

DZIAŁ BADAŃ I ROZWOJU



Opracowanie wyników badań dotyczących możliwości użycia preparatu SinStop w procesach oczyszczania środowiska wodnego.

Jednostka badawcza: Dział Badań i Rozwoju
GreenBack sp. z o. o.
ul. Mikołaja Reja 30
42-100 Kłobuck

Autor opracowania: dr Dariusz Włóka

Opracowano: 10.06.2021

www.GreenBack.net.pl

lab@greenback.net.pl

Spis treści

Spis treści.....	2
1. Cel opracowania.....	3
2. Zakres opracowania.....	3
3. Omówienie problemu badawczego.....	3
4. Badania właściwości użytkowych preparatu SinStop.....	5
5. Interpretacja wyników badań.....	12
6. Rekomendacja dotycząca praktycznej aplikacji produktów marki SinStop.....	13
I. Zastosowanie preparatu SinStop w roli preparatu do rekultywacji naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych.....	13
II. Zastosowanie preparatu SinStop jako złoża filtracyjnego dla przedsiębiorstw i jednostek odprowadzających ścieku lub wody zrzutowe.....	14
III. Zastosowanie preparatu SinStop jako czynnik prewencyjny na obszarach rolniczych.....	15
7. Podsumowanie.....	16

1. Cel opracowania.

Celem niniejszego dokumentu było przeprowadzenie kompleksowej analizy danych badawczych oraz przygotowanie opinii dotyczącej ewentualnego kierunku wykorzystania preparatu SinStop w procesach oczyszczania naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych.

2. Zakres opracowania.

Zakres prowadzonych prac obejmował przeprowadzenie analizy danych pomiarowych uzyskanych w trakcie realizacji badań nad właściwościami użytkowymi preparatu SinStop. Dane źródłowe wykorzystane w opracowaniu pochodzą z raportu badawczego, stanowiącego podsumowanie badań realizowanych na zlecenie przedsiębiorstwa Ecco-Logic sp. z o.o. w laboratoriach Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej oraz badań wykonanych w laboratorium Działu Badań i Rozwoju GreenBack sp. z o.o.

Zgromadzone dane poddane zostały analizie statystycznej oraz skierowane były do interpretacji w celu przygotowania opinii określającej potencjał użytkowy przedmiotu oceny. Kierunek zagospodarowania ocenianego produktu odnosił się do procesów oczyszczania naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych, z szczególnym wskazaniem na zdolność produktu do zmniejszania ładunku substancji biogenicznych w toni wodnej (działania prewencyjne, przyczyniające się do ograniczania zjawisk eutrofizacji wód).

3. Omówienie problemu badawczego

Eutrofizacja jest jednym z ważniejszych problemów współczesnej ochrony środowiska. Proces ten polega na wzmożonym wzroście mikroorganizmów wodnych, który powodowany jest tak zwanym efektem przeżyźnienia lokalnego środowiska. Zjawisko tego rodzaju może występować w sposób naturalny, np. po sezonowej zmianie temperatury, kiedy składniki pokarmowe zgromadzone na dnie zbiornika wodnego mieszają się z warstwami powierzchniowymi. Zaznaczyć należy jednak, że naturalne procesy eutrofizacji są zazwyczaj ograniczone w czasie i nie mają dużego wpływu na lokalny ekosystem. Sytuacja ta zmienia się znacząco, gdy pochodzenie nadmiernych ilości składników odżywczych jest związane z działalnością człowieka. Przykłady naturalnych zbiorników wodnych, borykających się z problemem jakości wody oraz eutrofizacji, znaleźć można niemal w każdym regionie Polski, czego przykładem mogą być zdjęcia ryc. 1. [Rönnberg i Bonsdorff 2004, Reissmann et al. 2009].

Substancje biorące udział w powstawaniu efektu eutrofizacji to zarówno makro- (azot N, fosfor P, potas K i węgiel C), jak i mikroelementy (bor B, mangan Mn, żelazo Fe itp.). Pierwiastki te są niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju większości organizmów żywych. Dlatego też ich obecność w ekosystemie jest ważna. Jeżeli jednak stężenie wymienionych składników ulega niekontrolowanemu wzrostowi do poziomu znacznie przekraczającego lokalne zapotrzebowanie środowiskowe, może dojść do zaburzenia homeostazy ekosystemu. Dokładny mechanizm procesu eutrofizacji został szeroko opisany w

literaturze naukowej, dlatego też poniższy opis skupi się jedynie na najważniejszych zagadnieniach z zakresu omawianej tematyki [Glibert i in. 2005].



Rycina 1. Małe ekosystemy wodne w Polsce

Proces eutrofizacji w pierwszym etapie, polega na szybkim i niekontrolowanym wzroście mikro i makroorganizmów wodnych, głównie glonów zdolnych do fotosyntezy. Skutkiem takiego zjawiska jest zmętnienie i zmiana zabarwienia wody, co z kolei hamuje przedostawanie się światła do głębszych warstw zbiornika wodnego. W dalszym etapie, wspomniany powyżej wzrost masy i liczebności glonów prowadzi do lokalnego wyczerpania składników pokarmowych. Punktowe wyjąłowanie środowiska połączone z brakiem dostępności światła staje się przyczyną zwiększenia intensywności obumierania komórek trafiających w postaci biomasy na dno zbiornika. Wskazane zjawisko jest inicjatorem ostatniego etapu eutrofizacji. Nagromadzenie w obrębie warstw dennych dużych ilości martwych części roślin, glonów i innych organizmów żywych, połączone z niedoborem tlenu oraz brakiem dostępności światła, stwarza idealne warunki do promocji rozwoju bakterii gnilnych. Organizmy o takim charakterze, poprzez beztlenowe reakcje biodegradacji, odpowiadają za powstanie nieprzyjemnego zapachu. Są one również przyczyną emisji toksyn oraz zmiany odczynu wody. Konsekwencją omówionego powyżej zjawiska eutrofizacji są następujące efekty [Murphy et al. 2000, Yang i in. 2008]:

- Zaburzenie równowagi łańcucha pokarmowego w lokalnym ekosystemie,
- Zmiana fizycznych i chemicznych parametrów wody,
- Synteza toksyn
- Zmętnienie wody oraz wystąpienie zielonego zabarwienia
- Emisja nieprzyjemnego zapachu
- Intensyfikacja procesów współzawodnictwa o przestrzeń życiową w ekosystemie
- Wyptykanie dna zbiornika wodnego

Wymienione powyżej zjawiska są powszechnie uważane za źródło bardzo ważnych problemów ekologicznych, ekonomicznych, a nawet społecznych. Aspekty takie jak mętność wody, zielone zabarwienie zbiornika, toksyczność wody czy nieprzyjemny zapach bardzo mocno wpływają nie tylko na stan środowiska oraz bioróżnorodność, ale także na turystykę czy przemysł powiązany z rybołówstwem. Bardzo często obiekty, na których występują

zakwity wyłączane są z eksploatacji i znacząco ograniczają możliwości zarówno zarobkowe jak i rekreacyjne społeczeństwa. Dlatego też. Mając na uwadze wskazane w niniejszym opracowaniu problemy, istotne jest, aby podejmować szeroko zakrojone działania, których celem nadrzędnym powinno być zapobieganie oraz ograniczanie negatywnych następstw efektu eutrofizacji zbiorników wodnych [Kubiak & Tórz 2005, Yang i in. 2009].

LITERATURA:

- Rönnberg, C., & Bonsdorff, E. (2004). Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological consequences. *Hydrobiologia*, 514(1), 227-241.
- Reissmann, J. H., Burchard, H., Feistel, R., Hagen, E., Lass, H. U., Mohrholz, V., ... & Wieczorek, G. (2009). Vertical mixing in the Baltic Sea and consequences for eutrophication—A review. *Progress in Oceanography*, 82(1), 47-80.
- Murphy, A. E., Sageman, B. B., & Hollander, D. J. (2000). Eutrophication by decoupling of the marine biogeochemical cycles of C, N, and P: A mechanism for the Late Devonian mass extinction. *Geology*, 28(5), 427-430.
- Yang, X. E., Wu, X., Hao, H. L., & He, Z. L. (2008). Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University Science B*, 9(3), 197-209.
- Kubiak, J., & Tórz, A. (2005). Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. *Słupskie Prace Biologiczne*, 2, 17-36.
- Glibert, P. M., Seitzinger, S., Heil, C. A., Burkholder, J. M., Parrow, M. W., Codispoti, L. A., & Kelly, V. (2005). Eutrophication. *Oceanography*, 18(2), 198.

4. Badania właściwości użytkowych preparatu SinStop

Badania właściwości użytkowych preparatu SinStop, przeprowadzone zostały w 2 jednostkach badawczych: Laboratorium Prof. Dr hab. inż. Małgorzaty Kacprzak, na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej oraz Dział Badań i Rozwoju GreenBack sp. z o.o., kierowany przez dr Dariusza Włókę.

Preparat SinStop jest suchym materiałem sypkim, mogącym występować w różnych wariantach technologicznych. W zależności od indywidualnego zapotrzebowania może być on dostosowany do bezpośredniej aplikacji powierzchniowej lub pełnić rolę złoża filtracyjnego a nawet tworzyć elementy infrastruktury hydrotechnicznej. Wytwarzany jest on w zaawansowanym procesie przekształcania naturalnych surowców a przy jego produkcji nie stosowane są żadne dodatki chemiczne. Zdolność do dywersyfikacji formy preparatu końcowego zawdzięczana jest specyficznej metodzie obróbki, która w efekcie pozwala na predefiniowane określanie formy końcowej wytwarzanego materiału.

W formie podstawowej, produkt SinStop występuje w dwóch wariantach: SinStop-2 (Si-2) oraz SinStop-4 (Si-4). Si-2 przeznaczony jest przede wszystkim do aplikacji powierzchniowej, natomiast Si-4 znacznie lepiej sprawdza się w roli złoża filtracyjnego. W tabeli 1 przedstawione zostały podstawowe informacje dotyczące obu omawianych wariantów preparatu.

Tabela 1. Podstawowe właściwości preparatu SinStop w wariacie Si-2 oraz Si-4

<i>l.p.</i>	<i>Parametr</i>	<i>Si-2</i>	<i>Si-4</i>
1.	pH	8,31	8,30
2.	Granulacja	0-2 mm	4-8 mm
3.	Kolor	Jasno szary	Jasno szary
4.	Zapach	bezwonny	bezwonny

Oba wskazane powyżej warianty preparatu skierowane zostały do badań laboratoryjnych, których celem było sprawdzenie zdolności preparatu do wyłapywania związków fosforu i azotu ze środowiska wodnego. Jako analizę dodatkową wykonano również ocenę wpływu poszczególnych wariantów SinStop na zmianę odczynu środowiska wodnego. Pierwsze uzyskane wyniki przedstawione zostały w tabeli 2.

Ocena wpływu preparatu SinStop na odczyn środowiska wodnego przeprowadzona została z wykorzystaniem 4 rodzajów wody: woda wodociągowa; woda pobrana z zalewu „Zakrzew” zlokalizowanego w okolicach miasta Kłobuck, woda pobrana z rzeki „Oksza Biała” z odcinka przepływającego przez miasto Kłobuck oraz woda pobrana z sztucznego zbiornika rekreacyjnego – oczko wodne umiejscowione na terenie miasta Kłobuck. Wszystkie wymienione próbki wody przelane zostały do 3 naczyń o pojemności 100 ml na każdy rodzaj wody. Następnie do naczyń wprowadzono ilościowo po 0,01 g preparatu co odpowiadało dawkowaniu wynoszącym 10 t/ha. Tak przygotowane próbki poddane zostały cyklicznym pomiarom pH wody. Jako wartość 0 przyjęto pomiar pH przeprowadzony przed aplikacją preparatu. Pomiar wykonywane były 4 krotnie z użyciem pH-metru. Wyniki przeprowadzonej procedury przedstawione zostały w tabeli 2.

Tabela 2. Zmiany odczynu środowiska wodnego zachodzące pod wpływem aplikacji preparatu SinStop w dwóch wariantach: Si-2 oraz Si-4

<i>Opis próby</i>	0 h	12 h	24 h	48 h
<i>Kontrola 1 (woda wodociągowa)</i>	7,42	7,41	7,45	7,49
<i>Kontrola 2 (woda zalew „Zakrzew”)</i>	8,14	7,60	7,65	7,64
<i>Kontrola 3 (woda rzeka „Oksza Biała”)</i>	8,21	8,05	8,07	8,14
<i>Kontrola 4 (woda oczko wodne)</i>	7,75	7,72	7,79	7,88
<i>Woda wodociągowa + Si-2</i>	7,42	7,41	7,42	7,47
<i>Woda zalew „Zakrzew” + Si-2</i>	8,14	8,07	8,00	8,04
<i>Woda rzeka „Oksza Biała” + Si-2</i>	8,21	8,15	8,05	8,07
<i>Woda oczko wodne) + Si-2</i>	7,75	7,81	7,70	7,74
<i>Woda wodociągowa + Si-4</i>	7,42	7,62	7,60	7,55
<i>Woda zalew „Zakrzew” + Si-4</i>	8,14	8,21	8,05	8,07
<i>Woda rzeka „Oksza Biała” + Si-4</i>	8,21	8,27	8,11	8,02
<i>Woda oczko wodne) + Si-4</i>	7,75	7,82	7,81	7,72

Analizując przedstawione wyniki zauważyć można, że aplikacja obu wariantów preparatu miała nieznaczny wpływ na zmianę odczynu środowiska. W przypadku wody wodociągowej efekt był skierowany na podniesienie wartości pH o wartość nie przekraczającą 0,2. Inna sytuacja obserwowana była dla naturalnych typów wód. W obu analizowanych przypadkach, zarówno wariant Si-2 jak i Si-4 wykazywał tendencję do buforowania środowiska w kierunku wartości zbliżonych do pH 8. Dla próbek wody pobranych z oczka wodnego obserwowano trend zbliżony do wody wodociągowej co mogło wynikać z zbliżonego poziomu czystości tego zasobu.

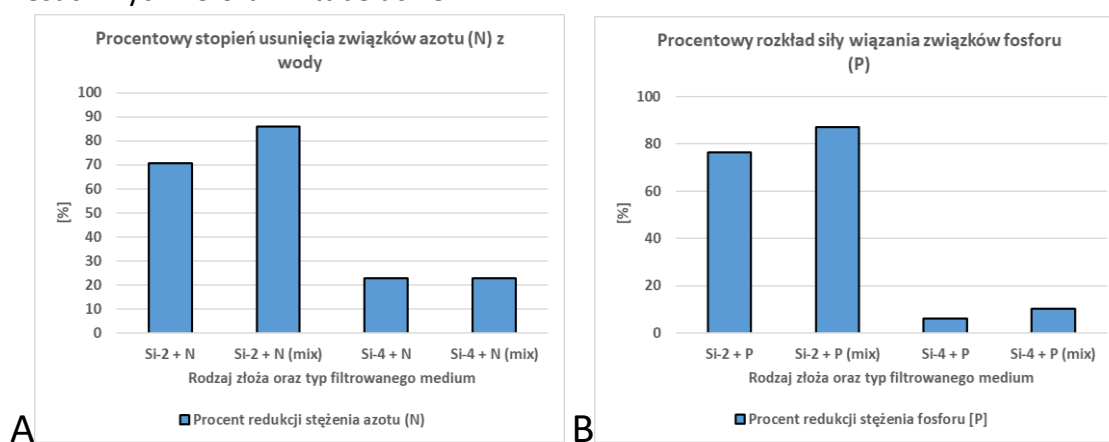
W następnym etapie badań warianty Si-2 oraz Si-4 skierowane zostały do oceny pod kątem zdolności tego materiału do pełnienia roli czynnika oczyszczającego wodę. W tym celu

zaprojektowany został 2 etapowy eksperyment w skali laboratoryjnej. W etapie pierwszym sztucznie przygotowane medium – woda zawierająca znany ładunek biogenów w postaci:

- Azot (N) – w postaci NH_4 , stężenie bazowe $299,6 \text{ mg/dm}^3$
- Fosfor (P) – w postaci PO_4 , stężenie bazowe $56,8 \text{ mg/dm}^3$

Medium zawierające wskazane powyżej składniki wykorzystane zostało w dwóch formach. W pierwszej postaci składało się ono z mieszaniny zawierającej tylko jeden składnik. Druga postać natomiast stanowiła mieszaninę obu składników. Tak przygotowane roztwory, w pierwszym etapie, przelewane były przez kolumnowe złoża filtracyjne. Po zakończeniu procesu zarówno przesącz jak i same złoża skierowane zostało do analizy stężenia fosforu ogólnego (P ogólny) oraz azotu ogólnego (N ogólny). W 2 etapie to samo medium poddane zostało oddziaływaniu preparatu w testach „bath”. Polegały one na ilościowym wprowadzeniu określonej masy preparatu (10 g na 100 ml) do medium bogatego w związki biogenne a następnie analizie stężenia N i P ogólnego w wodzie i samym preparacie. Przy czym przed wykonaniem analiz na tym etapie, preparat oddzielany był od medium wodnego poprzez odwirowanie i odsączenie pozostałości frakcji stałej.

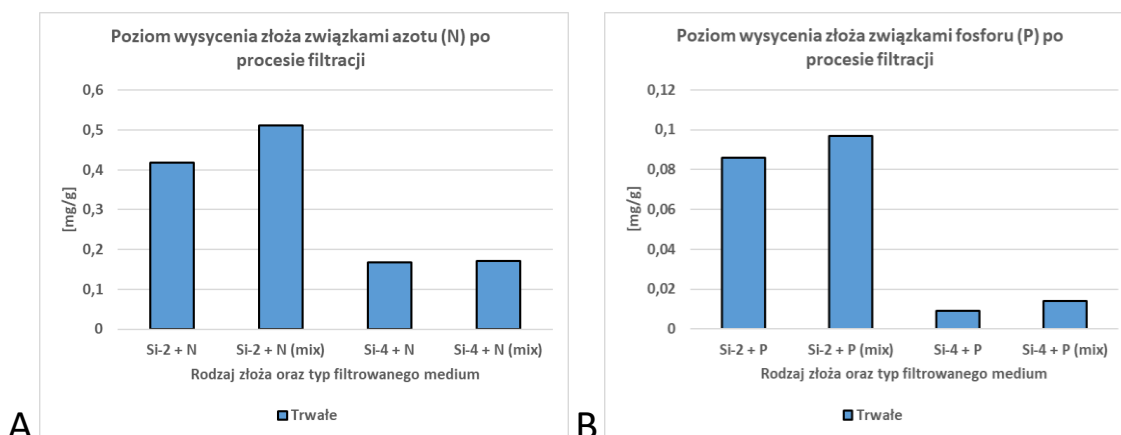
Wyniki uzyskane w trakcie opisanych powyżej procedur przedstawione zostały na wykresach: ryc. 1-3 oraz w tabelach 3 i 4.



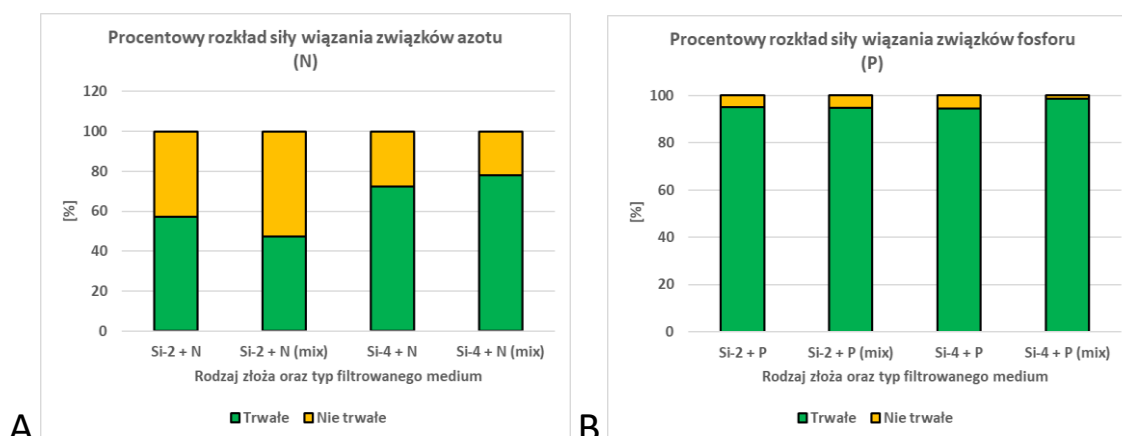
Rycina 1. Wykresy przedstawiają procentowy stopień usunięcia związków azotu (A) oraz fosforu (B) z medium poddanego filtracji w systemie kolumnowym.

Na podstawie przedstawionych na rycinie 1 wartości zauważyć można, że złożo Si-4 wykazało niższy poziom oczyszczenia filtrowanego medium niż drobniejszy wariant (Si-2). Złożo o większym uziarnieniu (Si-4) wykazało także większe powinowactwo do związków azotu niż fosforu. Różnica ta w przypadku złoża o mniejszej wielkości ziaren została jednak zniwelowana. Mniejsza skuteczność filtracji złoża Si-4 mogła wiązać się ze znacznie niższym czasem bezpośredniego kontaktu między cząstkami złoża a przepływającym przez kolumny medium. Niższa granulometria złoża Si-2 wiązała się z znacznie gęstszym upakowaniem cząstek w przestrzeni kolumny co w efekcie prowadziło do zwiększenia czasu retencji medium

przez kolumnę. Różnica między skutecznością filtracji między związkami N i P na złożu Si-4, może wynikać z innego charakteru procesu biorącego udział w tym procesie. Kontekst ten zostanie jednak rozwinięty w dalszych sekcjach niniejszego opracowania.



Rycina 2. Wykresy przedstawiają zdolność złożów filtracyjnych do akumulacji N i P po przeprowadzeniu filtracji w systemie kolumnowym. Wykres A odnosi się do związków azotu, wykres B do związków fosforu. Wartości przedstawione w mg N/P na g złoża.



Rycina 3. Wykresy przedstawiają procentowy rozkład trwałości wiązania azotu (A) oraz fosforu (B) przez matrycę testowanych złożów filtracyjnych.

Kolejny zestaw danych odnosi się do zdolności testowanych złożów do zatrzymywania filtrowanych substancji biogenicznych w obrębie swojej matrycy. Z ryciny 2 wynika, że ilość absorbowanych substancji w obrębie obu testowanych materiałów wykazuje zbliżoną korelację do efektywności usunięcia tych związków z filtrowanego medium. Współczynnik korelacji dla tych parametrów wynosi kolejno: 0,99 dla związków azotu oraz 0,99 dla związków fosforu. W praktyce oznacza to, iż między tymi parametrami występuje silna, dodatnia zależność liniowa.

Odnosząc się jednak do samego parametru nasycenia złoża, wskazać należy, że w tym przypadku testowany materiał w obu granulacjach wykazał zwiększoną tendencję do sorpcji

związków azotu. Maksymalne oznaczane stężenia N osiągały wartości 0,4 mg/g. Dla związków fosforu maksymalny osiągnięty poziom pozostawał w zakresie nie przekraczającym 0,1 mg/g.

Wynik przedstawiony na rycinie 4, stanowi kontynuację prowadzonej oceny testowanych złóż. Dotyczy on rozkładu siły wiązania poszczególnych substancji na matrycy złoża. Parametr ten wyznaczony został w oparciu o przeprowadzony test desorpcji biogenów z matrycy złoża. Działanie to wykonane zostało poprzez przepłukanie kolumn po zakończeniu właściwego procesu filtracji. Uzyskany eluat skierowany został następnie do analizy stężenia N i P. Procentowy współczynnik rozkładu mocy wiązania obliczony został natomiast poprzez kalkulację stopnia wypłukania biogenów z matrycy w odniesieniu do stężenia bazowego oznaczanych pierwiastków w matrycy przed procesem płukania. Wynik uzyskany w tej procedurze wykazał, że oba warianty testowanego materiału, znacznie mocniej zatrzymują związki fosforu niż azotu.

Kolejne wyniki badań, przedstawiane w opracowaniu, pochodzą z realizacji testów „Batch”. Przedstawione zostały one w obrębie 2 tabel: tabela 3 oraz 4.

Tabela 3. Tabela przedstawia efektywność usunięcia związków fosforu i azotu z medium poddane procesowi filtracji w systemie „Batch”.

Opis próby	Si-2	Odch. St.	Si-4	Odch. St.
N (roztwór mono składnikowy)	36,99	+/- 0,14	37,74	+/- 0,41
N (roztwór mono składnikowy)	36,79		37,16	
N (roztwór wieloskładnikowy)	33,44	+/- 0,02	34,78	+/- 0,28
N (roztwór wieloskładnikowy)	33,41		34,38	
P (roztwór mono składnikowy)	92,87	+/- 0,72	93,1	+/- 4,45
P (roztwór mono składnikowy)	91,85		86,8	
P (roztwór wieloskładnikowy)	85,3	+/- 1,14	90,75	+/- 0,23
P (roztwór wieloskładnikowy)	83,68		91,07	

Analizując wyniki przedstawione w powyższej tabeli, zauważyć można, że efektywność usuwania biogenów w systemie „Batch” wykazała odwrotny trend do wyników prowadzonych w systemie kolumnowym. W tym przypadku związki fosforu, w znacznie większym stopniu ulegały adsorpcji na matrycy testowanych złóż. Nie wystąpiła również zależna od typu złoża, dywersyfikacja wskazanego zjawiska. Efektywność usunięcia fosforu we wszystkich analizowanych przypadkach osiągnęła poziom między 83% a 93%. W odniesieniu do związków azotu, wartość omawianego parametru mieściła się w granicach 33-37%. Przyczyną zmiany tendencji do akumulacji innego rodzaju związków może być znacznie dłuższy czas ekspozycji złoża na kontakt z filtrowanym medium. Realizacja testu „Batch” wiąże się także z zapewnieniem sztucznego ruchu mieszaniny filtracyjnej, co w kontekście indukcji procesów opartych na reakcjach chemicznych może wpływać pozytywnie na intensywność przebiegu reakcji. Długi czas ekspozycji połączony z mieszaniem, może również odpowiadać za powstanie efektu wypłukiwania części zakumulowanego ładunku substancji azotowych z matrycy w omawianym teście. Nadmienione obserwacje w połączeniu z wynikiem odnoszącym się do potencjalnej trwałości wiązania obu rodzajów związków biogenych, może

być uważana za czynnik wspierający przyjętą hipotezę, iż interakcja matrycy preparatu z badanymi związkami ma inny charakter.

Tabela 4. Tabela przedstawia stężenie biogenów w matrycy złóż filtracyjnych po procesie filtracji w systemie „Batch”.

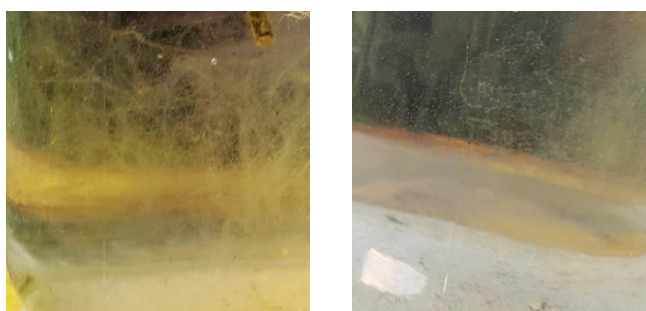
<i>Opis próby</i>	<i>Si-2</i>	<i>Odch. St.</i>	<i>Si-4</i>	<i>Odch. St.</i>
<i>N (roztwór mono składnikowy)</i>	0,26	+/- 0,007	0,26	+/- 0,007
<i>N (roztwór mono składnikowy)</i>	0,27		0,25	+/- 0,007
<i>N (roztwór wieloskładnikowy)</i>	0,24	+/- 0,021	0,23	+/- 0,021
<i>N (roztwór wieloskładnikowy)</i>	0,27		0,26	+/- 0,021
<i>P (roztwór mono składnikowy)</i>	0,55	+/- 0,007	0,56	+/- 0,007
<i>P (roztwór mono składnikowy)</i>	0,54		0,55	+/- 0,007
<i>P (roztwór wieloskładnikowy)</i>	0,5	+/- 0,014	0,51	+/- 0,007
<i>P (roztwór wieloskładnikowy)</i>	0,52		0,52	+/- 0,007

Zestaw informacji umieszczony w tabeli 4 uważać należy za potwierdzenie omawianej wcześniej relacji między efektywnością usuwania biogenów z filtrowanego medium a stężeniem oznaczanych pierwiastków w matrycy złóż po filtracji. Również w przypadku testu „Batch” nadmieniona relacja jest silna. W praktyce oznacza to, iż obserwacje omawiane we wcześniejszym akapicie znajdują potwierdzenie również w parametrach umieszczonych w powyższej tabeli.

Ostatnim etapem badań, opisywanych w niniejszym opracowaniu są obserwacje odnoszące się do interakcji preparatu SinStop z próbkami wody. W ich obrębie sprawdzono efekt stosowania produktów Si-2 oraz Si-4 w odniesieniu do prób wody pochodzących z naturalnych zbiorników wodnych: Obiekt 1 – Zalew „Zakrzew”; obiekt 2 – prywatny staw zasilany wodą retencjonowaną zlokalizowany w okolicach Częstochowy. Analiza ta uwzględniała ocenę sensoryczną stopnia klarowania wody po upływie okresu 14 dni. Przy czym obserwacje notowano codziennie o tej samej porze dnia. Próbkę znajdowały się w 100 ml butelkach laboratoryjnych. Ilość zastosowanego materiału odpowiadała natomiast zalecanemu poziomowi dawkowania: 400g/1 m³. Dało to w rezultacie dawkę równą 0,04 g/100 ml.



Rycina 4. Wizualne przedstawienie efektów działania preparatu SinStop. Fotografia przedstawia próbę kontrolną (lewa strona) oraz próbę z preparatem SinStop. Wynik po 7 dniach po aplikacji (prawa strona)



Rycina 5. Dokumentacja fotograficzna efektów stosowania preparatu SinStop. Strona lewa – woda ze stawu po 14 dniowej inkubacji. Strona prawa woda ze stawu + SinStop po 14 dniowej inkubacji.

Tabela 5. Wyniki prowadzonych obserwacji. Zastosowana skala oparta została na obserwacjach i nie posiada wymiernej wartości. Przedstawione dane mają jedynie charakter poglądowy. Znak „+” oznacza zmętnienie mieszaniny.

Opis próby	1	2	3	4	5	6	7	14
<i>Obiekt 1 + Si-2 (Zalew Zakrzew)</i>	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Obiekt 2 + Si-2 (Prywatny staw)</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Obiekt 1 + Si-4 (Zalew Zakrzew)</i>	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Obiekt 2 + Si-4 (Prywatny staw)</i>	+	+	+	-	-	-	-	-

Wyniki uzyskane w trakcie realizacji tej części prac, pozwalają na dokonanie następujących obserwacji: Aplikacja preparatu SinStop, w obu testowanych wariantach (Si-2 oraz Si-4), bezpośrednio do środowiska wodnego, przyczynia się do wystąpienia czasowego efektu zmętnienia wody. Efekt ten, w zależności od rodzaju wody, może utrzymywać się przez okres od 3-6 dni. Wskazane zjawisko jest następstwem dużej dyspersji cząstek preparatu w toni wodnej, która podtrzymywana jest do momentu fizycznego obciążenia drobnych frakcji, co następuje na wielu poziomach samoistnie. W trakcie wskazanego czasu preparat ulega ciągłej sedymentacji, opadając na dno naczynia. W rezultacie podczas przeprowadzanych testów, wraz z opadającymi cząstkami preparatu, doszło również do wystąpienia efektu klarowania wody. Dwie niezależne próby badawcze, pobrane z dwóch różnych obiektów

doświadczalnych pokazały zbliżone efekty sensoryczne. Warto dodać także, że preparat o większej granulometrii (Si-4) ulegał szybszej sedymentacji niż preparat Si-2.

W trakcie realizacji eksperymentów opisywanych w niniejszym opracowaniu dokonano również kilku istotnych obserwacji, nie będących efektem realizacji eksperymentu. Po pierwsze inkubacja wody wraz z preparatem SinStop, prowadzi do zahamowania rozwoju mikro glonów, co widoczne staje się poprzez brak zazielenienia wody w próbach wydanych na ekspozycję światła słonecznego. Wskazane zjawisko utrzymywało się w zbiornikach testowych przez okres minimum 14 dni. Po drugie, większość naturalnych prób wody, poddanych działaniu preparatu SinStop zmieniała barwę bazową z żółtawej lub jasno brązowej na bezbarwną. Proces klarowania wody prowadzi zatem do indukcji zjawisk pozytywnie wpływających na przejrzystość tego medium. Wskazana obserwacja może wynikać z opisywanej powyżej zdolności do wyłapywania związków biogenych z toni wodnej. W próbach tych zaczęto obserwować również indukcję rozwoju zooplanktonu, w tym wrotków co uważać należy za potencjalny czynnik indukcji naturalnych zjawisk samooczyszczania się wody.

5. Interpretacja wyników badań

Wyniki zgromadzone w niniejszym opracowaniu wskazują, że preparaty z linii SinStop (Si-2 oraz Si-4) są materiałami o dużym potencjale użytkowym. Wykazują bardzo dobre właściwości sorpcyjne, przyczyniają się do występowania efektu buforowania środowiska wodnego oraz wykazują pożądane działanie w odniesieniu do indukcji procesów skierowanych na intencjonalne oczyszczanie wody.

Aktywność oparta na buforowaniu środowiska wodnego ma duże znaczenie dla redukcji czynników ryzyka środowiskowego przy występowaniu silnych zakwitów. Jednym z naturalnych przemian zachodzących podczas wskazanych zjawisk jest wzrost pH wody do wartości mogących przekraczać poziom 9,5. Tego rodzaju środowisko indukuje rozwój niekorzystnych organizmów wodnych, które w rezultacie mogą emitować toksyczne substancje, stwarzając zagrożenie nie tylko dla endogennej fauny, ale również dla człowieka. Dlatego też działanie pozwalające na obniżenie wartości pH do poziomu zbliżonego do neutralnego uważać należy za bardzo pożądane.

Drugą istotną aktywnością badanego materiału jest jego zdolność do wyłapywania biogenów z toni wodnej. Obecność nadmiernych ilości substancji odżywczych w zbiornikach i ciekach wodnych zaliczane jest do jednej z najważniejszych przyczyn powstawania zakwitów. Z tego powodu, wyniki zaprezentowane w omawianym opracowaniu doskonale wpisują się w dostarczenie potencjalnego narzędzia pozwalającego na aktywne rozwiązanie nadmienionego problemu. Preparat SinStop posiada zdolność do wyłapywania wolnych związków azotu i fosforu z wody, przenosząc ich ładunek do części dennych. Efekt ten w sprzyjających warunkach, może prowadzić do dalszej sekwestracji biogenów w organizmach makrofitów. Z praktycznego punktu widzenia, tego rodzaju aktywność dostarcza możliwość do realnego

usunięcia biogenów z toni wodnej poprzez proces, który w swojej idei przypominać może zabiegi oczyszczania wody i gleby, nazywane jako fitoremediacja środowiska.

Podczas realizacji prac badawczych wykazano ze jednym z czynników, który może wpływać na efektywność wiązania związków azotu i fosforu z wody jest czas kontaktu między cząstkami preparatu a wodą. Przy czym im dłuższy czas tym większa jest efektywność procesu. Ponadto wskazano również, że powierzchniowa aplikacja preparatu do toni wodnej, wywołuje efekt silnej dyspersji, co w rezultacie przyczynia się do czasowego utrzymania zawiesiny preparatu w toni wodnej. Łącząc obie wskazane obserwacje, wnioskować można, że preparat stwarza doskonałą możliwość do realizacji zabiegów skierowanych na redukcję poziomu biogenów w wodzie, bezpośrednio w środowisku *in-situ*.

Ważną obserwacją, uzyskaną podczas realizacji badań jest wystąpienie efektu klarowania wody, połączonego z pojawieniem się zooplanktonu w zbiornikach testowych. Tego rodzaju obserwacja stanowi potwierdzenie poprawy jakości wody, która zainicjowana została stosowaniem obu wariantów preparatu SinStop.

6. Rekomendacja dotycząca praktycznej aplikacji produktów marki SinStop.

Opierając się na uzyskanych wynikach badań stwierdzić można, że produkty z linii SinStop doskonale nadają się do realizacji szerokiego spektrum zabiegów oczyszczania i rekultywacji naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych. W zależności od wybranej formy preparatu, mogą pełnić one jedną z 3 zidentyfikowanych ról: środka do aplikacji na powierzchniowej (preparat do rekultywacji zbiorników wodnych); materiału do budowy filtrów dla przedsiębiorstw i jednostek realizujących zrzuty wody bogatej w biogeny; środka do prewencyjnego wyłapywania strumienia biogenów z obszarów zlewni rolniczych. Poniżej przedstawiona została krótka charakterystyka każdego z wymienionych zastosowań wraz z wskazaniem ich największych, potencjalnych zalet.

I. Zastosowanie preparatu SinStop w roli preparatu do rekultywacji naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych

Preparat SinStop, dzięki swoim cechą, posiada dobre predyspozycje do stosowania bezpośrednio w warunkach *in-situ*. Jest on łatwy w aplikacji i długo utrzymuje się w toni wodnej, przedłużając w ten sposób czas aktywnego działania. Dodatkowo wykazuje on zdolność do usuwania nadmiaru biogenów, takich jak azot i fosfor, które są kluczowymi czynnikami wpływającymi na eutrofizację zbiorników wodnych. Przy wysokim, zakwitowym pH, środek również pełni rolę buforującą, co w omawianym kontekście uważać należy za zmianę o pozytywnym charakterze. Potencjalnie działanie preparatu wykazuje także aktywność inhibicji rozwoju mikro glonów, co w efekcie może okazać się kluczowe przy zwalczaniu negatywnych następstw zakwitów wody.

Eutrofizacja powoduje zakwity glonów, co skutkuje obniżeniem jakości wody, zmniejszeniem ilości tlenu i degradacją ekosystemu. Dostarczenie nowego, praktycznego narzędzia pozwalającego na aktywną walkę z występowaniem omawianego zjawiska, może być zatem uważane za istotny krok na drodze do ogólnej poprawy dobrostanu wód powierzchniowych.

Wykaz najważniejszych zalet:

- **Efektywność w redukcji biogenów:** Badania wykazały, że preparat SinStop jest skuteczny w redukcji związków azotu i fosforu zarówno w warunkach filtracji, jak i w systemie "batch" (długoterminowa ekspozycja). Preparat zatrzymuje te związki w złożu lub przenosi je do dennych osadów, co w rezultacie może prowadzić do zapobiegania zakwitom glonów.
- **Klarowanie wody:** Preparat sprzyja procesowi oczyszczania wody poprzez wyłapywanie i sedymentację zanieczyszczeń. Rezultat wskazanej aktywności może zwiększać przejrzystość wody, poprawiając w ten sposób warunki wzrostu dla makrofitów.
- **Prostota aplikacji** – Preparat występuje w formie sypkiej i jest łatwy w aplikacji na powierzchnię zbiornika wodnego. Ulega on również szybkiej dyspersji tworząc czasową zawiesinę. Wskazane zjawisko przedłuża działanie preparatu i sprawia, że ma on wyższą efektywność.

Praktyczne wdrożenie:

Preparat można stosować bezpośrednio na powierzchnię zbiornika wodnego. Najlepiej sprawdzi się w przypadku zbiorników posiadających naturalną formę dna. Aplikacja powinna być oparta o wcześniejszą analizę środowiskową, tak aby zagwarantować najwyższą efektywność działania przy najniższym ryzyku środowiskowym. Z uwagi na formę preparatu, stosowanie może być prowadzone manualnie bez dodatkowego sprzętu technicznego lub w sposób zautomatyzowany. Procedurę podawania realizować można zarówno z brzegu zbiornika jak również z powierzchni dostosowanej jednostki pływającej.

II. Zastosowanie preparatu SinStop jako złoża filtracyjnego dla przedsiębiorstw i jednostek odprowadzających ścieku lub wody zrzutowe

Wersja SinStop Si-4, ze względu na większą granulację, sprawdza się doskonale jako złoże filtracyjne w systemach oczyszczania wód zrzutowych bogatych w biogeny. Przedsiębiorstwa, jednostki organizacyjne oraz gospodarstwa rolnicze, które emitują duże ilości azotu i fosforu, mogą wykorzystać ten preparat w procesach filtracji ścieków lub innych form wód zrzutowych, przed ich odprowadzeniem do środowiska.

Wykaz najważniejszych zalet:

- **Zdolność do wiązania biogenów:** SinStop skutecznie usuwa nadmiar azotu i fosforu z wody co sprawia, iż możliwe staje się zmniejszenie ryzyka eutrofizacji wód naturalnych w pobliżu zakładów lub jednostek odpowiadających za zrzucanie wód.
- **Elastyczność aplikacji:** Preparat można dostosować do różnych systemów filtracji, a także do specyficznych potrzeb przedsiębiorstw. Może być stosowany w filtrach kolumnowych lub w postaci złoża w większych systemach oczyszczania.
- **Trwałość wiązania biogenów:** SinStop wykazuje wysoką trwałość wiązania biogenów (zwłaszcza fosforu), co sprawia, że dostarcza on potencjalną możliwość do odzysku tego cennego zasobu.
-

Praktyczne wdrożenie:

Preparat można wdrożyć jako element systemów filtracji w zakładach przemysłowych, jednostkach organizacyjnych i gospodarstwach rolniczych, gdzie ścieki są bogate w azot i fosfor. Poprzez właściwą integrację rozwiązania z dostępną infrastrukturą możliwe jest obniżenie ładunku wskazanych biogenów ze strumienia odprowadzanej wody przy relatywnie niskim poziomie kosztów inwestycji. Ponadto forma i aktywność złoża sprzyjają prostej wymianie ewentualnego zużytego zasobu. Jego późniejsza regeneracja lub remediacja może z kolei zostać zintegrowana z procesami odzysku pierwiastków kluczowych takich jak fosfor (P).

III. Zastosowanie preparatu SinStop jako czynnik prewencyjny na obszarach rolniczych

Jednym z głównych źródeł biogenów w wodach naturalnych są spływy powierzchniowe z terenów rolniczych, gdzie nawozy bogate w azot i fosfor przedostają się do cieków wodnych. Preparat SinStop może być używany w systemach buforowych, np. rowach melioracyjnych, stawach lub innych elementach infrastruktury hydrotechnicznej, która obecna jest w bliskim sąsiedztwie z terenami rolniczymi.

Wykaz najważniejszych zalet:

- **Ochrona przed spływami biogenów:** SinStop może działać jako bariera biologiczna, zatrzymując nadmiar biogenów przed ich przedostaniem się do cieków wodnych. Dzięki temu zapobiega eutrofizacji rzek, jezior i stawów.
- **Zmniejszenie zanieczyszczeń wód:** Preparat zatrzymuje biogeny bezpośrednio na miejscu, co ogranicza zanieczyszczenie wód zlewni rolniczych.
- **Prosta aplikacja:** SinStop można aplikować bezpośrednio na powierzchnię wody lub montować w formie elementu infrastruktury hydrotechnicznej bezpośrednio w

obszarze rowów melioracyjnych lub innych elementów wchodzących w skład zlewni danego ciek wodnego.

Praktyczne wdrożenie:

Preparat można wprowadzić do rowów melioracyjnych lub małych naturalnych i sztucznych zbiorników na terenach rolniczych. Wprowadzenie takich systemów może znacząco obniżyć obciążenie biogenami strumienia wody, który trafia do położonych niżej zlewni. Regularna aplikacja o takim charakterze, w strategicznych punktach może znacząco zmniejszyć strumień biogenów trafiających do większych rzek i jezior a w konsekwencji do morza.

7. Podsumowanie

Preparat SinStop, zarówno w formie Si-2, jak i Si-4, posiada znaczny potencjał w rekultywacji i ochronie wód naturalnych. Jego zdolność do zatrzymywania azotu i fosforu czyni go idealnym rozwiązaniem w trzech kluczowych obszarach: rekultywacji zbiorników wodnych, oczyszczaniu ścieków przemysłowych oraz prewencyjnej ochronie terenów rolniczych. Dzięki wszechstronności, preparat może być dostosowany do różnych potrzeb i zastosowań, co zwiększa jego praktyczność w różnorodnych warunkach.

Przed finalnym wdrożeniem preparatu, zwłaszcza w aplikacjach odnoszących się do stosowania w warunkach in-situ, rekomendowane jest wykonanie dalszych badań nad preparatem, których celem będzie identyfikacja wpływu środka na różne rodzaje organizmów wodnych w tym ichtiofaunę, zooplankton oraz organizmy z grup mikro glonów. Pełne zrozumienie interakcji preparatu z wskazanymi grupami organizmów może dostarczyć cennej wiedzy, niezbędnej przy ocenie bezpieczeństwa stosowania SinStop w warunkach operacyjnych.

KONTAKT

GreenBack Sp. z o.o.
ul. Tadeusza Kościuszki 227
40-600 Katowice
NIP: 6342815731

Badania i rozwój

Kłobuck: dr Dariusz Włóka
e-mail: lab@greenback.net.pl
Tel: +48 664 993 638
www.technabio.com

Dr Dariusz Włóka
Dyrektor ds. Badań i Rozwoju
GreenBack sp. z o.o.
e-mail: lab@greenback.net.pl
tel: +48 664 993 638

