

## Wpływ stężenia i czasu napowietrzania wybranych roztworów środków myjących na stabilność piany

### Streszczenie

W pracy przedstawiono badania wpływu stężenia i czasu napowietrzania roztworu myjącego na stabilność piany wykorzystywanej w procesach mycia. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch środków myjących dla czterech stężeń roboczych (1%; 2%; 3%; 4%) i czterech czasów napowietrzania (1 min; 2 min; 3 min; 4 min). Na podstawie badań stwierdzono, że stężenie środka myjącego oraz czas napowietrzania piany mają duży wpływ na jej stabilność. Zbyt mała ilość powietrza powoduje powstawanie piany mokrej, która szybko opada i powstaje duży wyciek. Im wyższe stężenie środka myjącego tym obserwowany był mniejszy wyciek w czasie.

**Słowa kluczowe:** piana, stabilność piany, mycie pianowe

## Concentration and time of aeration selected cleaning solutions influence on stability of foam

### Summary

The paper presents a study the influence of concentration of cleaning solution and their aeration time on the stability of foam used in cleaning processes. Tests were performed on two cleaning agents for the four working and four concentration levels (1%; 2%; 3%; 4%) of aeration time (1 min; 2 min; 3 min; 4 min). The results showed that the concentration of the detergent, and degree of aeration of the foam have a large effect on its stability. Too little air results in the formation of wet foam, which quickly drops and formed a large leak. The higher the concentration of detergent, the smaller the leak observed over time.

**Key words:** foam, foam stability, foam cleaning

### Wprowadzenie

Mycie pianowe jest jedną z najczęściej stosowanych technik mycia w przemyśle spożywczym, szczególnie w przemyśle mięsny i rybny. Tą techniką myje się przede wszystkim powierzchnie zewnętrzne maszyn i urządzeń oraz powierzchnie hal produkcyjnych (ściany, sufity, drzwi itp.) (Diakun, 2013; Mierzejewska i in., 2014). W światowych ośrodkach naukowych prowadzone są badania nad wykorzystaniem tej techniki mycia do czyszczenia rurociągów i filtrów membranowych, które myte są standardowo w systemie CIP (Gehleitner i in., 2013; Gahleitner i in., 2014; Gajbhiye i Kam, 2012). Piana, to rozproszony układ wodnych roztworów myjących, myjąco-dezynfekujących powstających przez silne napowietrzenie. Środek myjący przybiera postać pęcherzyków powietrza rozproszonych w roztworze myjącym (Gehleitner i in., 2013). Jakość i stabilność piany zależy od wielu czynników, takich jak: woda i jej twardość, ciśnienie doprowadzanego powietrza oraz stężenie i skład chemiczny środka myjącego. Zachowanie odpowiednich proporcji pomiędzy tymi czynnikami warunkuje uzyskanie odpowiedniej jakości piany. Piana powstająca przy nieodpowiedniej proporcji czynników wpływających na jej jakość może przyczynić się do niedostatecznego umycia powierzchni.

Pianę możemy podzielić na trzy rodzaje: piana sucha, mokra i pośrednia, która jest najlepsza do prowadzenia procesów mycia (Mierzejewska i in., 2014a). Piana zbyt wilgotna (o zwiększonej zawartości wody), charakteryzuje się niską stabilnością i szybko spływa z mytych powierzchni nie za-

pewniając odpowiednio długiego z nią kontaktu.. Piana zbyt sucha (o zwiększonej zawartości powietrza) będzie wydłużała czas kontaktu z mytą powierzchnią, ale nie będzie dostatecznie wnikała w szczeliny i zagłębienia. Dodatkowo pęcherzyki piany nie będą ulegały degradacji, a co za tym idzie nie będą dostarczane nowe porcje środka myjącego czy dezynfekującego do mytej powierzchni. Piana sucha nie powinna być stosowana do mycia w przemyśle spożywczym.

Powstawaniu piany sprzyja obecność substancji powierzchniowo czynnych zawartych w środkach myjących, które zwiększają jej lepkość i zmniejszają napięcie powierzchniowe (Sawicki, 2005; Tan i in., 2005). Jednak zwiększanie stężenia środka myjącego będzie negatywnie wpływać na koszty procesu mycia oraz na aspekty związane z ochroną środowiska. W zakładach przemysłu spożywczego jakość piany reguluje się przede wszystkim ilością dostarczanego do komory mieszania powietrza nie ingerując w zalecane przez producenta środków myjących stężenia robocze. Odpowiednio dobrane do zanieczyszczeń parametry procesu i środki myjące lub myjąco dezynfekujące, a także rzetelnie przeprowadzony proces mycia pianowego pozwalają na uzyskanie odpowiedniej czystości powierzchni niezbędnej do produkcji żywności bezpiecznej dla konsumenta.

### Cel badań

Celem pracy było określenie wpływu stężenia i czasu napowietrzania środka myjącego na stabilność piany, definiowaną ilością wycieku w określonym czasie. Przebadano dwa środki

do mycia pianowego w czterech różnych stężeniach i dla czterech stopni napowietrzenia.

## Materiał i metoda

W ramach badań analizie poddano dwa środki myjące o stężeniu 1, 2, 3, 4% przeznaczone do mycia pianowego. W pierwszym środku myjącym substancją aktywną był kwas fosforowy (środek I), a w drugim chlor (środek II).

Do cylindra miarowego o pojemności 500 ml wprowadzano 100 ml przygotowanego roztworu środka myjącego. Następnie za pomocą mieszadła łopatkowego umieszczonego centralnie w cylindrze spieniano roztwór. Proces spieniania prowadzono w czasie 1, 2, 3, 4 minut. Stabilność piany oceniano na podstawie objętości wycieku w cylindrze z wytworzoną pianą, w czasie 5, 10, 15 i 20 minut. Przyjęto, że im większy wyciek tym pianą jest mniej stabilna. Na podstawie obserwacji zachowania się piany na powierzchniach pionowych, dokonano klasyfikacji stabilności uzależniając ją od objętości wycieku (tabela 1). Badania przeprowadzono w pięciu powtórzeniach. Średnie wartości z wyników badań przedstawiono na wykresach.

Tabela 1. Stabilność piany w zależności od objętości wycieku w czasie 20 min.

Table 1. The stability of the foam depending on the volume of leakage in time 20 min

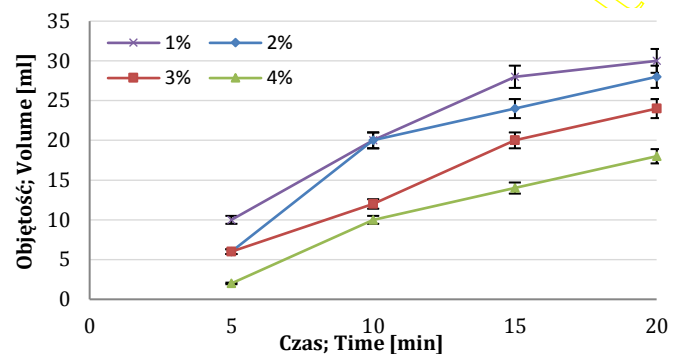
Objętość wycieku [ml]; Volume of leakage [ml]	Stabilność piany; Foam stability
0 - 15	stabilna
15 - 20	średnio stabilna
powyżej 20	niestabilna

## Wyniki badań i ich omówienie

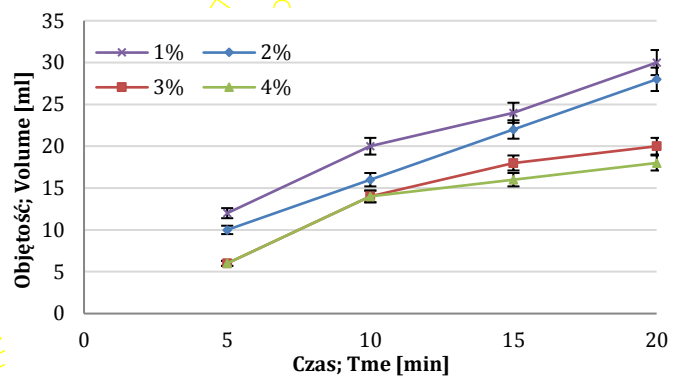
Na rysunku 1 przedstawiono wpływ stężenia środka myjącego na bazie kwasu fosforowego na stabilność piany, definiowaną objętością wycieku, w czasie do 20 minut. Największą objętość wycieku zaobserwowano dla najniższego stężenia środka myjącego. Ilość wycieku po 20 minutach obserwacji ukształtowała się na poziomie 30 ml, co stanowiło ok. 1/3 objętości roztworu początkowego. Pianę tą zaliczono do pian niestabilnych. Zastosowanie 2% roztworu nieznacznie poprawiło efekt końcowy. Z analizy wykresu wynika, że po 10 minutach obserwacji piany o stężeniu 1 i 2% pozostaje na tym samym poziomie stabilności, a po 15 minutach w 1% roztworze następuje większy wyciek, w objętości ok. 4 ml. Piana uzyskana z 3% roztworu jest stabilna do 10 minuty obserwacji. Dopiero zastosowanie 4% stężenia środka myjącego I pozwoliło na uzyskanie piany stabilnej aż do 15 minuty. Po tym czasie objętość wycieku była niższa niż 15 ml. Zalecany przez producentów pianowych środków myjących czas kontaktu z mytą powierzchnią oscyluje najczęściej w granicach od 10 do 20 minut, a więc badany środek na bazie kwasu fosforowego o stężeniu 3 i 4% mieści się w tym przedziale czasowym.

Na rysunku 2 przedstawiono wpływ stężenia chlorowego środka myjącego na wytworzoną pianę. Piana wytworzona z 1 i 2% środka II charakteryzowała się zbliżoną stabilnością. Po 5 minutach obserwacji wyciek był na poziomie 10-12 ml (piana stabilna) i wzrastał do 28-30 ml po 20 minu-

tach (piana niestabilna). Piana wytworzona z 3 i 4% posiadała taką samą stabilność do 10 minuty obserwacji, gdzie objętość wycieku wynosiła 14 ml. Po 15 minutach objętość wycieku w tych dwóch próbach różniła się o 2 ml na korzyść 4% roztworu.

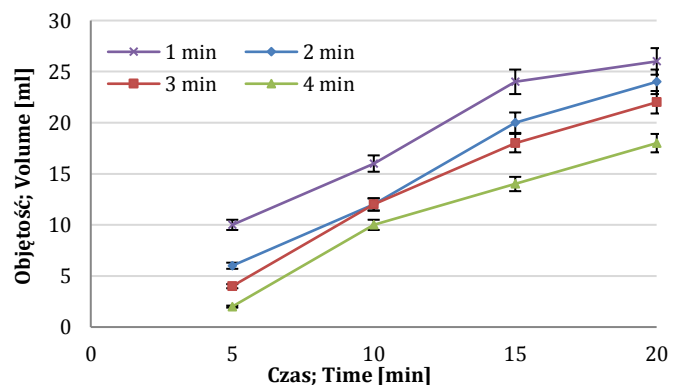


Rys. 1. Wpływ stężenia fosforowego środka myjącego na objętość wycieku  
Fig. 1. Effect of concentration of phosphoric detergent on the volume of leakage



Rys. 2. Wpływ stężenia chlorowego środka myjącego na objętość wycieku  
Fig. 2. Effects of the concentration of the chlorine detergent on the volume of leakage

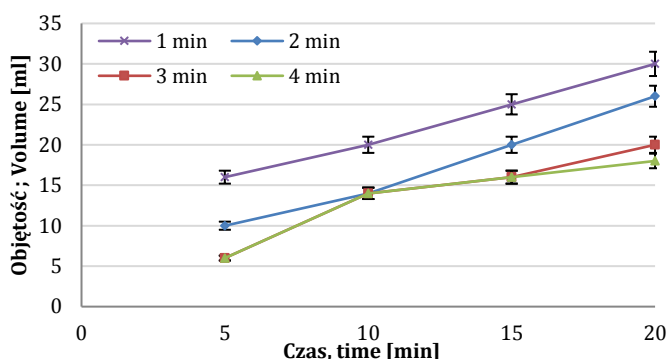
Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono objętość wycieku w czasie w zależności od czasu napowietrzenia roztworu środka myjącego dla 4% stężenia. Roztwór środka na bazie kwasu fosforowego wykazywał wzrost stabilności dla wszystkich czasów napowietrzenia. Roztwór o największym stopniu napowietrzenia był stabilny do piętnastej minuty, dopiero w dwudziestej minucie oznaczenia piana była średnio stabilna z wyciekami poniżej 20 ml. W roztworach napowietrzanych 2 i 3 minuty wyniki stabilności piany były zbliżone. Do 15 minuty obserwacji uzyskana piana była średnio stabilna.



Rys. 3. Wpływ czasu napowietrzenia fosforowego środka myjącego na objętość wycieku

Fig. 3. Effect aeration time entrainment on the phosphoric detergent the volume of leakage

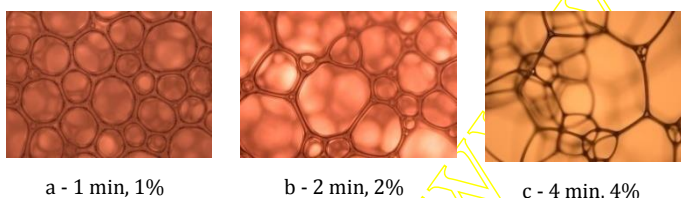
W przypadku roztworu na bazie chloru (rys. 4) przy jedno minutowym napowietrzaniu piany już po 5 minutach była pianą średnio stabilną, co uniemożliwia jej zastosowanie do mycia powierzchni. Ilość wycieku dla pian napowietrzanych przez 3 i 4 min była bardzo zbliżona. Dopiero w 20 min obserwacji zauważono niewielkie różnice w stabilności piany.



Rys. 4. Wpływ czasu napowietrzenia chlorowego środka myjącego na objętość wycieku

Fig. 4. Effect aeration time entrainment the chlorine detergent the volume of leakage

Na rysunku 5a przedstawiono fotografie pian uzyskanych dla 1% roztworu środka myjącego przy najkrótszym czasie napowietrzania. Uzyskana pianą jest pianą niestabilną z wyraźnie okrągłymi pęcherzykami powietrza rozproszonymi w znacznej ilości roztworu środka myjącego. Taka pianą szybko spływa z mytej powierzchni nie dając oczekiwanych rezultatów. Pęcherzyki powietrza przedstawione na rysunku 5b kształtem zbliżone są do piany stabilnej przedstawionej na rysunku 5c. Im dłuższy czas napowietrzania i wyższe stężenie środka myjącego tym uzyskane pęcherzyki powietrza kształtem są bardziej zbliżone do wielościanów, co korzystnie wpływa na stabilność piany a tym samym na czas kontaktu i skuteczność mycia.



a - 1 min, 1%

b - 2 min, 2%

c - 4 min, 4%

Rys. 5. Fotografie pian uzyskanych przy różnych stężeniach i czasach napowietrzania chlorowego środka myjącego

Fig. 5. Photographs of foam obtained at different concentrations and aeration times chlorine detergent

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Stężenie środka myjącego i czas napowietrzania wpływają na jakość otrzymanej piany.
2. Krótki czas napowietrzania powoduje powstawanie piany niestabilnej, z której szybko wydziela się płynny roztwór myjący.
3. Najlepszą pianę uzyskano dla środka myjącego na bazie chloru o stężeniu 3% i 4% w 4 minutowym czasie mieszania. Piana była stabilna do 15 minuty obserwacji i średnio stabilna w 20 minucie.
4. Najgorszą pianę uzyskano z 1% środka myjącego na bazie kwasu fosforowego dla czasu napowietrzania 1 minuta.
5. Na podstawie kształtu pęcherzyków powietrza w wytworzonej pianie można określić stabilność piany.

## Bibliografia

- Diakun, J. (2013). Przegląd, systematyka i analiza metod mycia. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 1(4), 5-10.
- Gahleitner, B., Loderer, C., Fuchs, W. (2013). Chemical foam cleaning as an alternative for flux recovery in dynamic filtration processes. *Journal of Membrane Science*, 431, 19-27. [doi.org/10.1016/j.memsci.2012.12.047](https://doi.org/10.1016/j.memsci.2012.12.047)
- Gahleitner, B., Loderer, C., Saracino, C., Pum, D., Fuchs, W. (2014). Chemical foam cleaning as an efficient alternative for flux recovery in ultra filtration processes. *Journal of Membrane Science*, 450, 433-439. [doi.org/10.1016/j.memsci.2013.09.046](https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.09.046)
- Gajbhiye, R.N., Kam, S.I. (2012). The effect of inclination angles on foam rheology in pipes. *Journal of petroleum science and engineering*, 86-87, 246-256. [doi.org/10.1016/j.petrol.2012.03.002](https://doi.org/10.1016/j.petrol.2012.03.002).
- Mierzejewska, S., Masłowska, S., Piepiórka-Stepuk, J. (2014). Badanie skuteczności usuwania zanieczyszczeń białkowych z różnych powierzchni techniką mycia pianowego. *Agricultural Engineering*, 1(149), 131-137.
- Mierzejewska, S., Piepiórka-Stepuk, J., Masłowska, S. (2014a). Myjki pianowe i jakość piany. *Przemysł Spożywczy*, 8(68), 40-44.
- Sawicki, G.C. (2005). Impact of surfactant composition and surfactant structure on foam control performance. *Colloids and Surfaces a Physicochemical Engineering Aspects*, 263, 226-232.
- Tan, S.N., Fornasiero, D., Sedev, R., Ralston, J. (2005). The role of surfactant structure on foam behavior. *Colloids and Surfaces a Physicochemical Engineering Aspects*, 263, 233-238.

Sylwia Mierzejewska

Politechnika Koszalińska,

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

ul. Raławicka 15-17, 75-336 Koszalin

e-mail: [sylwia.mierzejewska@tu.koszalin.pl](mailto:sylwia.mierzejewska@tu.koszalin.pl)