



## **Preparat mikrobiologiczny wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych.**

Przedmiotem wynalazku jest preparat mikrobiologiczny oparty na immobilizowanych mikroorganizmach, wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) lub związków fenolowych.

Z dotychczasowego stanu techniki znane są biopreparaty stosowane do oczyszczania ścieków z niepożądanych zanieczyszczeń różnego rodzaju. Przykładowo z opisu patentowego RU2660196C1 znany jest biopreparat do oczyszczania ścieków z zanieczyszczeń olejami i tłuszczami. Rozwiązanie zakłada wykorzystanie biopreparatu do oczyszczania ścieków zanieczyszczonych związkami olejowymi, ropopochodnymi, w tym aromatycznymi, ale nie NLPZ. Biopreparat ma formę zliofilizowaną i złożony jest tylko z dwóch szczepów bakterii.

Z opisu patentowego PL230231B1 znany jest biopreparat do remediacji gleb skażonych zanieczyszczeniami ropopochodnymi. Biopreparat przeznaczony jest jednakże do usuwania zanieczyszczeń organicznych ropopochodnych z gleb, a nie z wody i ścieków. Mikroorganizmy immobilizowane są w kapsułkach, a nie, jak niniejszym wynalazku, na materiale o strukturze gąbki.

Znane jest również rozwiązanie CN104803487A – immobilizowane bakterie nityfikacyjne zdolne do usuwania azotu amonowego w akwarium oraz sposób przygotowania immobilizowanych bakterii nityfikacyjnych. Rozwiązanie dotyczy jednak bakterii nityfikacyjnych, a nie degradujących związki fenolowe i NLPZ. Ponadto matrycę do unieruchomienia bakterii stanowi hydrożel polimerowy, a nie gąbka roślinna jak w niniejszym wynalazku.

Z opisu EP2653450A1 znany jest biopreparat do oczyszczania wody z zanieczyszczeń węglowodorowych. Wynalazek dotyczy oczyszczania wody zanieczyszczonej substancjami ropopochodnymi przy wykorzystaniu matrycy i immobilizowanych mikroorganizmów, a nie do usuwania NLPZ i związków fenolowych.

Znany jest też wynalazek PL227578B1 pt. „Biopreparat do oczyszczania ścieków wysoko obciążonych metanolem oraz sposób wytwarzania biopreparatu do oczyszczania ścieków wysoko obciążonych metanolem”. Rozwiązanie dotyczy oczyszczania ścieków

zanieczyszczonych metanolem, a nie NLPZ i związkami fenolowymi. Dodatkowo biopreparat zawiera nie tylko bakterie, ale też drożdże.

Polskie zgłoszenia wynalazków: „Szczepionka mikrobiologiczna wspomagająca usuwanie niesteroidowych leków przeciwzapalnych i paracetamolu ze ścieków oraz sposób usuwania niesteroidowych leków przeciwzapalnych i paracetamolu ze ścieków” (P.443492) oraz „Szczepionka mikrobiologiczna wspomagająca usuwanie ze ścieków niesteroidowych leków przeciwzapalnych, paracetamolu oraz związków fenolowych oraz sposób usuwania ze ścieków niesteroidowych leków przeciwzapalnych, paracetamolu oraz związków fenolowych” (P.443493), dotyczą szczepionek mikrobiologicznych wspomagających usuwanie ze ścieków niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) lub paracetamolu. Ponadto druga szczepionka pozwala na usuwanie również związków fenolowych. Obie szczepionki oparte są na szczepach *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) oraz *Pseudomonas moorei* KB4. Przy wysokich stężeniach związków fenolowych w drugiej szczepionce wprowadzany jest jako oddzielny komponent szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2. Jednakże rozwiązanie według niniejszego wynalazku różni się istotnie od dwóch powyższych wynalazków, przede wszystkim tym, że:

- nośnikiem jest gąbka roślinna, która umożliwia unieruchomienie bakterii wchodzących w skład preparatu i działa na nie ochronnie;

- preparat oprócz szczepów *Bacillus thuringiensis* B1(2015b), *Pseudomonas moorei* KB4 oraz *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 zawiera również szczep *Planococcus* sp. S5 – wspomagający rozkład naproksenu;

- immobilizacja bakterii umożliwiła zastosowanie w jednym preparacie szczepów *Bacillus thuringiensis* B1(2015b), *Pseudomonas moorei* KB4, *Planococcus* sp. S5 – zdolnych do rozkładu leków oraz szczepu *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 – rozkładającego związki fenolowe; możliwość osobnej immobilizacji poszczególnych szczepów na osobnych nośnikach zniosło antagonistyczny wpływ szczepu KB2 na pozostałe szczepy bakterii.

Wśród publikacji naukowych nie zidentyfikowano takiej, która wskazywałaby na wykorzystanie gąbki roślinnej z *Luffa cylindrica* do immobilizacji bakterii o wysokim potencjale degradacyjnym związków aromatycznych, za wyjątkiem trzech publikacji:

- Dzionek et al. 2018, *Catalysts*, 8, 176; doi:10.3390/catal8050176 - w pracy wykorzystano gąbkę roślinną do immobilizacji szczepu *Planococcus* sp. S5 i taki preparat wykorzystano w badaniach degradacyjnych naproksenu. Różnica polega na zastosowaniu pojedynczego

szczepu, a nie konsorcjum szczepów, w degradacji tylko naproksenu, podczas gdy rozwiązanie według niniejszego wynalazku umożliwia rozkład zarówno pojedynczo: paracetamolu, ibuprofenu, naproksenu, diklofenaku, jak również dowolnej mieszaniny NLPZ. Praca nie charakteryzuje nośnika oraz warunków jego stosowania.

- Dzionek et al. 2020, *Molecules* 25, 872, doi:0.3390/molecules25040872 - w pracy wykorzystano gąbkę roślinną do immobilizacji szczepu *Bacillus thuringiensis* B1(2015)b i taki preparat wykorzystano w badaniach degradacyjnych naproksenu. Różnica polega na zastosowaniu pojedynczego szczepu, a nie konsorcjum szczepów, w degradacji tylko naproksenu, podczas gdy rozwiązanie według niniejszego wynalazku umożliwia rozkład zarówno pojedynczo: paracetamolu, ibuprofenu, naproksenu, diklofenaku, jak również dowolnej mieszaniny NLPZ. Praca charakteryzuje zachowanie się nośnika w złożu biologicznym, a nie jak w przypadku rozwiązania będącego przedmiotem niniejszego zgłoszenia, w środowisku osadu czynnego.

- Surma et al. *Molecules*, 2021, 26, 820, doi: 10.3390/molecules26040820 – w pracy wykorzystano gąbkę roślinną do immobilizacji szczepu *Pseudomonas moorei* KB4 i taki preparat wykorzystano w badaniach degradacyjnych paracetamolu. Różnica polega na zastosowaniu pojedynczego szczepu, a nie konsorcjum szczepów, w degradacji tylko paracetamolu, podczas gdy rozwiązanie według niniejszego wynalazku umożliwia rozkład zarówno pojedynczo: paracetamolu, ibuprofenu, naproksenu, diklofenaku, jak również dowolnej mieszaniny NLPZ.

Rozwiązania znane z dotychczasowego stanu techniki to preparaty bežnośnikowe lub w oparciu o mineralne lub organiczne nośniki, wymagające w procesie syntezy nośnika agresywnych warunków i stosunkowo drogiej odczynników. Preparaty te zawierają mikroorganizmy umożliwiające rozkład głównie związków ropopochodnych, a stosowane nośniki nie są biodegradowalne w warunkach oczyszczalni biologicznych.

Celem twórców niniejszego wynalazku stało się zatem opracowanie preparatu, który jest biodegradowalny, tańszy od preparatów znanych wcześniej i odznacza się tanią i łatwą procedurą immobilizacji, a zastosowane mikroorganizmy odznaczają się potencjałem degradacyjnym w stosunku do najczęściej stosowanych niesteroidowych leków przeciwzapalnych, takich jak naproksen, ibuprofen, diklofenak oraz funkcjonalnie do nich zbliżony paracetamol. Ponadto preparat umożliwia degradację leków w obecności kozanieczyszczeń fenolowych, jak również rozkład samych związków fenolowych. Paracetamol oraz NLPZ ze względu na częstość stosowania pojawiają się w środowisku

wodnym w ilościach od nano- do nawet mikrogramów na litr wody. Trafiając na oczyszczalnię ścieków jako substancje aktywne biologicznie odznaczają się dużą opornością na mikrobiologiczny rozkład i często znajdują się na wypływach oczyszczalni w oczyszczonych ściekach. Ze względu na kompetencje zaimmobilizowanych bakterii, rozwiązanie według wynalazku umożliwia degradację takich leków, równocześnie sam nośnik jako degradowalny nie obciąża instalacji oczyszczalni ścieków. Dodatkowo stosunkowo niski koszt pozyskiwania preparatu umożliwia jego stosowanie na szeroką skalę.

Istotę wynalazku stanowi preparat wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych, który składa się z mieszaniny nośników wykonanych z gąbki roślinnej *Luffa cylindrica* lub *L. aegyptiaca*, zintegrowanych, czyli połączonych adhezyjnie w jedną funkcjonalną całość z immobilizowanymi na nich szczepami bakterii, przy czym na jednej części nośników immobilizowany jest szczep *Pseudomonas moorei* KB4 w ilości  $17 \text{ mg} \pm 15\%$  suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na drugiej części nośników immobilizowany jest szczep *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) w ilości  $15 \text{ mg} \pm 15\%$  suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na trzeciej części nośników immobilizowany jest szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w ilości  $18 \text{ mg} \pm 15\%$  suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a na czwartej części nośników immobilizowany jest szczep *Planococcus* sp. S5 w ilości  $20 \text{ mg} \pm 15\%$  suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a poszczególne części nośników zmieszane są ze sobą w stosunku  $1:1:1:1 \pm 15\%$  dla każdej części nośników.

Korzystnie, masa pojedynczego nośnika wynosi  $150 \text{ mg} \pm 15\%$ . Zbyt duży nośnik nie może funkcjonować w oczyszczalni ścieków, gdyż może blokować np. turbiny i sita, a zbyt mały uniemożliwia wydajną immobilizację szczepów bakterii.

Korzystnie, nośniki wykonane są w kształcie prostopadłościanów, co zapewnia niższy koszt przygotowania nośnika oraz mniejsze zużycie materiału na jego przygotowanie.

Każdy szczep zaimmobilizowany jest na oddzielnych nośnikach. Stosunek ilościowy nośników  $1:1:1:1 \pm 15\%$  jest odpowiedni dla uzyskania maksymalnej wydajności rozkładu, to jest minimum  $1 \text{ mg/l/dzień}$  paracetamolu lub niesteroidowego leku przeciwzapalnego: naproksenu, diklofenaku, ibuprofenu, lub ich mieszaniny. Preparat umożliwia dodatkowo degradację fenolu w stężeniach powyżej  $10 \text{ mM}$  oraz wybranych związków fenolowych w stężeniach do  $4 \text{ mM}$ : katecholu, benzoesu, 4-hydroksybenzoesu, kwasu protokatechowego, krezoli, hydrochinonu, stanowiących często kozanieczyszczenia

w ściekach. Skład gatunkowy bakterii zdolnych do produkcji biofilmu, wchodzących w skład preparatu i fakt ich immobilizacji na degradowalnej gąbce roślinnej, warunkuje jego trwałość w warunkach osadu czynnego minimum 4 tygodnie.

Rozwiązanie posiada wiele zalet na tle znanego stanu techniki, w tym:

- duża skuteczność w usuwaniu paracetamolu, ibuprofenu, naproksenu i diklofenaku – preparat degraduje leki z minimalną szybkością: 0,47 mg paracetamolu/l/dobę gdy stężenie paracetamolu nie przekroczy 50 mg/l (powyżej tego stężenia szybkość degradacji będzie zdecydowanie mniejsza), 0,24 mg ibuprofenu/l/dobę gdy stężenie ibuprofenu nie przekroczy 20 mg/l, 0,2 mg naproksenu/l/dobę gdy stężenie naproksenu nie przekroczy 6 mg/l oraz 0,15 mg diklofenaku/l/dobę gdy stężenie diklofenaku nie przekroczy 1 mg/l (Fig.1);
- preparat umożliwia usuwanie fenolu z szybkością 155 mg/l/dobę (Fig.1);
- możliwość wspomagania oczyszczalni ścieków w usuwaniu związków fenolowych takich jak, katechol, benzoesan, 4-hydroksybenzoesan, kwas protokatechowy, krezole, hydrochinon dzięki zastosowaniu szczepów o wysokim potencjale degradacyjnym fenoli;
- trwałość preparatu w kilku cyklach reaktorowych (Fig. 2, Fig. 3 i Fig. 4);
- możliwość stosowania w różnej postaci – preparat może być stosowany w formie wilgotnego preparatu, odznaczającego się krótkim okresem trwałości, do bezpośredniego zużycia – zaletą jest brak potrzeby dodatkowej obróbki preparatu; ponadto preparat może być stosowany jako liofilizat;
- niski koszt produkcji – tani ogólnodostępny nośnik oraz procedura immobilizowania nie wymagająca kosztownych odczynników prowadzona w łagodnych warunkach nie wymagających dużego nakładu energii.

Na rynku brak jest jak dotąd mikrobiologicznego preparatu opartego na immobilizowanych szczepach bakterii, służącego do usuwania paracetamolu lub NLPZ lub związków fenolowych ze ścieków. W dostępnej literaturze naukowej istnieją jedynie trzy (przytoczone wyżej) doniesienia, w których autorzy prezentują monokultury bakteryjne immobilizowane na gąbce roślinnej i stosowane są do degradacji pojedynczych leków. Jednocześnie w pracach tych nie scharakteryzowano konstrukcji preparatu, w tym ilości immobilizowanej biomasy, wielkości nośnika oraz jego trwałości. Ponadto znane dotychczas preparaty dedykowane są do degradacji albo związków ropopochodnych albo alkoholi lub utlenianiu azotu amonowego. Dwa polskie zgłoszenia patentowe (P.443492, P.443493) dotyczą mikrobiologicznej szczepionki dedykowanej do usuwania paracetamolu

i NLPZ, jednak nie jest to szczepionka oparta na immobilizowanych mikroorganizmach, przez co organizmy stanowiące skład szczepionki są bardziej narażone na zmienne warunki środowiska, toksyczne zanieczyszczenia, a także antagonizm ze strony naturalnego mikrobiomu. Oczyszczalnie ścieków bardzo często borykają się z dużym obciążeniem związkami fenolowymi, co skutkuje niską wydajnością degradacji tych związków w oczyszczalniach ścieków wykorzystujących metody osadu czynnego. Ponadto obecność związków fenolowych może hamować degradację innych zanieczyszczeń, w tym paracetamolu lub NLPZ. Preparat według niniejszego wynalazku jest rozwiązaniem kompleksowym, zawierającym w swoim składzie szczepy *Planococcus* sp. S5 oraz *Stenotrophomonas maltophilia* KB2, które są szczepami zdolnymi do rozkładu związków fenolowych oraz szczepy *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) i *Pseudomonas moorei* KB4, to jest szczepy degradujące paracetamol oraz najpopularniejsze NLPZ. Preparat o takim składzie umożliwia rozkład paracetamolu i najpopularniejszych niesteroidowych leków przeciwzapalnych takich jak ibuprofen, naproksen i diklofenak oraz wysokich stężeń związków fenolowych, dzięki zastosowaniu wyspecjalizowanych w degradacji tych związków szczepów bakterii. W rozwiązaniu P.443493 zaproponowano wprowadzenie szczepu *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w celu zwiększenia wydajności rozkładu związków fenolowych, jednak musi być on wprowadzany oddzielnie, a samą szczepionkę rozkładającą leki wprowadza się najwcześniej po 24 godzinach od wprowadzenia szczepu KB2. Jest to rozwiązanie bardziej złożone i wpływa na całkowitą szybkość rozkładu zanieczyszczeń w ściekach. Istotną różnicą w niniejszym zgłoszeniu jest zastosowanie naturalnego, nietoksycznego, taniego i biodegradowalnego nośnika, jakim jest gąbka roślinna z *Luffa cylindrica* lub *L. aegyptiaca*, do immobilizacji bakterii o wysokim potencjale degradacyjnym związków aromatycznych. Zastosowanie takiego nośnika zwiększa szanse zaimmobilizowanych mikroorganizmów na przetrwanie w środowisku konkurencyjnych mikroorganizmów osadu czynnego. Ponadto nośnik działa ochronnie dla mikroorganizmów, co wynika z ograniczonego dostępu toksycznych związków i porcjowania dawek (mają stopniowy kontakt z toksycznymi substancjami i mogą je „stopniowo” rozkładać), w związku z tym są one mniej wrażliwe na zmieniające się warunki otoczenia oraz zanieczyszczeń. Jego biodegradowalność gwarantuje, iż po jego zastosowaniu nie będzie on zalegał w elementach instalacji oczyszczalni ścieków. Zoptymalizowany preparat może wspomagać proces oczyszczania ścieków z paracetamolu lub NLPZ oraz zwiększyć wydajność usuwania związków fenolowych zwłaszcza podczas

zrzutów dużych ładunków. Pozwoli to oczyszczalniom ścieków uniknąć sytuacji awaryjnych i kosztochłonnych procesów przywracania prawidłowego funkcjonowania oczyszczalni.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest bliżej w przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- Fig. 1 - rozkład paracetamolu, NLPZ i fenolu w czasie, w obecności preparatu według wynalazku;

- Fig. 2 – stan nośnika po 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D) tygodniu wspomaganie przez preparat pracy osadu czynnego w wydajnym rozkładzie paracetamolu, NLPZ i fenolu, w warunkach bioreaktorowych;

- Fig. 3 – rozkład paracetamolu i NLPZ w czasie 4 tygodni wspomaganie przez preparat pracy osadu czynnego w wydajnym rozkładzie leków, w warunkach bioreaktorowych;

- Fig. 4 rozkład fenolu w czasie 4 tygodni wspomaganie przez preparat pracy osadu czynnego w wydajnym rozkładzie paracetamolu, NLPZ i fenolu, w warunkach bioreaktorowych.

### **Przykład 1**

Preparat wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych, który składa się z mieszaniny nośników wykonanych z gąbek roślinnych *Luffa cylindrica* oraz *L. aegyptiaca*, zintegrowanych, czyli połączonych adhezyjnie w jedną funkcjonalną całość z immobilizowanymi na nich szczepami bakterii, przy czym na jednej części nośników z *Luffa cylindrica* immobilizowany jest szczep *Pseudomonas moorei* KB4 w ilości 17 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na drugiej części nośników z *Luffa cylindrica* immobilizowany jest szczep *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) w ilości 15 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na trzeciej części nośników z *L. aegyptiaca* immobilizowany jest szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w ilości 18 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a na czwartej części nośników z *L. aegyptiaca* immobilizowany jest szczep *Planococcus* sp. S5 w ilości 20 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a poszczególne części nośników zmieszane są ze sobą w stosunku 1:1:1:1. Masa pojedynczego prostopadłościennego nośnika wynosi 150 mg.

### **Przykład 2**

Preparat wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych,

który składa się z mieszaniny nośników wykonanych z gąbek roślinnych *Luffa cylindrica* oraz *L. aegyptiaca*, zintegrowanych, czyli połączonych adhezyjnie w jedną funkcjonalną całość z immobilizowanymi na nich szczepami bakterii, przy czym na jednej części nośników z *L. aegyptiaca* immobilizowany jest szczep *Pseudomonas moorei* KB4 w ilości 17 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na drugiej części nośników z *L. aegyptiaca* immobilizowany jest szczep *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) w ilości 15 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na trzeciej części nośników z *Luffa cylindrica* immobilizowany jest szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w ilości 18 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a na czwartej części nośników z *Luffa cylindrica* immobilizowany jest szczep *Planococcus* sp. S5 w ilości 20 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a poszczególne części nośników zmieszane są ze sobą w stosunku 1:1:1:1. Masa pojedynczego prostopadłościennego nośnika wynosi 140 mg.

### **Przykład 3**

Preparat wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych, który składa się z mieszaniny nośników wykonanych z gąbek roślinnych *Luffa cylindrica*, zintegrowanych, czyli połączonych adhezyjnie w jedną funkcjonalną całość z immobilizowanymi na nich szczepami bakterii, przy czym na jednej części nośników immobilizowany jest szczep *Pseudomonas moorei* KB4 w ilości 15,5 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na drugiej części nośników immobilizowany jest szczep *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) w ilości 16 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na trzeciej części nośników immobilizowany jest szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w ilości 16,8 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a na czwartej części nośników immobilizowany jest szczep *Planococcus* sp. S5 w ilości 18,4 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a poszczególne części nośników zmieszane są ze sobą w stosunku 1:1:1:1. Masa pojedynczego sześciennego nośnika wynosi 165 mg.

### **Przykład 4**

Preparat wspomagający pracę osadu czynnego oczyszczalni ścieków w usuwaniu paracetamolu lub niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub związków fenolowych, który składa się z mieszaniny nośników wykonanych z gąbek roślinnych *L. aegyptiaca*, zintegrowanych, czyli połączonych adhezyjnie w jedną funkcjonalną całość z immobilizowanymi na nich szczepami bakterii, przy czym na jednej części nośników immobilizowany jest szczep *Pseudomonas moorei* KB4 w ilości 18,4 mg suchej masy

bakterii na 1 gram nośnika, na drugiej części nośników immobilizowany jest szczep *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) w ilości 16,2 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, na trzeciej części nośników immobilizowany jest szczep *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 w ilości 17,1 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a na czwartej części nośników immobilizowany jest szczep *Planococcus* sp. S5 w ilości 21,2 mg suchej masy bakterii na 1 gram nośnika, a poszczególne części nośników zmieszane są ze sobą w stosunku 1:1,1:0,9:1,1. Masa pojedynczego kulistego nośnika wynosi 150 mg.

Preparat według wynalazku może znaleźć zastosowanie w procesach oczyszczania ścieków komunalnych, przy produkcji preparatów mikrobiologicznych dla oczyszczalni ścieków oraz dla usług w zakresie rekultywacji terenów.

Preparat będzie mieć zastosowanie w oczyszczaniu ścieków ze zbiorników bezodpływowych oraz przydomowych oczyszczalni ścieków. Zastosowanie w przydomowych oczyszczalniach preparatu wykluczy zanieczyszczenie gleb tymi związkami.

Preparat umożliwi degradację w oczyszczalniach ścieków najczęściej stosowanych niesteroidowych leków przeciwzapalnych, tj. naproksenu, ibuprofenu, diklofenaku oraz funkcjonalnie do nich zbliżonego paracetamolu oraz związków fenolowych, do stężeń poniżej ich wykrywalności obecnie dostępnymi metodami analitycznymi, co pozwoli wyeliminować przedostawanie się tych związków do wód.