

## **OKREŚLENIE PRZYDATNOŚCI PREPARATU PRZECIWPIANOWEGO AS 25 SEM DO STOSOWANIA W CUKROWNIACH**

**Bożenna Poleć, Teresa Sumińska, Barbara Gajewnik**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego  
Zakład Cukrownictwa  
ul. Inżynierska 4, 05-080 Leszno  
bozenna.polec@ibprs.pl

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wyniki badań przydatności preparatu AS 25 SEM do gaszenia piany w ekstraktorze i obiegowych wodach spławiakowych.

Badania obejmowały ocenę skuteczności działania preparatu oraz jego wpływ na proces ekstrakcji cukru i oczyszczania ścieków metodą fermentacji metanowej i tlenowego osadu czynnego.

Przeprowadzone badania wskazały, że preparat AS 25 SEM wykazuje przydatność do stosowania w cukrowniach do gaszenia piany w ekstraktorze. Nie wpływa niekorzystnie na jakość soku dyfuzyjnego, pod warunkiem przestrzegania ustalonych dawek.

Preparat AS 25 SEM działa skutecznie w wodach spławiakowych. Nie wpływa hamująco na proces oczyszczania ścieków metodą fermentacji metanowej i osadu czynnego.

Dawki bezpieczne dla biocenozy oczyszczalni ścieków cukrowniczych są znacznie wyższe od optymalnych, zalecanych do stosowania.

**Słowa kluczowe:** przemysł cukrowniczy, preparat przeciw pianowy, ekstrakcja cukru, spławiakowe wody obiegowe, biologiczne oczyszczanie ścieków.

## **DETERMINATION OF USEFULNES OF ANTI-FOAM AS 25 SEM FOR USE IN SUGAR FACTORIES**

### **Summary**

The paper presents the results of investigations of the suitability of AS 25 SEM for extinguishing foam in the extractor and in the circulating transport (flume) waters.

The study included an assessment of the efficacy of the preparation and its effect on sugar extraction and wastewater treatment by methane fermentation and aerobic activated sludge.

The study indicated that AS 25 SEM showed suitability for use in sugar factory in the extractor. It does not adversely affect the quality of diffusion juice, provided that the

prescribed doses are adhered to.

AS 25 SEM works effectively in the circulating transport (flume) waters. There is no inhibitory effect on the process of wastewater treatment by methane fermentation and activated sludge.

The safe doses for the biocoenosis of the sewage treatment plants are much higher than the optimal ones, recommended for use.

**Key words:** Sugar industry, anti-foam preparation, sugar extraction, circulating transport (flume) waters, biological waste water treatment

### WSTĘP

W procesie przerobu buraków cukrowych na cukier występuje często niepożądane zjawisko, jakim jest pienienie się soków cukrowych oraz wód splawiakowych. Powstająca piana utrudnia właściwą realizację procesu technologicznego i dlatego należy podejmować działania, których celem jest zapobieganie jej powstawaniu oraz niszczenie już powstałej piany. Preparaty przeciw pianowe stosować należy tylko z konieczności. Właściwe postępowanie powinno obniżyć negatywne skutki pienienia oraz ograniczyć nadmierne zużycie środków przeciw pianowych, dodawanych do soków cukrowych i do wód splawiakowych. Dobór właściwych preparatów przeciw pianowych i ograniczenie ich zużycia może przyczynić się do poprawienia efektywności procesu technologicznego produkcji cukru oraz zmniejszyć zawartość śladowych ilości tych substancji w cukrze, melasie i w obiegu wodnym cukrowni [Janczar-Smuga M. i in. 2008].

Przyczynami powstawania piany w przemyśle cukrowniczym są między innymi:

- wydzielanie się pęcherzyków powietrza, zaadsorbowanego na powierzchni krajanki pod wpływem temperatury i ruchów krajanki w ekstraktorze. Gazy zawarte w tkance buraka zostają uwolnione po denaturacji kompleksów białkowo-pektynowych, w temperaturze 60–65°C i otwarciu błon komórkowych dla swobodnej wymiany mas,
- zagęszczanie roztworów, szczególnie podczas raptownej zmiany temperatury wrzenia,
- napowietrzanie roztworów przez np. zasysanie powietrza przez pompy sokowe,
- wydzielanie się gazu w wyniku działalności życiowej drobnoustrojów w sokach cukrowych, wodzie wysłódkowej i obiegach wodnych [Marczyński 1996; Waleriańczyk 1995].

Do związków chemicznych mających własności pianotwórcze i przechodzących z buraka cukrowego do soku surowego w procesie ekstrakcji należą:

- 1) **Wielocukry takie jak dekstran i lewan.** Zdrowe buraki cukrowe dobrze przechowywane praktycznie nie zawierają tych związków. Tworzą się one głównie w wyniku rozwoju drobnoustrojów w soku komórkowym, wypływającym z uszkodzonych mechanicznie oraz odmrożonych i pękniętych komórek tkanki buraka.
- 2) **Pektyny.** W tkance korzeni buraka cukrowego występują głównie pod postacią protopektyny, która jest nierozpuszczalnym w wodzie kompleksem zawierającym też galaktan, araban, białka i prawdopodobnie celulozę i ligniny. Pod wpływem temperatury (75–80°C), zwłaszcza w środowisku alkalicznym, protopektyna ulega powolnej hydrolizie, głównie na pektynę, hemicelulozy (araban, galaktan) i celulozę, które przechodzą do soku komórkowego buraka, a następnie w procesie ekstrakcji do soku surowego. Związki pektynowe w wodzie tworzą koloidy, które mają postać galaretowatego żelu podnoszącego lepkość soku surowego i zwiększającego jego własności pianotwórcze.
- 3) **Saponina – glikozyd buraczany.** Występuje w tkance znajdującej się tuż pod naskórkiem korzenia buraka w ilościach 0,1–0,2% i tworzy barierę ochronną przeciw szkodnikom i drobnoustrojom. Jej cząsteczka składa się z hydrofilowego odcinka glukoronowego i hydrofobowego odcinka terpenowego. Nadaje to saponinie skłonności do tworzenia bardzo trwałej piany. Łatwo przechodzi do soku, skąd w 95% jest usuwana podczas jego oczyszczania.
- 4) **Białka.** Z buraków cukrowych zawierających ok. 0,5% białka do soku surowego przechodzi tylko niewielka jego część, ponieważ główna jego masa jest związana z pektynami w miąższu, a związki białkowe obecne w soku komórkowym dyfundują powoli z komórek do soku surowego znajdującego się w ekstraktorze. Białka tworzą w wodzie roztwory koloidowe i są związkami powierzchniowo czynnymi, mocno obniżającymi napięcie powierzchniowe roztworów, powodującymi ich silne pienienie się. Dlatego białko obecne w sokach cukrowniczych uważa się za jeden z głównych związków pianotwórczych.
- 5) **Azotowe związki organiczne, głównie betaina i aminokwasy.** Przechodzą do soku surowego, podnoszą jego lepkość i wpływają na podwyższeniu własności pianotwórczych. Wielokrotne wykorzystanie wód do spławiania buraków powoduje koncentrację organicznych związków azotowych, węglowodanów i saponiny. Substancje te powodują, że wody spławiakowe wykazują dużą tendencję do pienienia. Obecność piany stwarza problemy przy spławianiu buraków i zmniejsza efektywność działania osadników [Dobrzycki 1984].

W celu ograniczenia pienienia powinno się między innymi zapewnić:

- dużą ilość wody w obiegu i ciągły odbiór części nadmiernie zanieczyszczonej wody do oczyszczalni ścieków oraz ciągłe odświeżanie obiegu świeżą wodą,
- kontrolę stanu mikrobiologicznego wód,
- odpowiedni dobór wydajności pomp, zastosowanych w obiegu i ciśnienia wody,
- kontrolę szczelności pomp, rurociągów i komór ssących [Janczar-Smuga i in. 2008].

Wymienione wyżej działania mogą obniżać stopień napowietrzenia wód splawiakowych, a tym samym ograniczyć ilość wytwarzanej piany. W celu wyeliminowania powstałej piany należy jednak stosować preparaty przeciwpianowe.

Należy wziąć pod uwagę, że preparaty stosowane w cukrowniach mogą trafiać do obiegu wód splawiakowych, a wraz z nimi do ścieków ogólnych zakładu i oczyszczalni ścieków.

W prezentowanej pracy oceniono wpływ preparatu AS 25 SEM na biologiczne oczyszczanie ścieków. W cukrowniach stosowane są w tym celu najczęściej: beztlenowa fermentacja metanowa oraz napowietrzanie z osadem czynnym [Połec 1998].

Przegląd piśmiennictwa potwierdził znikomą liczbę publikacji z zakresu cukrownictwa na temat stanowiący przedmiot publikacji. Istniejące publikacje dotyczyły głównie wpływu herbicydów stosowanych w rolnictwie, w tym w uprawie buraków cukrowych, na jakość wód podziemnych [Wrzosek i in. 2009]. Przy doborze preparatów do zastosowania w technologii produkcji cukru oceniana była przede wszystkim skuteczność ich działania [Marczyński 1996]. W przypadku niektórych preparatów oceniano ich wpływ na jakość cukru, melasu i wysłodków. Nie prowadzono badań wpływu pozostałości tych preparatów na procesy ekstrakcji i biologicznego oczyszczania ścieków.

Wyniki przedstawionych badań pozwolą cukrowniom na korzystanie z preparatu chemicznego nie tylko skutecznie gaszącego pianę, lecz także nieobniżającego jakości soku dyfuzyjnego i nieszkodliwego dla oczyszczalni ścieków.

## **ZAKRES BADAŃ**

Zakres badań wody splawiakowej obejmował:

- ocenę skuteczności przeciwpianowego działania preparatu, w tym ustalenie optymalnej dawki,
- określenie wpływu działania preparatu na biologiczne oczyszczanie ścieków

cukrowniczych (metodą fermentacji metanowej i napowietrzania z osadem czynnym), w tym ustalenie dawki bezpiecznej dla biocenozy oczyszczalni ścieków.

Zakres badań ekstrakcji obejmował:

- ocenę skuteczności przeciw pianowego działania preparatu w procesie ekstrakcji, w tym ustalenie optymalnej dawki,
- określenie wpływu działania preparatu na jakość soku dyfuzyjnego, w tym m.in. na zawartość sacharozy, inwertu i odczyn.

### **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Materiał do badań stanowił preparat AS 25 SEM, przewidziany do zastosowania w cukrowniach do gaszenia piany, wody spławiakowe i ścieki (pobrane z cukrowni) oraz sok dyfuzyjny (przygotowany z krajanki buraczanej w laboratorium).

#### **1. Metodyka badań skuteczności przeciw pianowego działania preparatu na wody obiegu spławiakowego**

W celu określenia skuteczności przeciw pianowego działania preparatu na wody obiegu spławiakowego przeprowadzono test laboratoryjny polegający na pomiarze wysokości słupa piany wytworzonej w sposób mechaniczny za pomocą specjalnie skonstruowanego ubijaka, wykonując 30 równomiernych uderzeń w ciągu 30 sekund, oraz pomiarze poziomu piany 3 minuty po zaprzestaniu ubijania.

Oznaczenia wykonywano w cylindrze pomiarowym o pojemności 1 dm<sup>3</sup> zawierającym 250 cm<sup>3</sup> wody bez preparatu oraz wody z dodatkiem preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 w dawkach od 0,005 do 0,05 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>, co odpowiadało stężeniu preparatu stężonego (w formie handlowej) od 0,00125 do 0,0125 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczano efekt działania przeciw pianowego w % obniżenia poziomu piany (po 30 sek. jej wytwarzania) w próbkach z preparatem w stosunku do próby bez preparatu. Obliczano także wskaźnik trwałości piany w %, przyjmując poziom piany w próbce bez preparatu mierzonej 3 minuty po zaprzestaniu jej wytwarzania za 100% trwałości.

## **2. Metodyka badań wpływu preparatu na oczyszczanie ścieków metodą fermentacji metanowej**

Fermentacja metanowa ścieków jest procesem stosowanym jako I stopień beztlenowej biodegradacji zanieczyszczeń w oczyszczalniach biologicznych przed odprowadzeniem ścieków do II stopnia biodegradacji w komorach napowietrzania z osadem czynnym.

Proces fermentacji metanowej zachodzi w różnego typu reaktorach (zamkniętych – z odbiorem biogazu lub otwartych – bez odbioru biogazu) w warunkach beztlenowych, pod wpływem drobnoustrojów zawartych w zaszczepiającym osadzie fermentacyjnym w temperaturze 36°C – optymalnej dla procesu mezofilowego.

Test statycznej fermentacji metanowej prowadzono w warunkach laboratoryjnych w fermentorach otwartych, w temperaturze 36°C, z zaszczepieniem aktywnym osadem fermentacyjnym w ilości 30 g s.m./dm<sup>3</sup> ścieków. Ścieki kontrolne (bez dodatku preparatu) i ścieki zawierające różne stężenia preparatu dodawano do fermentorów zaszczepionych osadem i prowadzono obserwacje zmian odczynu i zapotrzebowania na tlen (ChZT) przez 10 dni, wykonując oznaczenia kontrolne bezpośrednio po dawkowaniu preparatu, a następnie po 1, 2, 4, 8 i 10 dobach procesu. Stosowano dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 od 0,040 do 10 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>, co opowiadało stężeniom od 0,010 do 2,500 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> preparatu nierozcieńczonego.

## **3. Metodyka badań wpływu preparatów na oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego**

Napowietrzanie ścieków z osadem czynnym prowadzone jest w cukrowniach jako II stopień degradacji zanieczyszczeń w ściekach po fermentacji metanowej.

Test z osadem czynnym prowadzono w warunkach laboratoryjnych w komorach napowietrzania, wykonanych ze szklanych lejów (o poj. 1 dm<sup>3</sup>), zaopatrzonych w filtry ceramiczne, umożliwiające drobnopęcherzykowe napowietrzanie ścieków sprężonym powietrzem. Do komór napowietrzania dodano osad czynny o zawartości suchej substancji odpowiadającej stężeniu osadu 4 g s.m./dm<sup>3</sup>, a następnie jednakowe porcje przefermentowanych ścieków cukrowniczych nie zawierających preparatu (próba kontrolna) i z dodatkiem preparatu w różnych stężeniach. Stosowano dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 od 0,040 do 10 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>, co opowiadało stężeniom od 0,010 do 2,500 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> preparatu w formie nierozcieńczonej. Po wymieszaniu ścieków z osadem czynnym pobierano pierwsze próbki ścieków do pomiaru pH i analizy ChZT. Następnie uruchamiano napowietrzanie na czas 1 doby. Po upływie tego czasu ponownie analizowano

wszystkie próby (pomiar pH, oznaczenie ChZT) i określano efekt oczyszczania ścieków.

#### **4. Metodyka przygotowania próbki do badań wpływu preparatów na proces ekstrakcji**

Z powodu prowadzenia badań w okresie pozakampanijnym, próbki do badań wpływu preparatów na proces ekstrakcji były przygotowywane w laboratorium Instytutu w poniżej przedstawiony sposób.

Krajanekę rozdrobnilo w maszynce z sitkiem o średnicy 3–4 mm. Miazgę zbierano do czystego naczynia, zwracając uwagę na to, aby wyciśnięty podczas mielenia sok w całości trafił do miazgi. Otrzymaną miazgę dokładnie wymieszano i szybko pobrano z niej próby do analizy. Tak przygotowana miazga służyła do wszystkich oznaczeń analitycznych. Z wymieszanej miazgi odważono do dwóch naczyń dygestyjnych po  $26 \pm 0,01$  g. Następnie z biurety automatycznej dodano do jednego naczynia 178,2 ml wody octanowej, a do drugiego wody destylowanej. Zamknięto szczelnie naczynia, wstrząsano i wstawiono do łaźni wodnej o temperaturze  $80^{\circ}\text{C}$ . Pozostawiono naczynia w kąpeli wodnej przez 30 minut w temperaturze  $75\text{--}80^{\circ}\text{C}$ . Następnie roztwór z wodą octanową schłodzono i przesączono. W przesączu oznaczano zawartość sacharozy oraz azotu alfa-aminokwasowego. Roztwór wodny przefiltrowano na gorąco i dopiero schłodzono. W przesączu oznaczano zawartość związków redukujących, popiołu rozpuszczalnego, pH oraz azotu amidowego.

W celu określenia wpływu preparatu przeciwpianowego AS 25 SEM na jakość soku dyfuzyjnego do naczyń dygestyjnych przed zamknięciem aplikowano po 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,125 i 0,15  $\text{cm}^3$  preparatu rozcieńczonego zgodnie z sugestią producenta w stosunku 1:3.

#### **5. Metodyka badań skuteczności przeciwpianowego działania preparatu na sok dyfuzyjny**

W celu określenia skuteczności przeciwpianowego działania preparatu na sok dyfuzyjny przeprowadzono test laboratoryjny polegający na pomiarze wysokości słupa piany wytworzonej w sposób mechaniczny za pomocą specjalnie skonstruowanego ubijaka, wykonując 30 równomiernych uderzeń w ciągu 30 sekund, oraz pomiarze poziomu piany 3 minuty po zaprzestaniu ubijania.

Oznaczenia wykonywano w cylindrze pomiarowym o pojemności 1  $\text{dm}^3$  zawierającym 200  $\text{cm}^3$  soku bez preparatu oraz z dodatkiem preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1 : 3 po 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,125 i 0,15  $\text{cm}^3$ . Na podstawie uzyskanych wyników obliczano efekt działania przeciwpianowego w % obniżenia poziomu piany (po 30 sek. jej

wytwarzania) w próbkach z preparatem w stosunku do próby bez preparatu.

Obliczano także wskaźnik trwałości piany w %, przyjmując poziom piany w próbce bez preparatu, mierzonej 3 minuty po zaprzestaniu jej wytwarzania za 100% trwałości.

Oznaczenia fizykochemiczne ścieków wykonano zgodnie z następującą metodyką:

- pH – metoda potencjometryczna: PB-POŚ-02, wyd. 3,
- ChZT<sub>Cr</sub> – metoda miareczkowa: PN – ISO 6060:2006.

Technika oznaczeń w soku dyfuzyjnym była następująca:

- pozorną zawartość sacharozy (polaryzacja) odczytano bezpośrednio z przesączu w polarymetrze przy użyciu rurki o dł. 200 mm [Butwiłowicz 1997],
- zawartość azotu alfa-aminokwasowego oznaczano kolorymetrycznie przy długości fali  $\lambda = 600$  nm, wykorzystując właściwości tworzenia przez alfa-aminokwasy barwnego kompleksu z miedzią [Butwiłowicz 1997],
- zawartość popiołu rozpuszczalnego oznaczano konduktometrem bezpośrednio w wodnym przesączu wg ICUMSA GS 1/3/4/7/8 – 13 (1994) [Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA, 2011],
- pH roztworu oznaczano pehametrem bezpośrednio w wodnym przesączu wg ICUMSA GS 1/2/3/4/7/8/9 – 23 (2009) [Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA, 2011],
- metoda oznaczania zawartości azotu amidowego polegała na zalkalizowaniu próbki i oddestylowaniu uwalniającego się amoniaku [Butwiłowicz 1997],
- związki redukujące (inwert) oznaczano metodą miareczkową po wcześniejszym utlenieniu ich solami miedziowymi w środowisku alkalicznym [Butwiłowicz 1997].

Każde oznaczenie było powtarzane trzykrotnie.

## **WYNIKI I DYSKUSJA**

### **1. Wyniki badań skuteczności przeciwpianowego działania preparatu AS 25 SEM na wody obiegu splawiakowego**

Wyniki badań skuteczności przeciwpianowego działania preparatu AS 25 SEM na obiegowe wody splawiakowe zamieszczono w tabeli 1.



**Tabela 1.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na redukcję piany w wodach obiegu spławiakowego  
*The influence of preparation AS 25 SEM on reduction efficiency of the foam in the circulating transport (flume) waters*

<b>Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3</b>	<b>Wysokość słupa piany po 30 sekundach jej wytwarzania</b>	<b>Efekt działania przeciwpianowego</b>
[cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	[mm]	[%]
0	220	-
0,005	180	18,2
0,010	80	63,6
0,020	60	72,7
0,030	40	81,8
0,040	1	99,5
0,050	0	100

Jak wynika z przedstawionych danych, preparat AS 25 SEM działał skutecznie przy stosowaniu preparatu w rozcieńczeniu 1:3, w dawkach wynoszących od 0,010 do 0,050 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> wody spławiakowej. Przy dawkach od 0,04 do 0,05 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> wody spławiakowej ilość wytwarzanej piany była niższa o 99,5–100% niż w próbie bez preparatu.

Wyniki badań wpływu preparatu AS 25 SEM na trwałość piany powstającej w wodach obiegu spławiakowego zamieszczono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na trwałość piany w wodach obiegu spławiakowego  
*The influence of preparation AS 25 SEM on foam stability in the circulating transport (flume) waters*

<b>Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3</b>	<b>Wysokość słupa piany po czasie 3 minut od zaprzestania jej wytwarzania</b>	<b>Wskaźnik trwałości piany</b>
[cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	[mm]	[%]
0	90	100,0
0,005	50	55,5
0,010	20	22,2
0,020	10	16,6
0,030	3	3,3
0,040	0	0

0,050	0	0
-------	---	---

Przyjmując wysokość słupa piany po 3 minutach od zaprzestania jej wytwarzania w próbie bez preparatu (90 mm) za 100%, wyraźnie widać, że trwałość piany zmniejsza się w miarę wzrostu dawki preparatu aż do 0% przy dawkach zalecanych do stosowania.

## 2. Wyniki badań wpływu preparatów na oczyszczanie ścieków metodą fermentacji metanowej

Wpływ preparatu wpływu preparatu AS 25 SEM na proces fermentacji metanowej ścieków przedstawiono w tabelach 3. i 4., zmiany poziomu ChZT i efektów redukcji tego wskaźnika zaprezentowano w tabeli 3., natomiast zmiany odczynu w tabeli 4.

**Tabela 3.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na redukcję ChZT w procesie fermentacji metanowej ścieków

*The influence of preparation AS 25 SEM on COD reduction in methane fermentation of wastewater*

Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 [cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	ChZT ścieków [mg/dm <sup>3</sup> ] po czasie procesu [doby]						Redukcja ChZT [%] po czasie procesu [doby]				
	0	1	2	4	8	10	1	2	4	8	10
0	3700	1889	1085	193	144	121	48,9	70,7	94,8	96,1	96,7
0,040	3769	1951	1104	215	128	126	48,2	70,7	94,3	96,6	96,7
0,050	3808	1940	1059	237	150	117	49,0	72,2	93,8	96,1	96,9
0,100	3877	1981	1102	245	130	128	48,9	71,6	93,7	96,6	96,7
0,30	3870	1894	582	210	128	127	51,1	84,3	94,4	96,5	96,6
0,50	3847	1869	616	171	149	118	51,4	84,0	95,5	96,1	96,9
1,00	3808	1889	586	164	130	117	50,4	84,6	95,7	96,6	96,9
2,00	3847	1756	668	205	137	119	54,1	82,6	94,7	96,4	96,9
3,00	3867	1807	621	199	150	118	53,3	83,9	94,8	96,1	96,9
5,00	3888	1848	782	220	160	131	52,5	79,9	94,3	95,9	96,6
10,00	4349	2509	1577	357	205	176	42,3	63,7	91,8	95,3	96,0

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 3., ścieki w próbie kontrolnej (bez preparatu) uległy oczyszczeniu w 96,7% (od ChZT 3700 do 121 mg/dm<sup>3</sup>). W próbkach

ścieków z dodatkiem preparatu w rozcieńczeniu 1:3 w dawkach od 0,040 do 5,00 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> nie stwierdzono po 10 dobach hamowania procesu obniżania ChZT.

W przypadku dawek od 0,3 do 3,0 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> zaobserwowano nawet niewielki efekt stymulujący proces w pierwszych dobach procesu.

Niewielkie, nieznaczące (o 0,6%) obniżenie efektywności degradacji zanieczyszczeń wyrażanych w ChZT stwierdzono przy stężeniu preparatu 10 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>.

**Tabela 4.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na pH w procesie fermentacji metanowej ścieków  
*The influence of preparation AS 25 SEM on pH in methane fermentation of wastewater*

Dawki preparatu rozcieńzonego w stosunku objętości 1:3 [cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	Odczyn ścieków [pH] po czasie procesu [doby]					
	0	1	2	4	8	10
0	6,5	6,2	6,9	7,3	7,8	8,1
0,040	6,5	6,2	6,9	7,4	7,8	8,0
0,050	6,5	6,2	7,0	7,3	7,8	8,0
0,100	6,5	6,2	6,9	7,4	7,9	8,0
0,30	6,5	6,2	6,9	7,4	7,6	8,0
0,50	6,5	6,2	7,0	7,3	7,5	7,9
1,00	6,5	6,2	7,1	7,4	7,8	8,1
2,00	6,5	6,3	7,1	7,3	7,6	8,0
3,00	6,5	6,3	7,1	7,4	7,6	8,0
5,00	6,5	6,3	7,1	7,4	7,5	8,0
10,00	6,5	6,3	7,0	7,2	7,5	7,9

Pomiary odczynu, przedstawione w tabeli 4., wskazały na brak znaczącego wpływu preparatu na ten wskaźnik. Proces oczyszczania, zarówno w próbie bez preparatu, jak i z preparatem, przebiegał przy odczynie lekko kwaśnym w pierwszych dobach procesu i lekko alkalicznym w końcowej fazie badań, co jest charakterystyczne przy wysokowydajnym przebiegu fermentacji metanowej.

### 3. Wyniki badań wpływu preparatu AS 25 SEM na oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego

Wyniki badań wpływu preparatu AS 25 SEM na oczyszczanie ścieków przez napowietrzanie z osadem czynnym zestawiono w tabeli 5. i 6. W tabeli 5. pokazano zmiany

poziomu ChZT i efektów redukcji tego wskaźnika, a w tabeli 6. zmiany odczynu.

**Tabela 5.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na redukcję ChZT w procesie oczyszczania ścieków z osadem czynnym

*The influence of preparation AS 25 SEM on COD in process wastewater treatment with activated sludge*

Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 [cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	ChZT ścieków [mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ] po czasie [godz.]		Redukcja ChZT [%]
	0	24	
0	569	191	66,4
0,040	605	200	66,9
0,050	610	208	65,9
0,100	615	212	65,5
0,30	619	262	57,7
0,50	640	286	55,3
1,00	657	300	54,3
2,00	847	396	54,4
3,00	912	423	53,6
5,00	1234	647	47,6
10,00	1905	1057	44,5

W badaniach oczyszczania ścieków metodą napowietrzania z osadem czynnym w próbie kontrolnej (bez preparatu) stwierdzono efekt redukcji ChZT wynoszący 66,4%. Preparat zastosowany w rozcieńczeniu 1:3 w stężeniach od 0,04 do 0,10 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> nie wpływał hamująco na proces oczyszczania (efekt redukcji ChZT – wahał się w granicach od 65,5 do 66,9).

Biorąc pod uwagę dawki określone jako skuteczne do gaszenia piany w wodach spławiakowych, opisane w podrozdziale 1, należy uznać, że preparat ten stosowany do gaszenia piany w wodach spławiakowych w skutecznych dawkach nie będzie miał żadnego wpływu na efektywność oczyszczania ścieków metodą napowietrzania z osadem czynnym.

Gdyby preparat stosowany był w większych dawkach: od 0,3 do 3,0 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> w postaci rozcieńczonej 1:3 (od 0,075 do 0,75 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> – w przeliczeniu na preparat stężony), spowodowałby mało znaczące obniżenie efektywności degradacji zanieczyszczeń (ChZT) o ok. 10%.

Przy dawkach preparatu w granicach od 5 do 10 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> – w postaci rozcieńczonej 1:3

obniżenie efektywności degradacji zanieczyszczeń (ChZT) byłoby rzędu ok. 20%.

Również pomiary odczynu, przedstawione w tabeli 6., wskazały na brak znaczącego wpływu badanego preparatu na pH.

**Tabela 6.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na pH w procesie oczyszczania ścieków z osadem czynnym

*The influence of preparation AS 25 SEM on COD in process wastewater treatment with activated sludge*

Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3 [cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	Odczyn ścieków [pH] po czasie [godz.]	
	0	24
0	6,7	8,1
0,040	6,7	8,1
0,050	6,7	8,2
0,100	6,7	8,2
0,30	6,7	8,2
0,50	6,7	8,2
1,00	6,7	8,2
2,00	6,7	8,2
3,00	6,7	8,2
5,00	6,6	8,2
10,00	6,6	8,1

#### **4. Wyniki badań skuteczności przeciwpianowego działania preparatu na sok dyfuzyjny**

Wyniki badań skuteczności przeciwpianowego działania preparatu AS 25 SEM zamieszczono w tabeli 7.

**Tabela 7.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na redukcję piany w soku dyfuzyjnym

*The influence of preparation AS 25 SEM on reduction efficiency of the foam in the diffusion juice*

<b>Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3</b>	<b>Wysokość słupa piany po 30 sekundach jej wytwarzania</b>	<b>Efekt działania przeciw pianowego</b>
[cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	[mm]	[%]
0	80	-
0,125	45	43,8
0,250	37	53,8
0,375	30	62,5
0,500	10	87,5
0,625	0	100
0,750	0	100

Jak wynika z przedstawionych danych, preparat AS 25 SEM działał skutecznie (100% efekt przeciw pianowego działania), w dawkach wynoszących:

- od 0,625 do 0,750 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> soku przy stosowaniu preparatu handlowego w rozcieńczeniu 1:3.

Jeżeli przyjmiemy, że wystarczająca jest już dawka obniżająca poziom piany do wysokości 10 mm, to wystarczy dawka preparatu stosowanego w rozcieńczeniu 1:3, wynosząca 0,500 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> soku dyfuzyjnego (tj. 500 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> soku), co odpowiada w przeliczeniu na preparat stężony dawce 0,125 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> soku dyfuzyjnego (tj. 125 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> soku).

Wyniki badań wpływu preparatu AS 25 SEM na trwałość piany powstającej w soku dyfuzyjnym zamieszczono w tabeli 8.

**Tabela 8.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na trwałość piany w soku dyfuzyjnym

*The influence of preparation AS 25 SEM on foam stability in the diffusion juice*

<b>Dawki preparatu rozcieńczonego w stosunku objętości 1:3</b>	<b>Wysokość słupa piany po czasie 3 minut od zaprzeszania jej wytwarzania</b>	<b>Wskaźnik trwałości piany</b>
[cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	[mm]	[%]
0	60	100
0,125	22	36,7
0,250	18	30,0
0,375	15	25,0
0,500	4	6,7
0,625	0	0
0,750	0	0

Przyjmując wysokość słupa piany po 3 minutach od zaprzestania jej wytwarzania w próbie bez preparatu (60 mm) za 100%, widać, że trwałość piany zmniejsza się w miarę wzrostu dawki preparatu aż do 0% przy dawkach 0,625 i 0,750 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup>. Trwałość piany wynosząca przy dawce 0,500 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> tylko 6,7% w stosunku do trwałości piany w próbie kontrolnej potwierdza, że można tę dawkę zalecić do stosowania jako skuteczną.

### **5. Wyniki badań wpływu preparatu na jakość soku dyfuzyjnego**

Wyniki przeprowadzonych analiz zestawiono w tabeli 9.

**Tabela 9.** Wpływ preparatu AS 25 SEM na jakość soku dyfuzyjnego

*The influence of preparation AS 25 SEM on the quality of diffusion juice*

Dawki preparatu rozcieńzonego w stosunku objętości 1:3 [cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> ]	Polaryzacja	Inwert	Popiół rozpuszczalny	Azot amido-owy	Azot alfa-aminokwasowy	pH
	[%]					
0	16,9	0,12	0,46	0,012	0,011	6,72
0,125	16,8	0,12	0,47	0,012	0,010	6,70
0,250	16,9	0,12	0,46	0,012	0,011	6,70
0,375	16,9	0,14	0,44	0,012	0,009	6,74
0,500	17,0	0,14	0,46	0,011	0,010	6,70
0,625	16,9	0,11	0,47	0,011	0,011	6,72
0,750	17,0	0,15	0,46	0,012	0,0097	6,74

Z danych zawartych w tabeli 9. wynika, że badany preparat AS 25 SEM nie wpływa na badane parametry soku dyfuzyjnego.

#### WNIOSKI

1. Preparat AS 25 SEM wykazuje przydatność w gospodarce wodno-ściekowej cukrowni do gaszenia piany w obiegu wód spławiakowych.
2. Preparat AS 25 SEM działa skutecznie w wodach spławiakowych w dawkach wynoszących:
  - od 0,04 do 0,05 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> wody spławiakowej (tj. 40 do 50 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>), przy stosowaniu preparatu w rozcieńczeniu 1:3,
  - od 0,0010 do 0,0125 cm<sup>3</sup>/dm<sup>3</sup> wody spławiakowej (tj. 10 do 12,5 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>), w przeliczeniu na preparat stężony.
3. Preparat AS 25 SEM w ww. dawkach, zalecanych do skutecznego gaszenia piany w wodach spławiakowych, nie wpływa hamująco na proces oczyszczania metodą fermentacji metanowej i osadu czynnego.
4. Dawki bezpieczne dla biocenozy oczyszczalni ścieków cukrowniczych są znacznie wyższe od optymalnych, zalecanych do stosowania.
5. Dawki bezpieczne dla biocenozy oczyszczalni stosującej oczyszczanie ścieków metodą fermentacji metanowej wynoszą:



- do  $5,0 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  wody spławiakowej (tj. do  $5 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ), przy stosowaniu preparatu handlowego w rozcieńczeniu 1:3,
  - do  $1,25 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  wody spławiakowej (tj. do  $1,25 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ ), w przeliczeniu na preparat stężony.
6. Dawki bezpieczne dla biocenozy oczyszczalni stosującej metodę napowietrzania ścieków z osadem czynnym wynoszą:
- do  $0,1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  wody spławiakowej (tj. do  $1 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ), przy stosowaniu preparatu handlowego w rozcieńczeniu 1:3,
  - do  $0,025 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  wody spławiakowej (tj. do  $250 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ ), w przeliczeniu na preparat stężony.
7. Preparat AS 25 SEM może być przydatny do stosowania w cukrowniach do gaszenia piany w ekstraktorze.
8. Preparat AS 25 SEM nie wpływa niekorzystnie na jakość soku dyfuzyjnego wytwarzanego z buraków.
9. Dawka preparatu AS 25 SEM zalecana do stosowania w ekstraktorze, uzasadniona zarówno ze względów technologicznych, jak i ekonomicznych wynosi:
- do  $0,5 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  soku dyfuzyjnego (tj. do  $500 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ ), przy stosowaniu preparatu w rozcieńczeniu 1:3,
  - do  $0,125 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$  soku dyfuzyjnego (tj. do  $125 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ ), w przeliczeniu na preparat stężony.

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Butwiłowicz A. (1997). Metody analityczne kontroli produkcji w cukrowniach. Warszawa: IPC, 42-47, 61-62
2. Dobrzycki J. (1984). Chemiczne podstawy technologii cukru. Warszawa: WNT, 73-84
3. Janczar-Smuga M., Pietkiewicz J., Bogacz-Radomska L. (2008). Problemy związane z powstawaniem piany w procesie technologicznym produkcji cukru z buraków cukrowych. Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 13, 1-23
4. Marczyński J. (1996). Preparaty chemiczne stosowane w procesie technologicznym produkcji cukru. Gazeta Cukrownicza, 104 (9), 164-167
5. PB – POŚ – 02, wydanie 3. Oznaczanie pH w wodzie i ściekach
6. PN – ISO 6060:2006. Jakość wody. Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu

7. Połec B. (1998). Proekologiczna gospodarka wodno-ściekowa cukrowni. Część II – Biologiczne oczyszczanie ścieków cukrowniczych. Warszawa: Wydawnictwo Fundacja Rozwój SGGW
8. Połec B., Gozdek K., Wołyńska W. (2004). Wpływ pozostałości preparatów chemicznych stosowanych w cukrowniach na jakość cukru, melasu i wysłoków. *Gazeta Cukrownicza*, 112 (10), 285-290
9. Waleriańczyk E. (1995). Zjawisko pienienia w procesie ekstrakcji. *Gazeta Cukrownicza* 103 (11), 211-214
10. Wrzosek J., Gworek B., Danuta Maciaszek D. (2009). Środki ochrony roślin w aspekcie ochrony środowiska. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 39, 75-88
11. Zbiór przepisów analitycznych ICUMSA. (2011). Wydawnictwo Bartens Sp. z o.o.