IIŚ/5/2025 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji badawczej przekazanej przez MEiN

Zmiana wybranych właściwości gleby pod uprawą miscanta cukrowego w warunkach zróżnicowanego nawożenia

Aleksandra Głowacka

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin,
aleksandra.glowacka@up.edu.pl

Wieloletnie rośliny energetyczne mogą być uprawiane w celu pozyskania biomasy wykorzystywanej do produkcji energii, w tym biopaliw stałych. Jednym z gatunków o wysokim potencjale plonowania i dobrze przystosowanym do polskich warunków klimatycznych jest miscant cukrowy *Miscanthus sacchariflorus*. Celem badań była ocena wpływu czteroletniej uprawy miscanta cukrowego nawożonego pofermentem z biogazowni i nawozami mineralnymi NPK na wybrane właściwości gleby zdegradowanej.

Eksperyment polowy założono w 2016 r. w Felinie, na polach Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Gleba na której założono plantację była bardzo kwaśna, uboga w materię organiczną oraz w przyswajalny fosfor i magnez i bardzo uboga w potas. Stosowano następujące kombinacje nawozowe: kontrola (bez nawożenia), nawożenie mineralne NPK, poferment z biogazowni rolniczej w dawce $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ rolniczej, poferment z biogazowni rolniczej w dawce $60 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. W październiku 2019 roku pobrano próby glebowe z poszczególnych kombinacji pod uprawą miscanta oraz z położonego w pobliżu pola uprawnego.

Uzyskane wyniki wykazały, że czteroletnia uprawa miscanta cukrowego bez nawożenia pogorszyła właściwości gleby w porównaniu z polem, na którym uprawiano typowe rośliny rolnicze. Odnotowano niższą zawartość węgla organicznego, fosforu a zwłaszcza potasu. Natomiast stosowanie masy pofermentacyjnej, zwłaszcza wyższej dawki zmniejszyło zakwaszenie gleby, poprawiło stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami i zwiększyło zawartość węgla organicznego, w porównaniu do obiektu kontrolnego, jak i z nawożeniem mineralnym NPK.

Słowa kluczowe: właściwości sorpcyjne gleby, poferment z biogazowni, kompleks sorpcyjny, substancja organiczna

Finasowanie badań - Dotacja MNiSW na utrzymanie potencjału badawczego jednostki

Dobór rozwiązań materiałowych przegród budynku w kontekście wpływu na środowisko wyrażonego śladem węglowym

Ewa Gobcewicz**, dr inż. Beata Sadowska*, Piotr Bieranowski***, Adam Cudowski***

**Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

* Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Katedra Budownictwa Zrównoważonego i Instalacji Budowlanych, ul. Wiejska 45E Białystok

***Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Ekologii Wód, ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

* b.sadowska@pb.edu.pl; **e.gobcewicz@uwb.edu.pl

W obliczu niekorzystnych zmian klimatycznych wynikających między innymi z działalności człowieka, rozwoju przemysłu, techniki, wzrostu globalnej liczby ludności czy spalania paliw kopalnych, celowym staje się kontrolowanie jej wpływu na środowisko. Z racji na kluczową rolę sektora budownictwa, który globalnie odpowiada za ponad 39% emisji gazów cieplarnianych związanych z zużyciem energii, Unia Europejska wprowadza nowe polityki oraz rekomendacje projektowe, podkreślające konieczność dekarbonizacji w całym cyklu jego życia. Tzw. „emisje operacyjne”, wynikające ze zużycia energii w budynkach, stanowią 28%, podczas gdy pozostałe 11% pochodzi z tzw. „emisji wbudowanych”, wynikających z produkcji materiałów budowlanych oraz wznoszenia obiektów. W tym kontekście odpowiedni wybór rozwiązań budowlanych zarówno konstrukcyjnych, jak i izolacyjnych to obecnie kluczowy element projektowania zrównoważonych budynków. Istotne staje się spełnienie nie tylko wymagań cieplno-wilgotnościowych, ale i zredukowanie szkodliwego wpływu na środowisko naturalne, wyrażonego śladem węglowym zarówno wbudowanym, jak i operacyjnym. W artykule przeanalizowano kilka rodzajów konstrukcji ścian budynków mieszkalnych i oceniono ślad węglowy ich wzniesienia w całym cyklu życia w odniesieniu do 1 m² ich powierzchni. Wskazano wariant o najniższym negatywnym wpływie na środowisko naturalne, co może stanowić rekomendację dla inwestorów i projektantów budynków w świetle konieczności osiągnięcia neutralności klimatycznej w roku 2050.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, zmiany klimatu, analiza cyklu życia produktu, wskaźnik GWP, ściany zewnętrzne

Technologia zimnej plazmy w czwartym stopniu oczyszczania ścieków- Wpływ ścieków oczyszczonych metodą CAP na mikrobiom glebowy i potencjał ich ponownego wykorzystania w rolnictwie

Anna Grobelak, Aleksandra Wypart-Pawul, Wiktoria Noszczyk
Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, ul. gen. Jana
Henryka Dąbrowskiego 73, 42-202 Częstochowa,
anna.grobelak@pcz.pl

Narastający problem deficytu wody wymusza rozwój nowoczesnych metod odzysku i ponownego wykorzystania ścieków, szczególnie w sektorze rolniczym. Jednym z obiecujących rozwiązań w ramach czwartego stopnia oczyszczania ścieków jest zastosowanie technologii zimnej plazmy atmosferycznej (CAP), umożliwiającej skuteczną redukcję zanieczyszczeń organicznych przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa środowiskowego. W prezentowanych badaniach oceniono wpływ nawadniania ściekami oczyszczonymi metodą CAP na strukturę mikrobiomu glebowego w uprawach *Festuca rubra* L. oraz *Sinapis alba*. Analizie poddano różne warianty rozcieńczeń ścieków poddanych 60-minutowej ekspozycji plazmowej. Zmiany w społecznościach mikroorganizmów oceniano z wykorzystaniem sekwencjonowania genu 16S rRNA. Uzyskane wyniki wykazały skuteczną redukcję organicznego węgla (NPOC) oraz wzrost zawartości azotu całkowitego w oczyszczonych ściekach, co przełożyło się na stymulację wzrostu systemu korzeniowego *S. alba*. Analizy metagenomiczne potwierdziły wysoką stabilność mikrobiologiczną gleby. Dodatkowo zaobserwowano wzrost udziału korzystnych mikroorganizmów z rodzaju *Bacillus*. Wyniki wskazują, że technologia CAP może stanowić bezpieczne i zrównoważone rozwiązanie wspierające czwarty stopień oczyszczania ścieków oraz ich ponowne wykorzystanie w rolnictwie, bez negatywnego wpływu na homeostazę mikrobiologiczną gleby.

Słowa kluczowe: zimna plazma atmosferyczna, czwarty stopień oczyszczania ścieków, mikrobiom glebowy, wykorzystanie ścieków oczyszczonych w rolnictwie

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, Polska, grant nr UMO-2023/49/N/ST8/02022 oraz z subwencji statutowej Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej.

Analiza porównawcza wybranych metod redukcji mikotoksyn w ziarnie kukurydzy / Comparative analysis of selected methods for reducing mycotoxins in maize grain

Izabela Hryenko¹, Bożena Łozowicka¹, Piotr Kaczyński¹, Piotr Iwaniuk¹, Zenon Czenstkowski²

¹ Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Chełmońskiego 22, 15-195 Białystok, Polska

² Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży, Studencka 19, 18-402 Łomża

i.hryenko@iorpib.poznan.pl

Mikotoksyny to wtórne metabolity grzybów z rodzaju *Fusarium* i *Aspergillus*, stanowiące istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa upraw kukurydzy. Zastosowanie odpowiednich procesów technologicznych podczas przetwarzania ziaren umożliwia skuteczną redukcję ich stężenia. Celem badań była analiza porównawcza efektywności wybranych metod ograniczania mikotoksyn w ziarnie kukurydzy, wyrażona za pomocą współczynnika przetwarzania (ang. *processing factor*, PF), $PF < 1$ oznacza redukcję, $PF > 1$ koncentrację. Materiał badawczy pozyskano w wyniku naturalnego porażenia ziarna, jak i inokulacji patogenami z rodzaju *Fusarium*. Oznaczono techniką LC-MS/MS stężenia mikotoksyn i uszeregowane je malejąco (17322 - 0,1 $\mu\text{g/kg}$) zearalenon, deoksyniwalenol, 15-AcDON, 3-AcDON, niwalenol, ochratoksyna A, toksyna HT-2 i T-2 oraz fumonizyny B1 i B2. Zakres badań obejmował procesy technologiczne oparte na oddziaływaniu czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych: niskie i wysokie temperatury, ultradźwięki, ozon, zimna plazma, adsorbenty naturalne (węgiel aktywny, ziemia okrzemkowa) i mikroorganizmy (drożdże, bakterie kwasu mlekowego). Obliczono ponad 100 PF mikotoksyna/proces i oceniono skuteczność poszczególnych metod redukcji. Badania te podkreślają znaczenie i konieczność prowadzenia procesów technologicznych jako sposób redukcji lub całkowitego usunięcia szkodliwych związków.

Słowa kluczowe: zearalenon, deoksyniwalenol, detoksykacja, bezpieczeństwo żywności, ziarno, LC-MS/MS

Badania zostały częściowo sfinansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w Polsce w ramach grantu TSDB/IH/2026 – Wpływ procesów technologicznych na zawartość mikotoksyn w ziarnie kukurydzy

Lignin-Based Antioxidants: A Green Solution for Biodiesel Stability

Ayodeji Raphael Ige^{1*}, Grażyna Łaska¹

¹Faculty of Civil Engineering and Environmental Sciences, Białystok University of Technology, Wiejska 45E, 15-351 Białystok, Poland. WI/WB-IIS/8/202.

*Corresponding author, e-mail address: ayodeji.ige@sd.pb.edu.pl

Biodiesel, composed primarily of unsaturated fatty acid methyl esters (FAMES), is susceptible to oxidative degradation that diminishes storage stability and fuel quality. Although synthetic antioxidants can inhibit autooxidation, their environmental and sustainability drawbacks underscore the need for renewable alternatives. The purpose of this research is to determine whether lignin-derived extracts can function as effective, sustainable antioxidants that improve biodiesel stability. Within this scope, the review evaluates how the structural characteristics of lignin, the methods used to extract and modify it, and the conditions of its application influence antioxidant activity in biodiesel. The chemical architecture of lignin, including guaiacyl, syringyl, and p-hydroxyphenyl units, is examined alongside the roles of molecular weight, phenolic hydroxyl content, and solubility in radical scavenging capacity. Extraction and depolymerization techniques such as steam explosion, organosolv treatment, alkaline and acidic hydrolysis, and hydrothermal processing are analyzed for their effects on lignin yield, structural features, and antioxidant performance. Antioxidant efficacy is assessed using studies conducted directly in biodiesel, as well as model radical-scavenging assays including DPPH, ABTS, and ORAC, and related oil-based systems. Critical factors influencing lignin performance, including fractionation, chemical modification, additive concentration, and feedstock selection, are identified to clarify the conditions under which lignin exhibits optimal stabilizing behavior. The review also outlines knowledge gaps and future research needs, including the development of standardized biodiesel testing methods, improved extraction strategies, synergistic additive systems, and environmental and economic assessments. Lignin-derived antioxidants represent a promising renewable alternative to synthetic stabilizers for enhancing biodiesel durability.

Keywords: Biodiesel, Lignin, Lignocellulosic biomass, Antioxidants, Stability, Renewable, additives.

Zagospodarowanie biocharu z osadów ściekowych i kruszywa z recyklingu w betonach

Katarzyna Kalinowska-Wichrowska, Marta Kosior-Kazberuk, Krzysztof Falkowski
Katarzyna Kalinowska-Wichrowska, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku,
Politechnika Białostocka, ul. Wieszka 45E, 15-351 Białystok

Marta Kosior-Kazberuk, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika
Białostocka, ul. Wieszka 45E, 15-351 Białystok

Krzysztof Falkowski, Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży,
Studencka 19, 18-402 Łomża

k.falkowski@markbud-investments.pl

Rosnące wymagania dotyczące ograniczania zużycia surowców naturalnych oraz zwiększania poziomu zagospodarowania odpadów mineralnych i komunalnych sprawiają, że powstawanie materiałów budowlanych wpisujących się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym nabiera szczególnego znaczenia. W tym ujęciu betony geopolimerowe (bezcementowe), stanowią rozwojowy kierunek wykorzystania zarówno odpadów gruzobetonowych, jak i produktów procesów termicznego przekształcania odpadów, takich jak biochar.

Celem badań była ocena możliwości środowiskowo uzasadnionego wykorzystania kruszywa z recyklingu betonu (RCA) oraz biocharu (B) otrzymanego w procesie pirolizy odpadów komunalnych, z uwzględnieniem wpływu tych składników na właściwości użytkowe kompozytów betonowych oraz ich potencjału w zakresie sekwestracji CO₂. Program eksperymentalny obejmował przygotowanie kompozytów o zróżnicowanym składzie, w których całkowicie zastąpiono frakcję 1–2 mm naturalnych kruszyw recyklingowym, a biochar wprowadzono jako część potrzebnej masy popiołu lotnego. Dodatkowo przeanalizowano wpływ warunków dojrzewania materiału, obejmujących zarówno dojrzewanie termiczne (65°C), jak i przyspieszoną karbonatyzację w atmosferze CO₂.

Wyniki potwierdziły, że integracja RCA i B może stanowić efektywne rozwiązanie w zakresie zagospodarowania odpadów oraz jednoczesnego ograniczania emisji CO₂ poprzez jego wiązanie w strukturze materiału. Takie podejście wpisuje się w aktualne kierunki rozwoju inżynierii środowiska, skupione na minimalizacji oddziaływania budownictwa na środowisko naturalne.

Słowa kluczowe: biochar, kruszywo z recyklingu, odpady kmunalne, recykling, beton, utylizacja

Ocena właściwości fizykochemicznych nasion kilku gatunków owoców jagodowych odzyskanych z wyłoków i ich potencjalne zastosowania w przemyśle spożywczym i kosmetycznym

Anna Kiełtyka-Dadasiewicz¹, Małgorzata Stryjecka², Aleksandra Głowacka¹, Živilė Tarasevičienė³, Agata Jabłońska-Trypuć⁴

¹ Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin,

² Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka i Rolnictwie, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, ul. Pocztowa 54, 22-100 Chełm,

³ Department of Plants Biology and Food Science, Faculty of Agronomy, Agriculture Academy Vytautas Magnus University, LT-44248 Kaunas, Lithuania;

⁴ Katedra Chemii, Biologii i Biotechnologii, Politechnika Białostocka, ul. 15-351 Białystok

anna.kieltyka-dadasiewicz@up.edu.pl

Przetwarzanie owoców jagodowych w przemyśle spożywczym na soki lub przeciery pozostawia odpady w postaci wyłoków, które oprócz skórek i twardych części owoców zawierają także ich nasiona, które niosą ze sobą potencjał do dalszego przetwarzania. Przeprowadzono analizę cech fizycznych i chemicznych nasion czarnej porzeczki (*Ribes nigrum* L.), truskawki (*Fragaria ananassa* Duch.ex West.) oraz maliny (*Rubus idaeus* L.), odzyskanych z masy wyłoków - odpadów z przetwórstwa spożywczego. Stwierdzono potencjalną przydatność nasion malin jako modyfikatora reologii wyrobów kosmetycznych i spożywczych z uwagi na wysoką zawartość śluzów i wskaźnik pęcznienia zbliżony do nasion lnu, oraz korzystną barwę o wysokiej wartości parametru b^* (22,1) odpowiadającego barwie żółtej przy jednocześnie wysokiej luminescencji ($L^*=59,4$). Oleje otrzymane z nasion wszystkich badanych gatunków wykazały potencjalną przydatność w preparatach kosmetycznych z uwagi na wysoką zawartość kwasów n-6 (50,4-71,5%), zaś dla suplementowania diety oleje z nasion truskawki i maliny (n-3 odpowiednio 30,5-32,3%). Ponadto dietetyczne walory badanych nasion podkreśla wysoka zawartość błonnika pokarmowego (53,1-63,1%), właściwości antyoksydacyjne (najwyższe dla nasion czarnej porzeczki) oraz obecność fenoli, takich jak: pochodne procyanidyn, katechin (malina) kwercetyny i kempferolu (porzeczka) oraz pelargonidyny (truskawka).

Słowa kluczowe: wyłoki, wartość odżywcza, kolor CieLab

Wykorzystanie odpadów z przetwórstwa warzyw do produkcji granulatu paszowego

Michał Klejno, Hubert Nowicki, Weronika Martyna Kempista, Kacper Dąbrowski, Hubert Karczewski, Kinga Koziak, Karol Obidziński, Małgorzata Kowczyk-Sadowy, Aneta Sienkiewicz, Małgorzata Krasowska, Iwona Piekutowska
Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok
kinga.koziak@sd.pb.edu.pl

Celem pracy było zbadanie wpływu dodatku odpadów pochodzących z przetwórstwa warzyw na właściwości fizykochemiczne granulatu paszowego. Przeanalizowano sześć wariantów granulatów paszowych zawierających różne ilości granulowanego czosnku, odpadów z przetwórstwa selera oraz otrębów pszennych. W badanych próbach oznaczono wilgotność i aktywność wody, zawartość polifenoli, aktywność przeciwutleniającą metodą DPPH, a także zawartość wybranych składników mineralnych i białka.

Wyniki wykazały, że wszystkie granulaty charakteryzowały się niską wilgotnością oraz aktywnością wody poniżej 0,6, co sprzyja ich trwałości podczas przechowywania. W granulatach z dodatkiem selera wzrost udziału surowca powodował zwiększenie zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej, natomiast w przypadku czosnku zaobserwowano tendencję odwrotną. We wszystkich próbach zawartość potasu była wyższa niż sodu. Granulaty z dodatkiem selera cechowały się również wyższą zawartością białka niż granulaty z dodatkiem czosnku.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że odpady z przetwórstwa warzyw mogą stanowić wartościowy dodatek do granulatów paszowych, wzbogacając je w składniki odżywcze oraz przyczyniając się do efektywnego zagospodarowania produktów ubocznych przemysłu spożywczego.

Słowa kluczowe: odpady warzywne, właściwości fizykochemiczne, granulaty paszowe

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy zespołowej WZ/WB-IIŚ/4/2026 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji przekazanej przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Zróżnicowanie gatunkowe i ilościowe mykoplanktonu w zasolonych wodach potamicznych północnej Polski

Jakub Korpacz¹, Adam Cudowski¹, Adam Więcko¹, Magdalena Świsłocka³, Agata Jabłońska-Trypuć²,

¹Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Ekologii Wód, ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

²Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Zoologii i Genetyki, ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

³Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Katedra Chemii, Biologii i Biotechnologii, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

Celem przeprowadzonych badań było określenie liczebności i zróżnicowania gatunkowego mykoplanktonu w zasolonych wodach rzecznych północnej Polski. Materiał do badań został zebrany w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych w latach: 2023-2025 z nurtu każdej z 8 badanych rzek.

Liczebność mykoplanktonu badanego systemu oscylowała w przedziale od 6800 do 12000 CFU/mL, przy czym minimalne wartości liczebności odnotowane były w wodach rzecznych o mniejszej prędkości przepływu. Badane zasolone wody potamiczne charakteryzowały się mniejszą liczebnością oraz niższym zróżnicowaniem gatunkowym w porównaniu ze słodkimi wodami rzeczными analizowanymi we wcześniejszych badaniach.

Gatunkiem grzyba, który występował we wszystkich badanych rzekach był *Epicoccum nigrum*, natomiast *Cladosporium cladosporioides* i *Sarocladium strictum* występowały praktycznie zawsze. Z kolei *Cudoniella clavus* występowała wyłącznie w tych rzekach, gdzie odnotowano zanurzone w wodzie drewno. Około 25% zidentyfikowanych gatunków grzybów to grzyby potencjalne patogenne. Zróżnicowanie gatunkowe i liczebność grzybów wodnych w badanych rzekach zależały od stopnia zasolenia i zanieczyszczenia wód, ilości materii organicznej, a także prędkości przepływu wód rzecznych. Z trzyletnich badań wynika, iż w przypadku wód zasolonych takie parametry jak: stężenia chlorofilu *a*, czy zawartość azotu nie mają wpływu na różnorodność gatunkową mykoplanktonu w zasolonych wodach rzecznych, w przeciwieństwie do stężenia chlorku sodu, który wydaje się być czynnikiem ograniczającym rozwój tej grupy mikroorganizmów.

Struktura klonalna i lekowrażliwość pałeczek Enterobacterales wytwarzających β -laktamazy o rozszerzonym spektrum substratowym, izolowanych ze ścieków oczyszczalni miejskiej

Michał Korytkowski¹, Aneta Łuczkiwicz², Jan Cz. Dobrowolski¹, Ewa Kotlarska³, Anna Baraniak¹

¹ Narodowy Instytut Leków, 00-725 Warszawa, ul. Chełmska 30/34, ² Politechnika Gdańska, 80-222 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, ³ Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk, 81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55
e-mail autora do korespondencji: a.baraniak@nil.gov.pl

Wstęp: Antybiotykooporność (AMR) stanowi jedno z kluczowych wyzwań zdrowia publicznego. Oczyszczalnie ścieków mogą pełnić istotną rolę w selekcji i rozprzestrzenianiu bakterii opornych, co podkreśla znaczenie ich monitorowania w środowisku wodnym.

Cel pracy: Ocena struktury klonalnej i lekowrażliwości szczepów Enterobacterales izolowanych ze ścieków komunalnych.

Materiały i metody: Szczepy izolowano ze ścieków surowych i oczyszczonych oczyszczalni Gdynia-Dębogórze z wykorzystaniem podłoża mFC z cefotaksymem. Strukturę klonalną analizowano metodami PFGE i MLST, a lekowrażliwość oznaczano zgodnie z ISO 20776-1, uwzględniając nowo zsyntetyzowany kompleks *renu(I)*.

Wyniki: Wyizolowano 130 szczepów *Escherichia coli*, 24 *Klebsiella pneumoniae*, 23 *Citrobacter freundii*, 17 szczepów *Enterobacter cloacae* complex oraz pojedyncze izolaty innych gatunków Enterobacterales. PFGE wykazało wysoką różnorodność klonalną we wszystkich badanych gatunkach. Wśród *E. coli* zidentyfikowano 40 typów sekwencyjnych, w tym 12 nowych. Zaobserwowano zmianę dominujących klonów pomiędzy ściekami surowymi i oczyszczonymi, w ściekach surowych dominował ST131, natomiast po oczyszczaniu ST69. Większość szczepów wykazywała wielolekooporność, w tym względem nowo zsyntetyzowanego kompleksu *renu(I)*.

Wnioski: Ścieki komunalne stanowią istotny rezerwuuar zróżnicowanych klonalnie Enterobacterales opornych na antybiotyki. Proces oczyszczania ścieków może wpływać na selekcję określonych klonów bakterii.

Słowa kluczowe: ścieki komunalne, AMR, Enterobacterales, struktura klonalna

Badania zostały sfinansowane przez WFOŚiGW w Gdańsku (WFOS/D/355/4769/2020) oraz NCN (2022/47/B/NZ7/02765).

Innowacja w inżynierii ekologicznej w kontekście zmian w kierunku zielonej transformacji

Joanna Kostecka

Katedra Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydział Technologiczno-Przyrodniczy, Uniwersytet Rzeszowski

Gdy zadamy sobie pytanie: „Jakie transformacje przechodzi w XX i XXI wieku cywilizacja ludzka?” musimy zauważyć, że jest to utrwalająca się transformacja od lokalności do globalnej współzależności.

Do najistotniejszych należą: *transformacja technologiczna i cyfrowa (droga od rewolucji przemysłowej do rewolucji informacyjnej), **transformacja demograficzna i urbanizacyjna (eksplozja populacji z około 1,6 mld w 1900 r. do ponad 8 mld obecnie), ***transformacja społeczno-kulturowa (radykalna zmiana w strukturach społecznych i hierarchii wartości), ****transformacja biologiczna i medyczna (granica między biologią a technologią zaciera się - implanty, protezy sterowane myślami, biotechnologia), *****transformacja ekologiczna antropocenu (weszliśmy w epokę, w której człowiek stał się główną siłą geologiczną kształtującą całą planetę). Zmiany zachodzą bardzo szybko, wydaje się znacznie szybciej niż możliwości adaptacyjne *Homo sapiens*.

Który z tych obszarów może okazać się najbardziej kluczowy dla przetrwania ludzkiej cywilizacji w nadchodzących dekadach? Wiele istotnych danych wskazuje na konieczność zamiany uwarunkowań cywilizacji antropocenu na cywilizację symbiocenu opartą o filozofię wzajemności i zielone transformacje pozwalające odtwarzać się ekosystemom po to, aby przywracać świadczenia przyrody dla ludzi.

Jakie zadania stoją więc przed inżynierią środowiska w kontekście innowacji dla zielonej transformacji? Wśród nich ważna staje się nie tylko holistyczna świadomość złożoności i stałej zmiany szeroko pojętego środowiska zewnętrznego ale także świadomość sprawczości każdego człowieka i jego wpływu na ową globalną współzależność.

Ocena zainteresowania partycypacją w obszarze segregacji odpadów w kontekście zasad gospodarki cyrkularnej

Joanna Kostecka¹, Paweł Łuka², Renata Szura¹, Grzegorz Pączka¹, Anna Mazur-Pączka¹, Mariola Garczyńska¹

¹Katedra Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydział Technologiczno-Przyrodniczy, Uniwersytet Rzeszowski

²Katedra Ekonomii i Zarządzania, Wydział Ekonomii i Finansów, Uniwersytet Rzeszowski

Prawidłowe funkcjonowanie zrównoważonego systemu gospodarki odpadami jest bezpośrednio związane z partycypacją wszystkich jego uczestników w poszukiwaniu sposobów na eliminację niedoskonałości funkcjonujących elementów. Ważnym i podstawowym elementem tego systemu jest tworzenie czystych strumieni wysegregowanych odpadów przez ich producentów *on site*. Wprowadzanie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) (recykling, ponowne użycie materiałów i minimalizacja odpadów) jest obecnie jednym z kluczowych elementów zmian w kierunku zielonej transformacji.

Na przykładzie rezydentów gminy Trzebownisko w woj. podkarpackim, ewaluowano aktywność młodzieży i dorosłych na rzecz segregacji wytwarzanych odpadów komunalnych. Oceniano wybrane aktywności i rozumienie ich uzasadnienia.

Jedna z hipotez badania: „mieszkańcy gminy Trzebownisko przejawiają zainteresowanie organizacją swojego otoczenia” została zweryfikowana pozytywnie tylko w grupie dorosłych respondentów. Na pytanie „Czy jesteś zainteresowany możliwością współorganizowania życia społeczno- gospodarczego w swojej gminie?” – tak, odpowiedziało 62% respondentów ankiety (nie 16%, nie mam zdania 22%). Większość dorosłych badanych (64%) zastanawia się nad organizacją systemu gospodarowania odpadami w najbliższym otoczeniu, obserwuje przejawy organizacji życia w swojej gminie (69%) i interesuje się zagadnieniem prawidłowej organizacji gospodarki odpadami (74%). W odniesieniu do młodzieży, jak można się było spodziewać, hipotezę zweryfikowano negatywnie. W tej grupie badanych, wszystkie odpowiedzi potwierdzające zainteresowanie, zawarte były pomiędzy 27% i 38%, co po raz kolejny potwierdza znaczenie edukacji szkolnej dla różnych elementów tworzenia uwarunkowań zrównoważonego rozwoju.

Skuteczność systemów sedimentacyjno-filtracyjnych w zakresie oczyszczania wody deszczowej

Hubert Krzyszkowski¹, Stina Nagavci¹, Patrycja Chamczak^{2,3}, Tomasz Jurczak¹,
Paweł Jarosiewicz^{1,2}

¹ Katedra UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, 90-237 Łódź, ul. Banacha 12/16

² Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, 90-364 Łódź, ul. Tylina 3

³ Szkoła Doktorska BioMedChem UŁ i Instytutów PAN w Łodzi, ul. Matejki 21/23, 90-237 Łódź

e-mail: hubert.krzyszkowski2@edu.uni.lodz.pl

Obszary zurbanizowane stanowią źródło zanieczyszczeń biogenych dla wód powierzchniowych, przyczyniając się do ich eutrofizacji. Głównym źródłem jest odpływ z powierzchni nieprzepuszczalnych, w tym dachów. Wśród metod ograniczania tej presji na środowisko wyróżnia się błękitno-zieloną infrastrukturę (BZI).

W ramach projektu Springiness (Water4All-2022-FP-00121, WATER4ALL/I/6/SPRINGINESS/2024, NCBiR) opracowano system sedimentacyjno-filtracyjny, którego zadaniem jest podczyszczenie wody opadowej przed jej retencjonowaniem w krajobrazie. Wykonano 4 systemy stosując różne sorbenty na bazie związków wapnia. Badano skuteczność systemów dla azotu (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) i fosforu (PO_4^{3-}) w okresie 7 miesięcy od ich uruchomienia.

W wodzie deszczowej obserwowano średnie stężenia wymienionych jonów na poziomie odpowiednio 1,65mg/L, 1,64mg/L, 0,10mg/L i 0,07mg/L. Wykazano zmienną skuteczność wobec badanych zanieczyszczeń. Ogólnie dla wszystkich sorbentów najwyższą efektywność (-8,7-100%; $M=59,7\%$; $Q_1=31,0\%$; $Q_3=86,5\%$) określono dla NH_4^+ , natomiast najniższą dla NO_3^- i NO_2^- . Efektywność usuwania PO_4^{3-} wykazała największą zmienność, od -483,6% do 97,9% ($M=28,9\%$; $Q_1=-85,5\%$; $Q_3=68,6\%$). Dla wszystkich złóż zaobserwowano wzrost skuteczności wobec NH_4^+ w czasie, co prawdopodobnie wskazuje na rozwój biofilmu bakteryjnego.

Słowa kluczowe: błękitno-zielona infrastruktura, azot, fosfor

Badania finansowane w ramach projektu Springiness (Water4All-2022-FP-00121, WATER4ALL/I/6/SPRINGINESS/2024 NCBiR) oraz stypendium Studenckie Granty Badawcze Uniwersytetu Łódzkiego (SGB DFIN/977/02/2026)

Zintegrowane podejście do oceny i remediacji gleb obciążonych zanieczyszczeniami antropogenicznymi

Anna Kuczabska, Dariusz Boruszko,
Politechnika Białostocka ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,
e-mail: anna.piotrowska.pb@wp.pl

Celem pracy była ocena gleb obciążonych zanieczyszczeniami antropogenicznymi z wykorzystaniem zintegrowanego podejścia uwzględniającego właściwości fizykochemiczne środowiska glebowego. Szczególną uwagę zwrócono na oznaczenie zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), które stanowią istotną grupę trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO, ang. POPs - Persistent Organic Pollutants). Badania przeprowadzono w warunkach polowych na obszarach poddanych presji antropogenicznej. W doświadczeniu zastosowano różnorodne organiczne dodatki glebowe, a także wybrane metody wspomagające procesy remediacji, takie jak stosowanie roślinności, Efektywnych Mikroorganizmów i wermikultury. Zawartość WWA oznaczano w pobranych próbkach glebowych, analizując zmiany ich stężeń w zależności od zastosowanych wariantów eksperymentalnych. Uzyskane wyniki porównano z danymi literaturowymi oraz wynikami badań innych autorów, a także odniesiono się do wcześniejszych badań przeprowadzonych przez tę samą osobę. W badaniu przyjęto holistyczne podejście, powszechnie stosowane we współczesnej ocenie środowiska, oparte na analizie wyników badań i danych dostępnych w literaturze. Uzyskane wyniki wskazują, że zintegrowane podejście do oceny gleb umożliwia pełniejszą charakterystykę stopnia degradacji gleby i może stanowić podstawę do planowania działań remediacyjnych.

Słowa kluczowe: Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne, remediacja, materia organiczna, Efektywne Mikroorganizmy, wermikultura

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr WI/WB-IIŚ/11/2023 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji badawczej przekazanej przez MEiN.

Czy istnieją sezonowe preferencje okrzemek?

¹Wanessa Lewandowicz, ²Magdalena Grabowska, ³Katarzyna Puczko, ²Adam Więcko

¹Szkoła Doktorska, Uniwersytet w Białymstoku, Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

²Zakład Hydrobiologii, Katedra Ekologii Wód, Uniwersytet w Białymstoku, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

³Zakład Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Wód, Uniwersytet w Białymstoku, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok
e-mail: w.lewandowicz@uwb.edu.pl

Okrzemki są bardzo cennymi wskaźnikami zanieczyszczeń środowiska wodnego oraz są powszechnie używane do oceny stanu ekologicznego wód. Szybko i precyzyjnie reagują na zmieniające się warunki fizyczne i chemiczne wód, wykazując preferencje wobec określonych warunków środowiskowych.

Badania prowadzone w latach 2024-2025 dotyczyły sezonowych zmian zbiorowisk okrzemek i jakości wody w pięciu źródłach nizinnych położonych na terenie Puszczy Knyszyńskiej, Białegostoku i jego obrzeży. Rozpoznaliśmy i porównaliśmy sezonowe preferencje okrzemek zasiedlających trzy typy podłoża (epiliton, epipelon i epiksylon). Analiza PCA wskazuje na różnicowanie zarówno przestrzenne jak i sezonowe badanych źródeł. Odmienne warunki hydrochemiczne wpływają na różnicowanie struktury gatunkowej okrzemek. Na podstawie analizy RDA stwierdziliśmy wyraźne preferencje środowiskowe dla dziewięciu gatunków okrzemek wobec dostępności tlenu i stężenia azotanów, temperatury wody i warunków biogeochemicznych. Wśród 60 dominantów ($\geq 2\%$) zaobserwowaliśmy wyraźne preferencje sezonowe. *Adlafia minuscula* var. *minuscula* i *Sellaphora nigri* występowały tylko w ciepłych porach roku (wiosna i lato). *Cocconeis neodiminuta* był głównie obecny w chłodniejszych sezonach (jesień i zima), z niewielkim udziałem wiosną. Z kolei *Navicula striolata* występowała zimą i wiosną, sporadycznie również latem. Odnotowaliśmy 11 gatunków obecnych w każdej porze roku, wśród których znalazły się *Cocconeis pseudothumensis* i *Staurosirella neopinnata*. Oba wymienione gatunki unikają zanieczyszczenia organicznego. Brak obecności *C. pseudothumensis* w dwóch źródłach miejskich oraz *S. neopinnata* w jednym z tych obiektów wskazuje na silniejsze antropogeniczne przekształcenie tego typu nisz źródłowych.

Słowa kluczowe: okrzemki, bioindykatory, źródła, zmiany sezonowe, antropopresja

Strategia zarządzania odpadami dużych miast – perspektywy i wyzwania / Waste management strategy for large cities – prospects and challenges

Stanisław Łuniewski

Wschodnioeuropejska Akademia Nauk Stosowanych, ul. Ciepła 40, 15-472 Białystok,
S.Luniewski@astwa.pl

Dynamiczny proces urbanizacji oraz rosnąca konsumpcja sprawiają, że gospodarka odpadami w dużych miastach staje się jednym z kluczowych wyzwań środowiskowych i logistycznych XXI wieku. Niniejsza praca stanowi studium pogładowe, którego celem jest analiza aktualnych strategii zarządzania odpadami komunalnymi w obszarach miejskich na podstawie literatury krajowej i zagranicznej. W pracy poddano analizie ewolucję podejścia do gospodarki odpadami – od tradycyjnych metod składowania, po nowoczesne modele oparte na koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym (Circular Economy) oraz idei *Zero Waste*. W ramach przeglądu zidentyfikowano główne bariery wdrażania efektywnych systemów, takie jak ograniczenia infrastrukturalne, niska świadomość ekologiczna mieszkańców oraz trudności w zagospodarowaniu frakcji wysokokalorycznych. Równocześnie wskazano na perspektywiczne kierunki rozwoju, w tym cyfryzację usług komunalnych w ramach koncepcji *Smart City* oraz innowacyjne techniki odzysku energii i surowców. Badanie wykazało, że spośród różnych metod i strategii gospodarowania odpadami, składowanie na wysypiskach, kompostowanie, 3R (redukcja, ponowne wykorzystanie, recykling), spalanie i bioremediacja są najszerzej stosowanymi metodami gospodarowania odpadami na świecie. Wnioski płynące z analizy literatury wskazują, że skuteczne zarządzanie odpadami w dużych miastach wymaga zintegrowanego podejścia, łączącego zaawansowane technologie z elastycznymi strategiami prawno-ekonomicznymi.

Słowa kluczowe: gospodarka odpadami, obszary metropolitalne, gospodarka o obiegu zamkniętym, *Smart City*, wyzwania środowiskowe.

PSZOK szansa czy konieczność w osiągnięciu wymaganych poziomów odzysku i recyklingu odpadów na przykładzie wybranego obszaru administracyjnego

Małuszyńska I.¹, Małuszyński M.J.¹, Wojs M. A.², Stachyra M.², Przybyłowski J.²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania Środowiska i Teledetekcji, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Międzywydziałowe Koło Naukowe Ekoinżynierii, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

ilona_maluszynska@sggw.edu.pl

Gospodarka odpadami komunalnymi stanowi jedno z najistotniejszych wyzwań rozwoju społeczno-gospodarczego, determinując efektywność osiągania wymaganych poziomów recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów. W literaturze przedmiotu znaczną uwagę poświęca się zagadnieniom zarządczym związanym z planowaniem, organizacją i kontrolą gospodarki odpadami komunalnymi.

W artykule przedstawiono studium przypadku trzech polskich gmin z województwa podkarpackiego o zabudowie jednorodzinnej (po jednym przedstawicielu dla gminy wiejskiej, miejsko-wiejskiej i miejskiej). W wybranych jednostkach przeanalizowano funkcjonujące na ich terenie punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (PSZOK). Punkty te znane są w Unii Europejskiej pod nazwą lokalnych centrów recyklingu. Prowadzenie tego typu punktów zgodnie z ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach jest obowiązkiem każdej jednostki samorządu terytorialnego. Zgodnie z założeniem właściwa organizacja i dostępność PSZOK-ów, może stanowić element dopełnienia systemu zagospodarowania odpadów. Może też pozwolić na osiągnięcie ustawowych poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych.

Opracowanie ma na celu rozstrzygnięcie, czy odpowiednio zarządzany PSZOK stanowi jedynie szansę na poprawę poziomu recyklingu, czy jest koniecznością warunkującą osiągnięcie poziomów recyklingu, wynikających z polskiego ustawodawstwa.

Analiza funkcjonowania PSZOK-ów wykazała, że sprawniej działają te punkty, w których wprowadzono więcej elementów związanych z zarządzaniem odpadami. Sprawniejsze funkcjonowanie przekłada się na większą ilość pozyskanych odpadów i wyższe poziomy odzysku i recyklingu dla poszczególnych frakcji odpadów.

Słowa kluczowe: zarządzanie odpadami komunalnymi, punkt selektywnej zbiórki odpadów komunalnych, spełnienie wymogów ustawowych.

Wdrażanie rozwiązań z zakresu zrównoważonego rozwoju w firmie z sektora e-commerce z wykorzystaniem modelu Digital Business Model Canvas (BMC) na przykładzie InPost Sp. z o.o.

Jakub Adam Małuszyński¹, Ilona Małuszyńska², Marcin Józef Małuszyński²

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk Ekonomicznych, Międzywydziałowe Koło Naukowe Ekoinżynierii

² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania Środowiska i Teledetekcji, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
e-mail: ilona_maluszynska@sggw.edu.pl

Zrównoważony rozwój stał się kluczowym elementem globalnych branż gospodarki, takich jak logistyka, w których wprowadzane są praktyki przyjazne dla środowiska. Raportowanie wskaźników efektywności środowiskowej wpływa na rentowność firmy, dlatego dla inwestorów ważne jest, aby wiedzieć, czy wizerunek firmy opiera się na dobrych wskaźnikach efektywności środowiskowej, a tym samym przyczynia się do rozwoju społeczności i dobrobytu inwestorów.

Przedmiotem opracowania jest firma sektora e-commerce InPost sp. z o.o., która od 9 lutego 2026 roku jest częścią międzynarodowego „Konsorcjum”, z istotnymi udziałami zagranicznych funduszy.

Głównym celem pracy jest przedstawienie rozwiązań wdrażanych w ramach zrównoważonego rozwoju firmy przy wykorzystaniu modelu Digital Canvas w oparciu o działalność firmy InPost Sp. z o.o.

Autorzy przedstawili rozwiązania wdrożone lub wdrażane w ramach programu InPost for Cities i wskazali na ważną rolę warsztatów skierowanych do samorządowców, w ramach których firma ma możliwość dopasowania kierunków rozwoju do długofalowych celów związanych z zrównoważonym rozwojem miast i organizacji zarządzanych przez samorządy między innymi poprzez wspieranie uczniów i środowisk szkolnych.

Słowa kluczowe: logistyka, InPost for Cities, BMC

Wpływ turystyki i rekreacji na stan zanieczyszczenia gleb i roślin terenów przybrzeżnych Jeziora Wigry.

Małuszyński Marcin J.¹, Pawluśkiewicz Bogumiła¹, Małuszyńska Ilona¹, Ambrosiewicz Maciej², Gruszczyńska Joanna³, Grzegorzółka Beata³, Monika Kowalska-Górska⁴

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania Środowiska i Teledetekcji, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

² Muzeum Wigier, Stary Folwark 50, 16-412 Suwałki

³ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk o Zwierzętach, Katedra Genetyki i Ochrony Zwierząt, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

⁴ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Hodowli Zwierząt, Zakład Limnologii i Rybactwa ul. Chełmońskiego 38c 51-630 Wrocław
e-mail: marcin_maluszynska@sggw.edu.pl

Człowiek poszukuje miejsc, które pozwalają na poprawę zdrowia, a także przyciągają swoim pięknem i oryginalnością. Poszukiwania te, przyczyniają się do rozwoju infrastruktury poprawiającej warunki dla turystyki i rekreacji. Rozwój tego sektora gospodarki poza pozytywnymi ma również i negatywne skutki jak np. produkcja odpadów, niszczenie flory i miejsc siedliskowych fauny, czy emisje zanieczyszczeń do środowiska. Chociaż sektor turystyki i rekreacji w skali globalnej nie stanowi największego zagrożenia dla środowiska to jednak warto zwrócić uwagę na koncentrację przestrzenną i intensywność w krótkim okresie sezonu turystycznego. Intensywna turystyka i rekreacja mogą doprowadzić do lokalnej degradacji obszarów o znacznych walorach przyrodniczo-krajobrazowych. Szczególnie zagrożone są miejsca podlegające ochronie takie jak np.: Jezioro Wigry, znajdujące się na terenie Wigierskiego Parku Narodowego. Unikatowość tego miejsca przyciągająca turystów wynika z faktu, że obejmuje on krajobraz pojezierny wykształcony podczas ostatniego zlodowacenia. Znajduje się tutaj również jeden z najatrakcyjniejszych szlaków kajakowych - szlak Czarnej Hańczy. Celem badań było określenie wpływu aktywnego wypoczynku na stan środowiska terenów przybrzeżnych Jeziora Wigry ze szczególnym uwzględnieniem zanieczyszczenia gleb i roślin. Do analiz wytypowano 8 lokalizacji wokół jeziora, różniących się stopniem antropopresji. Przy wyborze kierowano się oddziaływaniem szlaków komunikacyjnych, miejscami związanymi ze sportami wodnymi i wędkarstwem, czy dawnymi lokalizacjami ośrodków wypoczynkowych. Jako obszar

znajdujący się pod najmniejszym wpływem antropopresji wybrano jezioro Białe Wigierskie znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora Wigry oraz kompleksu leśnego Puszczy Augustowskiej. Przeanalizowano wybrane właściwości fizykochemiczne gleb oraz zawartość metali ciężkich w wierzchniej warstwie gleby. Opisano charakterystykę zbiorowisk roślinnych metodą Braun Blanqueta oraz zawartość metali ciężkich w roślinach pobranych z miejsc, w których pobierano próby glebowe.

Słowa kluczowe: antropopresja, środowisko przyrodnicze, obszary chronione, walory przyrodniczo-krajobrazowe

Comparison study of the toxicity of acetaminophen and its biodegradation metabolite - 4-methoxyphenol as soil and water micropollutants

Marzena Matejczyk^{1*}, Andrzej Kaźmierczak², Piotr Ofman³, Józefa Wiater⁴, Krzysztof Kurek⁵, Edyta Juszczuk-Kubiak⁶, Grażyna Łaska⁴, Paweł Kondzior¹, Ruslan Oblap⁷, Ewelina Omelianowicz¹

¹Białystok University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environmental Sciences, Department of Chemistry, Biology and Biotechnology, Wiejska 45E Str, 15-351 Białystok, Poland. *Corresponding author: Marzena Matejczyk, e-mail: m.matejczyk@pb.edu.pl

²Department of Cytophysiology, Institute of Experimental Biology Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Łódź, Pomorska 141/143, 90-236, Łódź, Poland.

³Białystok University of Technology, Department of Environmental Engineering Technology, Wiejska 45E Str., 15-351 Białystok, Poland

⁴Department of Agri-Food Engineering and Environmental Management, Białystok University of Technology, Białystok, Poland

⁵Medical University of Białystok, Department of Gastroenterology and Internal Medicine, M. Skłodowskiej-Curie 24A Str., 15-276 Białystok, Poland

⁶Department of Biotechnology, Prof. Waław Dąbrowski Institute of Agricultural and Food Biotechnology-State Research Institute, Rakowiecka 36 Str., 02-532 Warsaw, Poland

⁷Jan Kochanowski University in Kielce, Collegium Medicum, Department of Surgical Medicine with the Laboratory of Medical Genetics, IX Wieków Kielc 19A Av., 25-317 Kielce, Poland

Aim of the study: Acetaminophen (N-acetyl-p-aminophenol, APAP, paracetamol), is one of the most frequently detected anthropogenic pharmaceutical micropollutants in environmental matrices. 4-methoxyphenol (4-MP) is a main metabolite of APAP biodegradation. Determining and comparing the toxicity of the parent drug APAP with its metabolite 4-methoxyphenol is crucial for global environmental health.

Materials and methods: In this study the toxicity of the drug and its metabolite was investigated in *E. coli* ATCC-25922 and *Candida albicans* ATCC-1023 based on the growth inhibition values of both microorganism cultures. To determine the susceptibility of microorganisms belonging to the human natural microbiome (*E. coli*, *E. hormaechei*, *S. epidermidis*, *L. rhamnosus*, and *C. albicans*) to acetaminophen and its metabolite 4-methoxyphenol, the minimum inhibitory concentrations (MICs) were determined. The genotoxicity was estimated based on the induction of genotoxin sensitive *recA* promoter *E. coli* RFM443 *recA:luxCDABE*. To determine the molecular mechanism of toxicity of both compounds applied at the

concentration of (1000, 100, 10, 1 and 0.1 mg/L), ROS (Radical Oxygen Species) synthesis as an oxidative stress indicator in *E. coli* strain was measured.

Results: A comparative analysis of the antimicrobial activity of APAP and 4-MP revealed similar sensitivity of both *E. coli* and *C. albicans* strains to paracetamol, primarily at a concentration of 100 mg/L. A similar effect at this concentration was observed for the metabolite 4-MP. 4-MP, when used at a lower concentration of 10 mg/L, had a stronger effect on both microbial strains compared to the parent drug. The results obtained indicate a diverse and stronger biological activity of the metabolite compared to APAP. In tests to determine the MIC values for APAP and 4-MP, the tested strains of *E. coli* and *E. hormaechei*, which belong to the natural human microbiome, were found to be more sensitive to the metabolite 4-MP compared to acetaminophen. In the comparison of the genotoxicity of paracetamol and its metabolite conducted in this study, a stronger genotoxic effect of the parent drug was detected in *E. coli* cells compared to the metabolite - 4-MP. Based on the results obtained regarding ROS synthesis levels in *E. coli*, it was concluded that oxidative stress is the primary molecular mechanism underlying the toxicity and genotoxicity of APAP and 4-MP.

Conclusions: The results of the studies conducted show that, during acetaminophen biodegradation and metabolism in the human body a toxic metabolite – 4-MP is formed which, when mixed with the parent drug, increases its toxicity. Paracetamol, along with its toxic metabolite, may disrupt the quantitative and qualitative composition of soil and activated sludge microbiota, leading to impaired function. In the human body, however, toxic paracetamol and its metabolite may disrupt the human microbiome, leading to dysbiosis, which predisposes to the induction of carcinogenesis by modulating the activity of the P53 protein and the organized network of heat shock proteins (HSPs). Furthermore, we must remember that drugs and metabolites in the human body can interact in various ways with other drugs and their metabolites, forming complexes with unknown and unpredictable biological activity, leading to the induction of many diseases, including autoimmune disorders and cancers.

Makrofity zanurzone jako pułapki mikroplastiku w nizinnej rzece i ich potencjał bioremediacyjny

Karolina Mierzyńska^{1,2}, Piotr Zieliński²

¹Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

²Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Ekologii Wód, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok
k.mierzynska@uwb.edu.pl

Zanieczyszczenie mikroplastikiem (MP) stanowi jedno z najistotniejszych współczesnych zagrożeń dla ekosystemów wodnych, szczególnie w rzekach poddanych silnej antropopresji. W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się roli makrofitytów zanurzonych jako naturalnych struktur zdolnych do wychwytywania oraz czasowego magazynowania MP transportowanego w toni wodnej. Z tego względu mogą one pełnić funkcję bioindykatorów jakości środowiska wodnego.

Badania przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2024 roku na wybranych stanowiskach rzeki Narew w północno-wschodniej Polsce. Analizą objęto osiem gatunków makrofitytów o zróżnicowanej budowie morfologicznej, w tym moczarkę kanadyjską, rogatka sztywnego oraz strzałkę wodną. Biofilm na powierzchni makrofitytów wypłukano, a następnie przeanalizowano pod względem liczebności, wielkości, kształtu i barwy MP.

Stwierdzono różnice w poziomie akumulacji MP pomiędzy analizowanymi gatunkami, co może wynikać z odmiennej struktury powierzchni roślin oraz intensywności rozwoju biofilmu. Dominującą frakcją MP stanowiły włókna syntetyczne i nieregularne fragmenty. Najczęściej obserwowano kolor niebieski, czarny i czerwony, a ich rozmiar mieścił się głównie w zakresie 50–1000 µm. Średnia ilość MP wyniosła około 1 cząstki na gram świeżej masy makrofitytu.

Uzyskane wyniki wskazują, że makrofityt mogą odgrywać istotną rolę w retencji i redystrybucji MP w ekosystemach rzecznych stanowiąc dobry materiał bioremediacyjny. Jednocześnie stwierdzono potrzebę dalszych badań nad wpływem MP na funkcjonowanie roślin wodnych, organizmów peryfitonowych oraz procesów zachodzących w sieciach troficznych wód śródlądowych.

Słowa kluczowe: mikroplastik, makrofityt, biofilm, peryfiton

Od wytlóków do ekoskóry – nowe życie odpadów owocowych

Hubert Nowicki, Michał Klejno, Weronika Martyna Kempista, Kacper Dąbrowski, Hubert Karczewski, Kinga Koziak, Małgorzata Kowczyk-Sadowy, Aneta Sienkiewicz, Małgorzata Krasowska
Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok
kinga.koziak@sd.pb.edu.pl

Rosnące zainteresowanie gospodarką o obiegu zamkniętym oraz konieczność ograniczania zużycia tworzyw syntetycznych stymulują rozwój innowacyjnych materiałów biopolimerowych. W pracy przedstawiono proces otrzymywania kompozytu skóropodobnego z wykorzystaniem produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Proces technologiczny obejmuje obróbkę mechaniczno-termiczną oraz homogenizację biomasy owocowej ze skrobią roślinną pełniącą funkcję spoiwa. Kluczowym etapem modyfikacji strukturalnej jest ekstruzja mieszaniny. W celu ułatwienia formowania materiału oraz poprawy jego właściwości użytkowych do matrycy wprowadzono plastifikator, składnik hydrofobizujący oraz substancję zakwaszającą wspomagającą proces sieciowania. Pulpą porzeczkowa pełniła funkcję naturalnego barwnika oraz modyfikatora struktury. Otrzymaną masę formowano w cienkie warstwy, a następnie suszono do postaci biofilmu. Dla zwiększenia odporności na działanie wody i ścieranie powierzchnię materiału poddawano laminacji roztworem szelaku. Uzyskany biomateriał charakteryzuje się dobrą elastycznością oraz zadowalającymi właściwościami mechanicznymi. Badania wykazały, że synergistyczne oddziaływanie wtlóków jabłkowych i pulpy porzeczkowej poprawia wytrzymałość materiału, natomiast proces laminowania skutecznie zwiększa jego trwałość.

Słowa kluczowe: gospodarka o obiegu zamkniętym, biopolimery, wtloki jabłkowe, materiały skórpodobne, recykling organiczny.

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy zespołowej WZ/WB-IIS/4/2026 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji przekazanej przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Zastosowanie reaktora AMPR do efektywnego wprowadzania modyfikatora w procesie spalania pyłu węglowego

Marek Ochowiak¹, Zdzisław Bielecki², Andżelika Krupińska¹, Sylwia Włodarczak¹

¹ Politechnika Poznańska, ul. J. Rychelewskiego 1, 61-131 Poznań,

² KMB Catalyst, ul. Pszczyńska 167C, 43-175 Wry

marek.ochowiak@put.poznan.pl

Rozwój technologii spalania paliw stałych wymaga nowoczesnych rozwiązań zwiększających efektywność energetyczną, ograniczających emisje i wspierających zrównoważoną eksploatację kotłów pyłowych. Celem pracy było opracowanie i wdrożenie systemu aplikacji modyfikatora katalitycznego w spalaniu pyłu węglowego, w kotle o dużej mocy, uwzględniającego aspekty ekologiczne i operacyjne.

W ramach badań przeanalizowano właściwości fizykochemiczne modyfikatora złożonego z cząstek Niklu Raneya oraz cieczy bazowej. Badania granulometryczne umożliwiły określenie rozkładu cząstek i optymalną strukturę modyfikatora. Zbadano również właściwości reologiczne cieczy bazowej modyfikatora, istotne dla stabilnego i kontrolowanego rozpylania w aerodynamicznym reaktorze wielofazowym AMPR (ang. Aerodynamic Multi-Phase Reactor). Symulacje CFD pozwoliły na optymalizację przepływów, trajektorii kropeł oraz interakcji z pyłoprzewodami, co przyczyniło się do wzrostu efektywności spalania i redukcji emisji. Ostatecznie opracowany reaktor AMPR został zaimplementowany w EC Siekierki, gdzie przeprowadzono testy operacyjne na kotle K-15 o mocy 430 MW. Wyniki wdrożenia potwierdziły skuteczność systemu w dostarczaniu katalizatora, w precyzyjnie określone obszary pyłoprzewodu, co umożliwiło poprawę wydajności procesu spalania. Przedstawione rozwiązania ilustrują synergiczne połączenie inżynierii procesowej i ekologicznej, pokazując, że optymalizacja parametrów modyfikatora oraz kontrola przepływów mogą istotnie wspierać zrównoważoną produkcję energii.

Słowa kluczowe: katalizator spalania, innowacyjne rozwiązanie, kocioł pyłowy, optymalizacja procesu.

Podziękowania: Badania te zostały dofinansowane w ramach projektu „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii intensyfikacji spalania paliw stałych” współfinansowanego przez NCBiR w ramach programu krajowego – Prace B+R i komercjalizacja wyników B+R – Regionalne Agendy Naukowo-Badawcze/2017 (nr umowy POIR.04.01.02-00.068/17-00).

Projektowanie nośników liposomowych kurkuminy z wykorzystaniem fosfolipidów anionowych

Agnieszka Owerczuk^{1,2}, Joanna Kotyńska², Monika Naumowicz²

¹Uniwersytet w Białymstoku, Szkoła Doktorska, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

²Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Chemii, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

a.owerczuk@uwb.edu.pl

Liposomy stanowią zaawansowany system dostarczania substancji aktywnych, których potencjalne zastosowanie zależy od właściwości fizykochemicznych determinowanych przez skład lipidowy. Jednym z kluczowych parametrów warunkujących stabilność układów koloidalnych jest potencjał zeta, którego wysokie wartości bezwzględne świadczą o zwiększonej stabilności dyspersji. W tym kontekście zastosowanie fosfolipidów anionowych może stanowić skuteczną strategię poprawy stabilności nośników liposomowych.

Cel badania stanowiło zaprojektowanie liposomowych nośników kurkuminy o zwiększonej stabilności poprzez optymalizację zawartości fosfolipidów anionowych oraz ocenę ich wpływu na parametry fizykochemiczne układów. Przygotowano liposomalne formułacje zawierające kurkuminę, fosfatydylocholinę sojową oraz cholesterol (próba kontrolna). Próba badawcza zawierała dodatkowo fosfolipidy anionowe – fosfatydyloglicerol lub fosfatydyloserynę w udziale 10 – 50% masy układu. Otrzymane nośniki scharakteryzowano pod względem rozmiaru cząstek, indeksu polidispersyjności, potencjału zeta oraz obecności cząstek zagregowanych.

Wykazano, że liposomy zawierające fosfolipidy anionowe charakteryzowały się korzystniejszymi właściwościami fizykochemicznymi w porównaniu z układami kontrolnymi. Formułacje te cechowały się niższym współczynnikiem polidispersyjności oraz brakiem agregacji, co wskazuje na ich większą jednorodność i stabilność. Optymalizacja zawartości fosfolipidów anionowych wykazała, że najbardziej korzystne parametry uzyskano przy ich udziale wynoszącym 20% masy układu.

Słowa kluczowe: potencjał zeta, układy koloidalne, membrany biomimetyczne

Wpływ ruchu ulicznego na zawartość rtęci w odpadach zielonych z trawników ulicznych

Bogumiła Pawluśkiewicz, Ilona Małuszyńska, Marcin J. Małuszyński, Tomasz Gnatowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Instytut Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania Środowiska i Teledetekcji,

02-776, Warszawa, ul Nowoursynowska 159

bogumila_pawluskiewicz@sggw.edu.pl

Celami pracy było określenie zawartości rtęci w roślinach rosnących na trawnikach przyulicznych (5) w zależności od natężenia ruchu drogowego (wysokiego, średniego i niskiego) i odległości od krawędzi jezdni (0-3 m i 6-17 m). Analizowano zawartość rtęci w gatunkach roślin charakterystycznych dla poszczególnych powierzchni (łącznie 11). W 5 gatunkach oznaczono zawartość rtęci w nadziemnych organach wegetatywnych (łodygi, liście) i generatywnych (kwiatostany). Materiał roślinny pobrano w sierpniu przed koszeniem trawników. Rośliny ścięto tuż nad powierzchnią ziemi w liczbie kilkunastu osobników danego gatunku. Osobniki te były w tej samej fazie rozwojowej. Rośliny wybierano losowo z całej powierzchni badanego pasa zieleni. Po przygotowaniu prób (przemyciu wodą destylowaną) i wysuszeniu, oznaczono zawartość rtęci całkowitej za pomocą analizatora spektrofotometrii absorpcji atomowej AMA 254.

Obecność rtęci (0,0194 - 0,691 mg Hg·kg⁻¹ s. m.) wykazano we wszystkich roślinach. Stwierdzono, że ze względu na zawartość rtęci zielone odpady zebrane z trawników przyulicznych mogą stanowić potencjalne zagrożenie, w tym zwłaszcza pobrane z 3 metrowego pasa od krawędzi jezdni o wysokim natężeniu ruchu. W częściach wegetatywnych roślin stwierdzono większą zawartość rtęci (śr. 6-krotnie) niż w generatywnych, a liściach średnio 2,5-krotnie większą niż w łodygach. Dużą kumulacją rtęci odznaczały się *Rumex acetosa* L. i *Achillea millefolium* L.

Słowa kluczowe: szlaki komunikacyjne, zanieczyszczenie roślin rtęcią, odległość od krawędzi jezdni, organy wegetatywne i wegetatywne roślin

Wpływ wartości stężeń związków węgla w wodach powierzchniowych na zamieranie drzewostanów olchowych/ The impact of carbon compound concentrations in surface waters on the decline of alder stands

Monika Puchlik¹, Konrad Wilamowski²

^{1,2}Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok,
m.puchlik@pb.edu.pl

Artykuł przedstawia analizę wpływu wartości stężeń związków węgla w wodach powierzchniowych na zamieranie drzewostanów olchowych. Obiekty badań stanowią: rzeka Łutownia (woj. podlaskie) oraz rzeka Utrata, której zlewnia znajduje się w województwie mazowieckim. Przeprowadzona analiza porównawcza pozwoliła nie tylko na uchwycenie różnic w jakości wód powierzchniowych obu cieków, lecz także na wskazanie ich oddziaływania na zamieranie Olchy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) wokół obszaru obu rzek.

W badaniach własnych szczególną uwagę zwrócono na ich sezonowe wahania, które są istotnymi determinantami procesów ekologicznych zachodzących w środowisku wodnym.

Słowa kluczowe: zmiany klimatu, jakość wód powierzchniowych, tereny leśne i miejskie, zamieranie drzewostanu.

**Czynniki środowiskowe jako determinanty skuteczności
probiotyków w kształtowaniu mikrobiomu jelitowego/
Environmental factors as determinants of the effectiveness of
probiotics in shaping the gut microbiome**

Emilia Ramatowska, Elżbieta Wołejko
Katedra Chemii, Biologii i Biotechnologii
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka
emilia.ramatowska@sd.pb.edu.pl

Intensyfikacja rolnictwa oraz powszechne stosowanie środków ochrony roślin przyczyniają się do wzrostu obecności pozostałości pestycydów w środowisku oraz żywności. Związki te mogą przedostawać się do organizmu człowieka drogą pokarmową i oddziaływać na przewód pokarmowy, w tym na mikrobiotę jelitową. Mikrobiom jelitowy pełni istotną rolę w utrzymaniu homeostazy organizmu, regulacji odpowiedzi immunologicznej, metabolizmu oraz integralności bariery jelitowej. Zaburzenia jego składu i aktywności mogą prowadzić do dysbiozy oraz osłabienia funkcji ochronnych jelit.

W kontekście kształtowania mikrobiomu szczególne znaczenie mają bakterie probiotyczne, zwłaszcza należące do rodzajów *Lactobacillus*. Ich skuteczność zależy jednak od wielu czynników środowiskowych, w tym obecności substancji chemicznych pochodzenia rolniczego. Pestycydy mogą wpływać na przeżywalność, wzrost, aktywność metaboliczną oraz właściwości funkcjonalne bakterii probiotycznych, co może ograniczać ich zdolność do modulowania mikrobioty jelitowej i wspierania bariery jelitowej.

Celem pracy jest omówienie czynników środowiskowych jako determinantów skuteczności probiotyków w kształtowaniu mikrobiomu jelitowego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu pestycydów na wybrane bakterie probiotyczne. Analiza tego zagadnienia pozwoli lepiej zrozumieć, w jaki sposób pozostałości środków ochrony roślin mogą modyfikować działanie mikroorganizmów korzystnych dla zdrowia oraz wpływać na równowagę mikrobiomu człowieka.

Słowa kluczowe: probiotic bacteria, pesticides, environmental pollution, gut microbiota, foodborne contaminants

Odzysk wody z zużytych chłodziw maszynowych metodą elektrokoagulacji

Maciej Jan Siedlecki, Dariusz Boruszko

Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok, Polska

maciej.siedlecki@sd.pb.edu.pl

Zużyte chłodziwa maszynowe stanowią trudny do zagospodarowania strumień odpadowy powstający w zakładach obróbki metali. Ich skład zależy od rodzaju stosowanego koncentratu, czasu eksploatacji, stopnia rozcieńczenia, obecności olejów obcych, drobin metali oraz produktów degradacji dodatków technologicznych. Zmienność właściwości fizykochemicznych powoduje, że klasyczne metody oczyszczania mogą być niewystarczające lub ekonomicznie nieuzasadnione, szczególnie w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw.

Celem pracy jest przedstawienie możliwości zastosowania elektrokoagulacji jako metody oczyszczania zużytych chłodziw maszynowych ukierunkowanej na odzysk wody. Proces ten polega na elektrochemicznym wytwarzaniu koagulantu bezpośrednio w oczyszczanej cieczy poprzez rozpuszczanie elektrod metalicznych pod wpływem przepływu prądu. Powstające formy koagulujące umożliwiają destabilizację emulsji olejowo-wodnej, agregację zanieczyszczeń oraz ich separację w postaci osadu lub flotatu. W pracy uwzględniono znaczenie podstawowych parametrów procesu, takich jak natężenie prądu, czas prowadzenia elektrokoagulacji, materiał elektrod, pH, przewodność właściwa oraz charakterystyka oczyszczanego medium.

Prezentowane zagadnienie ma charakter technologiczno-aplikacyjny i jest powiązane z rozwojem kompaktowego rozwiązania do oczyszczania zużytych chłodziw w warunkach przemysłowych. Koncepcja ta rozwijana jest również w ramach prac nad prototypem urządzenia CoolCircu realizowanych w programie Hub of Talents 3. Zastosowanie elektrokoagulacji może ograniczyć ilość odpadu kierowanego do utylizacji, zmniejszyć zużycie świeżej wody oraz wspierać wdrażanie zasad gospodarki obiegu zamkniętego w sektorze obróbki metali.

Słowa kluczowe: emulsje olejowo-wodne, ścieki przemysłowe, separacja zanieczyszczeń, recykling, gospodarka obiegu zamkniętego

Wpływ procesu granulacji na profil i stabilność cytokinin w odpadowych materiałach roślinnych i osadach ściekowych w kontekście ich zastosowania nawozowego

Aneta Sienkiewicz¹, Małgorzata Kowczyk-Sadowy¹, Marzena Smolewska¹, Paweł Cwalina¹, Sławomir Obidziński¹, Małgorzata Krasowska¹, Jolanta Piekut¹, Alicja Piotrowska-Niczyporuk², Andrzej Bajguz²

¹ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

² Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

a.sienkiewicz@pb.edu.pl

Cytokiny to fitohormony regulujące wzrost i rozwój roślin, a ich obecność w materiałach nawozowych ma istotne znaczenie dla ich działania biologicznego. Celem pracy była ocena wpływu granulacji ciśnieniowej na zawartość i profil cytokinin w odpadowych materiałach roślinnych oraz kompostach z dodatkiem osadów ściekowych przeznaczonych do zastosowań nawozowych.

Badaniom poddano granulaty z łęczyny fasoli z dodatkiem otrębów pszennych (5, 10 i 15%) oraz komposty z dodatkiem osadów ściekowych (10–40%), a także materiały wyjściowe przed procesem granulacji. Zawartość i profil cytokinin oznaczono metodą chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS).

W pracy przedstawiono zmiany zawartości cytokinin przed i po procesie granulacji, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu wysokiej temperatury i ciśnienia na ich stabilność. Najwyższą zawartość cytokinin odnotowano w granulacie z łęcin fasoli z dodatkiem 15% otrębów pszennych (5969 ng/g_{s.m.}), natomiast najniższą w popiele powstałym ze spalania osadów ściekowych (45 ng/g_{s.m.}). Spośród analizowanych związków największe stężenie stwierdzono dla O-glukozydu dihydrozeatyny. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do optymalizacji parametrów technologicznych produkcji granulatów nawozowych o podwyższonej bioaktywności.

Słowa kluczowe: fitohormony, biomasa odpadowa, stabilność termiczna, nawozy organiczne, chromatografia cieczowa LC-MS

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy zespołowej WZ/WB-IIŚ/4/2026 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane z subwencji przekazanej przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Analiza wieloetapowego systemu oczyszczania ścieków kawowych w aspekcie usuwania zanieczyszczeń i odzysku wody

Angelika Skorupa, Mariusz Kowalczyk, Małgorzata Worwąg
Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska,
ul. J. H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa
angelika.skorupa@pcz.pl

Rozwój przemysłu spożywczego, w tym sektora przetwórstwa kawy, wiąże się ze wzrastającym zużyciem wody oraz generowaniem ścieków o wysokim ładunku zanieczyszczeń organicznych. W odpowiedzi na wymagania środowiskowe oraz założenia Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ), coraz większe znaczenie mają technologie umożliwiające odzyskanie i ponowne wykorzystanie wody.

Celem badań była ocena skuteczności zintegrowanego, wieloetapowego systemu oczyszczania ścieków syntetycznych zawierających ekstrakt z palonych ziaren kawy o stężeniach 0,5 oraz 1 g/L, symulujących zanieczyszczenia charakterystyczne dla produkcji kawy rozpuszczalnej i mycia urządzeń technologicznych. Zastosowany w badaniach układ technologiczny obejmował biologiczne oczyszczanie, sorpcję na węglu aktywnym, filtrację membranową oraz dezynfekcję z użyciem ozonu i promieniowania UV.

Zastosowane procesy umożliwiły usunięcie całkowitego węgla organicznego na poziomie 97–99%, całkowite usunięcie azotu amonowego oraz zmniejszenie zmętnienia o 95–96%, przy końcowym zakresie pH 7,36–7,98. Nie odnotowano jednak istotnego obniżenia przewodnictwa elektrolitycznego, stężenia fosforanów oraz azotanów, co wskazuje na potrzebę dalszych analiz innych parametrów procesowych.

Uzyskane wyniki potwierdzają potencjał zastosowania wybranego zintegrowanego systemu w oczyszczaniu ścieków kawowych oraz możliwość odzysku wody przeznaczonej do ponownego wykorzystania w przemyśle.

Słowa kluczowe: kawa, biologiczne oczyszczanie, sorpcja, filtracja, dezynfekcja

Badania zostały zrealizowane w ramach środków na badania statutowe finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Enhancing biodegradability of orange waste using different pre-treatment strategies

Aleksandra Szaja^{1,*}, Agnieszka Montusiewicz¹, Sylwia Pasieczna-Patkowska², Izabela Bartkowska³, Magdalena Lebiocka¹, Rafał Panek⁴

¹Lublin University of Technology, Faculty of Environmental Engineering, Nadbystrzycka St. 40B, 20-618 Lublin, Poland

²Maria Curie Skłodowska University, Department of Chemical Technology, Faculty of Chemistry, Pl. Marii Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Poland

³Białystok University of Technology, Department of Water Supply and Sewage Systems, Faculty of Civil Engineering and Environmental Sciences, Poland

⁴Lublin University of Technology, Department of Building Materials Engineering and Geoengineering, Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin, Poland

* a.szaja@pollub.pl

The effective management of orange wastes (OW) still constitute a technological challenge. Among various solutions, their use in anaerobic digestion (AD) might be profitable, mainly due to the possibility of energy recovery. However, the application of OW as a substrate is problematic, because of the presence of lignin and toxic compounds i.e. phenols and d-limonene. In this study, the effectiveness of selected pre-treatment methods: acoustics (AC) and hydrodynamic cavitation (HC), microwave radiation (MR) and impact of solidified carbon dioxide (SCD) in enhancing biodegradability of OW was investigated. Moreover, their impact on the release of potential AD inhibitors such as essential oil and phenols was evaluated. Among all investigated methods, the HC indicated the major effectiveness in improving biodegradability with the lowest energy demand. For this method, over 2-fold increase in biodegradability index was achieved. Moreover, the solubilisation yield, removal of organic compounds and delignification degree was establish at the level of 8, 63 and 56%, respectively. This effect was obtained with a low energy usage of 0.08 MJ/kg. However, HC favored the generation of phenols and p-cymene, both of which are possible AD inhibitors.

Keywords: orange wastes, pre-treatment, lignocellulosic biomass, cavitation, microwave radiation, solidified carbon dioxide

Kompost jako źródło bakterii zdolnych do biodegradacji polietylenu

Elżbieta Szczyrba¹, Agnieszka Gąszczak¹, Tetiana Pokynbroda², Nataliia Koretska², Anna Gancarczyk¹

¹Instytut Inżynierii Chemicznej Polskiej Akademii Nauk, ul. Bałtycka 5, 44-100 Gliwice

²Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels of the Institute of Physical-Organic Chemistry and Coal Chemistry named after L. M. Lytvynenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Naukova str, 79060, Lviv, Ukraine
eszczyrba@iich.gliwice.pl

Zanieczyszczenie środowiska odpadami z tworzyw sztucznych stanowi jedno z najpoważniejszych wyzwań współczesnej cywilizacji, co wynika z ich powszechnego zastosowania, trwałości oraz łatwości przedostawania się poza kontrolowany system gospodarki odpadami. Ich długotrwała akumulacja w glebie, wodach oraz organizmach żywych. stanowi istotne zagrożenie dla ekosystemów oraz zdrowia człowieka. Rozwój biologicznych metod degradacji tworzyw sztucznych przyczynia się do zmniejszenia skali zanieczyszczenia środowiska.

Celem niniejszej pracy była izolacja mikroorganizmów zdolnych do biodegradacji LDPE oraz ich charakterystyka. Jako źródło mikroorganizmów wykorzystano dwa rodzaje kompostu: komercyjny oraz kompost przydomowy, w których zakopano kawałki folii polietylenowej. Po upływie 10 miesięcy pobrano próbki gleby, a następnie wyizolowano szczepy bakteryjne zdolne do wzrostu na podłożach, w których jedynym źródłem węgla było LDPE. Nowe izolaty poddano analizie morfologicznej, biochemicznej oraz identyfikacji genetycznej, co pozwoliło na ich dokładne scharakteryzowanie. Wybrane szczepy bakteryjne wykorzystano w długoterminowych testach biodegradacji LDPE prowadzonych w warunkach laboratoryjnych. Stopień degradacji oceniano na podstawie ubytku masy polimeru, zmian kąta zwilżania, spektroskopii ATR-FTIR oraz mikroskopii elektronowej skaningowej (SEM). Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszych prac nad wykorzystaniem mikroorganizmów w ograniczaniu zanieczyszczenia środowiska tworzywami sztucznymi.

Słowa kluczowe: biodegradacja, tworzywa sztuczne, kompost, ATR-FTIR, SEM.

Występowanie farmaceutyków w oczyszczonych ściekach komunalnych i sposób ich eliminacji

Kazimierz Szymański¹, Jacek Piekarski¹, Robert Sidelko¹, Beata Janowska¹

¹Politechnika Koszalińska

Propagowanie gospodarki o obiegu zamkniętym, wynikającym z realizacji celów dyrektywy 2000/60/WE pozwoli na zajęcie się w sposób skoordynowany w całej Unii problemem niedoboru wody. Opublikowane Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/741 z dnia 25 maja 2020r. w sprawie minimalnych wymogów dotyczących ponownego wykorzystania wody nie wyklucza uzyskiwania przez podmioty prowadzące przedsiębiorstwa spożywcze, parametrów jakości wody wymaganej do zapewnienia zgodności z poszczególnymi przepisami. Odzyskiwanie i wykorzystanie wody technologicznej do różnych procesów, staje się jednym z newralgicznych kierunków działań w obecnych deficytowych zjawiskach braku wody na wszystkich kontynentach. W wielu krajach podjęto działania recyklingu ścieków komunalnych jako źródła wody, zawierającej mikroelementy nawozowe w tym związki azotu, fosforu i potasu. Obserwuje się, że w ściekach tych, również powtórnie oczyszczonych, występują mikrozanieczyszczenia w postaci per- i polifluoroalkilowych substancji (PFAS) co może ograniczyć ich częściowe wykorzystanie, przykładowo w rolnictwie i sadownictwie.

Środki kontrastowe jako mikrozanieczyszczenia: Analiza wpływu związków gadolinu na glony *Chlamydomonas reinhardtii*

Marlena Tomczuk¹, Andrzej Bajguz²

¹ Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Białymstoku, Konstantego Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

² Katedra Biologii i Ekologii Roślin, Wydział Biologii, Uniwersytet w Białymstoku, Konstantego Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

¹ m.tomczuk@uwb.edu.pl, ² abajguz@uwb.edu.pl

Powszechne wykorzystanie gadolinowych środków kontrastowych w diagnostyce obrazowej metodą rezonansu magnetycznego prowadzi do niekontrolowanego uwalniania związków gadolinu do środowiska wodnego. Pomimo wysokiej stabilności tych kompleksów w organizmie człowieka, ich długoterminowy wpływ na organizmy wodne pozostaje nadal słabo poznany. Celem pracy była ocena wpływu wybranych związków gadolinu na modelowy glon *Chlamydomonas reinhardtii*, umożliwiający analizę odpowiedzi biochemicznej organizmów na stres środowiskowy wywołany obecnością antropogenicznego gadolinu.

Badania przeprowadzono w szerokim zakresie stężeń (0,1 nM-500 μM) chlorku gadolinu(III) oraz wybranych gadolinowych środków kontrastowych (MultiHance, ProHance i Dotarem), różniących się strukturą ligandów chelatujących jon Gd^{3+} . Oceniano wpływ krótkotrwałej i długotrwałej (1-17 dni) ekspozycji na wzrost i aktywność metaboliczną komórek. Analizie poddano biomasę, liczbę komórek oraz zawartość cukrów, białek i barwników fotosyntetycznych. Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowaną odpowiedź biologiczną zależną od formy chemicznej związku, jego stężenia oraz czasu ekspozycji. Najsilniejsze działanie inhibicyjne wykazywał chlorek gadolinu(III), uwalniający jony Gd^{3+} , a także liniowy środek kontrastowy MultiHance. Związki makrocykliczne charakteryzowały się niższą toksycznością biologiczną – ProHance wykazywał umiarkowany wpływ na analizowane parametry, natomiast Dotarem cechował się najwyższą stabilnością i nie powodował istotnych zmian fizjologicznych. Wyniki badań wskazują, że struktura chemiczna kompleksów gadolinu stanowi kluczowy czynnik determinujący ich biodostępność oraz wpływ na organizmy wodne.

Słowa kluczowe: gadolin, glony, mikrozanieczyszczenia, biodostępność, metabolizm

Zastosowanie paneli PV a emisja zanieczyszczeń w budynku jednorodinnym – studium przypadku

Anna Justyna Werner-Juszczuk,
Politechnika Białostocka, ul Wiejska 45A, 15-351 Białystok, Polska
a.juszczuk@pb.edu.pl

Zgodnie z przyjętym przez Komisję Europejską pakietem „Gotowi na 55” wszystkie budynki mieszkalne będą musiały być zeroemisyjne od 2050 roku. Spełnienie tych warunków będzie wymagać przeprowadzenia renowacji budynków nie tylko w zakresie izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych i stolarki okiennodrzwiowej, ale przede wszystkim w zakresie źródeł ciepła i energii elektrycznej.

Celem pracy jest określenie jak wykorzystanie paneli fotowoltaicznych (PV) w budynku jednorodinnym wpłynęło na emisję zanieczyszczeń przez budynek. Przeanalizowano rzeczywiste zużycie energii elektrycznej w wybranym roku kalendarzowym oraz produkcję energii elektrycznej przez system PV. Analizę przeprowadzono dla budynku jednorodinnego zlokalizowanego w Białymstoku z mikroinstalacją PV o mocy zainstalowanej 9.3 kWp. Źródłem danych były faktury za energię elektryczną oraz dane aplikacji *Fusion solar* sprzężonej z systemem PV w budynku w zakresie produkcji energii elektrycznej. W analizie uwzględniono zanieczyszczenia: CO₂, pyły, CO, NO_x oraz SO_x.

Analiza potwierdziła, że wykorzystanie systemu PV wpłynęło na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń przez budynek. Jednak, aby zwiększyć ten pozytywny efekt konieczne jest zastosowanie magazynów energii elektrycznej, które pozwoliłyby na wzrost auto-konsumpcji energii elektrycznej z PV.

Słowa kluczowe: emisja CO₂, mix energetyczny, samowystarczalność energetyczna, zeroemisyjność

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr WZ/WB-III/2/2026 w Katedrze Budownictwa Zrównoważonego i Instalacji Budowlanych Politechniki Białostockiej i sfinansowane z subwencji badawczej przekazanej przez ministra właściwego do spraw nauki.

Usuwanie mikrozanieczyszczeń z odcieków składowiskowych w procesie utleniania wspomaganego pylistym węglem aktywnym: analizy fizykochemiczne i testy cytotoksyczności

Maria Włodarczyk-Makuła¹, Agata Jabłońska-Trypuć², Józefa Wiater³, Elżbieta Wołejko², Urszula Wydro², Marzena Ewa Smolewska², Rafał Krętowski⁴, Dawid Szutko², Marcin Makuła⁵

¹Wydział Infrastruktury I Środowiska, Politechnika Częstochowska, ul. Dąbrowskiego 69, 42-201 Częstochowa

² Katedra Chemii, Biologii i Biotechnologii, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

³ Katedra Inżynierii Rolno-Spożywczej i Kształtowania Środowiska, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

⁴ Zakład Biochemii Farmaceutycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2A, 15-222 Białystok

⁵Szpital Miejski w Zabrzu, ul. Zamkowa 4, 41-803 Zabrze

Cel badań: Celem pracy była ocena skuteczności usuwania mikrozanieczyszczeń organicznych z odcieków składowiskowych w procesie utleniania połączonego z adsorpcją poprzez analizy zmian wartości wskaźników fizyczno-chemicznych oraz aktywności biologicznej wybranych komórek.

Metodyka: Badaniom poddano odcieki surowe oraz odcieki po procesach: utleniania H_2O_2 , fotoutleniania H_2O_2/UV oraz adsorpcji/katalizy z wykorzystaniem pylistego węgla aktywnego. Przeprowadzono analizy wskaźników fizykochemicznych oraz wykonano testy cytotoksyczności na wybranych szczepach bakterii patogennych i ludzkich liniach komórkowych (nowotworowych).

Wyniki: Badania fizykochemiczne wykazały, że zastosowanie pylistego węgla aktywnego w układzie z nadtlenkiem wodoru pozwoliło na redukcję zanieczyszczeń organicznych. Analizy biologiczne wykazały, że surowe odcieki znacząco stymulowały proliferację i żywotność komórek nowotworowych oraz wzrost mikroorganizmów patogennych. Wskazuje to na obecność substancji o potencjale kancerogennym i biostymulującym. Zastosowane procesy oczyszczania, polegające na połączeniu chemicznego utleniania i adsorpcji skutecznie ograniczały ten efekt, redukując przeżywalność badanych komórek do poziomu bezpieczniejszego dla ekosystemu.

Wnioski: Wykazano, że mikrozanieczyszczenia obecne w odciekach mogą sprzyjać rozwojowi procesów nowotworowych i patogennych w środowisku. Zastosowanie hybrydowych procesów w

układzie zintegrowanym (utlenianie-adsorpcja) stanowi pewne rozwiązanie w minimalizacji ryzyka onkologicznego i mikrobiologicznego generowanego przez składowiska odpadów.

Pracę wykonano w ramach subwencji statutowej Politechniki Częstochowskiej, Politechniki Białostockiej i Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

Nieinwazyjne metody rekultywacji wód powierzchniowych

Barbara Wojtasik^{1,2}, Jan Wojtasik³

¹ Katedra Genetyki Ewolucyjnej i Biosystematyki, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 59, 80-308 Gdańsk

² HydroBiolLab, Firma Naukowo-Badawcza i Laboratorium Hydrobiologiczne, Gdynia

³ Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, Politechnika Gdańska, ul. Siedlicka 1, 80-980 Gdańsk,

e-mail: s196128@student.pg.edu.pl

Termin „rekultywacja wód” oznacza przywracanie zbiornikom wodnym cech zbliżonych do naturalnych w celu podniesienia ich walorów przyrodniczych, rekreacyjnych i gospodarczych. Metody rekultywacji można podzielić na trzy główne grupy: mechaniczne (m.in.: usuwanie wód hipolimnionu, usuwanie zdegradowanych osadów, aeratory), chemiczne (preparaty takie jak PIX i Phoslock®) i biologiczne (m.in.: biomanipulacje, makrofity), przy czym część z nich nie spełnia kryteriów związanych z ochroną środowiska i/lub możliwości ekonomicznych (sprawdzają się jedynie w warunkach testowania, a powszechne wdrożenie jest mało realne z uwagi na duże koszty).

Najczęściej, w celu rekultywacji, konieczne jest usunięcie nadmiaru depozytów (osady denne) oraz zawiesin i zakwitów. Pozostają do zastosowania dwa kierunki poprawy jakości wód: odsączanie zawiesin, zakwitów i/lub luźnych osadów dennych oraz pirolityczna utylizacja zdegradowanych osadów dennych wraz z zawiesiną organiczną i zakwitami. Metody można łączyć. W przypadku mocno zdegradowanych osadów dennych, gdzie poza nadmiarem substancji biogenicznych występują związki toksyczne (m.in. metale ciężkie, trwałe związki organiczne) najwłaściwsza byłaby utylizacja pirolityczna.

Opracowana metoda rekultywacji, w przypadku nadmiaru substancji biogenicznych (powodujących zakwity sinic i intensywny rozwój glonów), występowaniu zawiesiny mineralnej i/lub nadmiaru zdegradowanych osadów dennych, polega na odsączaniu/filtrowaniu ich na odpadzie konopnym. Filtrowanie na złożu konopnym może stanowić alternatywę dla kosztownych i nie dających trwałego efektu poprawy metod rekultywacji. Procedurę można powtarzać wielokrotnie lub w miejscu dopływu zanieczyszczeń stosować w sposób ciągły w celu osiągnięcia zadowalających efektów i/lub stosować jedynie w

ograniczonych obszarach, gdzie pojawiają się zanieczyszczenia. Obecnie opracowywane jest rozwiązanie techniczne, które pozwoli w szybki i bezpieczny sposób na umieszczenie odpowiedniej kubatury filtrów konopnych w rzece / zbiorniku wodnym oraz ich wymianę po napełnieniu przesączem.

Połączenie ekologii z energetyką i ekonomią jest poza odpowiednimi technologiami, warunkiem koniecznym skutecznej rekultywacji. Zdegradowane osady dennie oraz zakwity sinic, kożuchy glonów wraz z różnymi plastikowymi odpadami stanowią materiał energetyczny. Przy tego typu podejściu w miejsce niejednokrotnie gigantycznych kosztów rekultywacji można czerpać zyski, poprzez odfiltrowanie zanieczyszczeń wraz z nadmiarem biomasy oraz ich pirolityczną utylizację w celu odzysku energii. Metody te pozwalają zachować bioróżnorodność zbiornika/rzeki oraz wpisują się w gospodarkę OZE (odnawialnymi źródłami energii).

Słowa kluczowe: odpad konopny, piroliza, bioróżnorodność, ekologia, OZE

Pobieranie imidaklopyrydu przez rzepak i jego wpływ na ekosystem glebowy

Urszula Wydro^{1,*}, Elżbieta Wołejko¹, Agata Jabłońska-Trypuć¹, Józefa Wiater¹, Marzena Smolewska¹

¹Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Wiejska 45E, 15-351 Białystok

*u.wydro@pb.edu.pl

Celem badań było określenie wpływu kompostu na bazie osadów ściekowych na aktywność ryzosfery rzepaku oraz efektywność fitoremediacji podłoża zanieczyszczonego imidaklopyrydem.

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono na podłożu mineralnym wzbogaconym dwiema dawkami kompostu z Komunalnej Oczyszczalni Ścieków w Sokółce (4 kg/m² i 8 kg/m²). Na siewki rzepaku zastosowano wodne roztwory imidaklopyrydu w dwóch dawkach (100 ng/L i 500 ng/L), kontrolę stanowiło podłoże z kompostem bez insektycydu. Oznaczono właściwości chemiczne podłoża, liczebność bakterii, grzybów pleśniowych, bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i archeonów, aktywność dehydrogenaz oraz beta-glukozydazy, a także zawartość imidaklopyrydu w podłożu i roślinach.

Wyniki wskazują, że dodatek kompostu wpływał na właściwości podłoża, rozwój roślin i aktywność biologiczną ryzosfery. Większa ilość materii organicznej sprzyjała mikroorganizmom, natomiast imidaklopyryd modyfikował ich liczebność i aktywność enzymatyczną. Analiza korelacji oraz biplot potwierdziły powiązania między właściwościami chemicznymi podłoża, liczebnością mikroorganizmów i aktywnością enzymów.

Oznaczenia imidaklopyrydu wykazały, że rzepak uczestniczył w usuwaniu tej substancji z układu biologicznego, a kompost mógł wpływać na jej biodostępność i pobieranie przez rośliny. Uzyskane wyniki sugerują, że połączenie rzepaku z dodatkiem organicznym może wspierać ograniczanie skutków zanieczyszczenia gleby imidaklopyrydem, przy jednoczesnym oddziaływaniu na mikrobiologiczne wskaźniki jakości gleby.

Słowa kluczowe: imidaklopyryd, ryzosfera, aktywność biologiczna, rzepak

Badania przeprowadzono w ramach realizacji działania naukowego Miniatura 8 (2024/08/X/ST8/00559) finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki oraz pracy zespołowej nr WZ/WB-IIŚ/7/2025 w Politechnice Białostockiej i sfinansowane za subwencji badawczej przekazanej przez MEiN

Obecność mikroplastiku i związanego z nim biofilmu bakteryjnego w rzece Krzna z uwzględnieniem oczyszczalni ścieków w Łukowie

Piotr Zieliński¹, Julia Lecyk¹, Justyna Drewnowska², Krystyna Kobierska³

¹Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Ekologii Wód, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

²Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii, Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok

³Szkoła Doktorska Uniwersytetu w Białymstoku, ul. K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok

p.zielinski@uwb.edu.pl

W badaniach przeanalizowano letnie (sierpień, 2023 r.) zanieczyszczenie rzeki Krzna Południowa w Łukowie mikroplastikiem (MP) oraz wpływ lokalnej oczyszczalni ścieków (OŚ) na zagęszczenie MP. Zbadano zespoły mikroorganizmów zasiedlających powierzchnię MP pochodzącego z próbek wody rzecznej i ścieków. Do badań zagęszczenia, form, barwy, wielkości MP wybrano 4 stanowiska na rzece oraz w OŚ wlot i wylot ścieków. Na każdym z badanych stanowisk stwierdzono obecność MP. Średnie zagęszczenie MP w wodzie rzecznej wahało się od $0,39 \pm 0,21$ MP/L (50m za OŚ) do $0,67 \pm 0,47$ MP/L (300m przed OŚ), natomiast średnia w ścieku surowym wyniosła $5,45 \pm 3,85$ MP/L zaś w oczyszczonym $0,74 \pm 0,43$ MP/L. Najczęściej obserwowanymi formami MP były włókna zarówno w próbkach ściekowych (58%) jak i rzecznych (60%). Do badań mikrobiomu wykorzystano próbki z 3 stanowisk na rzece Krzna oraz próbki ścieku surowego i oczyszczonego. Przeprowadzono hodowle na podłożach mikrobiologicznych takich jak: agar odżywczy, podłoże ENDO, McConkey, Chapman oraz agar SS. Analizując skład bakterii w badanych próbkach wody rzecznej i ścieków oraz biofilm pochodzący z MP izolowanego z próbek odnotowano występowanie bakterii Gram-ujemnych i bakterii z grupy coli.

Stwierdzono, że poziom zanieczyszczeń MP w wodzie rzecznej i w ściekach zależy od: stopnia urbanizacji miasta czy ilości docierających ścieków do OŚ. Skład zespołów bakterii zasiedlających powierzchnię MP może różnić się w zależności od porowatości mikrodrobin, warunków pogodowych oraz pochodzenia MP.

Słowa kluczowe: mikroplastik, biofilm bakteryjny, ścieki