

Mirosław Kobierski, Stefan Wieczorek
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Pomorskie Centrum Badań w Gdańsku
Stanisław Stężala
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Pomorskie Centrum Badań w Gdańsku
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Szczecinie

POZYSKIWANIE BIAŁKA PASZOWEGO W TRAKCIE PODCZYSZCZANIA METODĄ KOAGULACYJNĄ WYSOKO OBCIĄŻONYCH ŚCIEKÓW TECHNOLOGICZNYCH Z DROŻDŻOWNI

Streszczenie

Dokonano z pozytywnym rezultatem próby opracowania prostej, dotychczas niestosowanej metody podczyszczania technologicznych ścieków powstających w drożdżowniach. Wyznaczono optymalne parametry procesu reakcji koagulacji, tj. stężenie koagulantu i wapna gaszonego, pH roztworu w czasie reakcji, prędkość mieszania, czas koagulacji i czas sedymentacji. Ustalono zakres zawartości zawiesiny i stężenia białka w ścieku, w granicach których można stosować metodę, przy których osiągnięta zostaje zadowalająca wydajność reakcji i zależny od niej stopień oczyszczania ścieku oraz ilość wydzielonego białka. W trakcie podczyszczania zostaje ze ścieku wyizolowane białko, które może być wykorzystane jako dodatek do pasz inwentarskich lub jako nawóz organiczno-mineralny. Podczyszczony ściek, o znacznie obniżonym ChZT, BZT₅ i wielokrotnie zmniejszonej zawartości zawiesiny jako nisko obciążony, może być odprowadzony do lokalnych, nawet wiejskich lub osiedlowych ujęć ścieków komunalnych.

Słowa kluczowe: drożdże, ściek technologiczny, koagulacja, adsorpcja, osad białkowy

Wprowadzenie

Analiza aktualnego stanu wiedzy, opartego na informacjach zamieszczonych w literaturze przedmiotu wykazała, że głównym zanieczyszczeniem, szczególnie zagrażającym naturalnemu środowisku, w przypadku drożdżowni jest zużyta brzeczka pochodząca od melasy i substancji humusowych oraz płuczyny po odwirowaniu drożdży. Mają one duży ładunek substancji orga-

nicznych o wartości ChZT do 25000 mg O₂/dm³ i BZT₅ do 18000 mg O₂/dm³ oraz zawierają do 1200 mg/dm³ siarczanów, do 1.200 mg/dm³ azotu całkowitego i do 2000 mg/dm³ potasu [Rüffer 1985, Bronn 1977]. Z 1Mg melasy użytej do produkcji drożdży powstaje 10÷40 m³ ścieku [Rüffer, Rosenwinkel 1998]. Oprócz ścieków melasowych powstają ścieki w trakcie odwodnienia wypłukanych drożdży w ilości do 10% głównych ścieków melasowych. Zawierają one resztki melasy oraz duży ładunek drożdży w ilości 2000-5000 mg/dm³ ścieku w postaci zawiesiny pochodzącej z mycia filtra lub jego nieszczelności.

Dotychczas znane i stosowane lub możliwe do zastosowania metody oczyszczania lub podczyszczania wysoko obciążonych ścieków technologicznych w przemyśle rolno-spożywczym, to w odniesieniu do drożdżowni metody aerobowe [Rüffer 1985] i anaerobowe [Koechler 1973] lub mieszane anaerobowo-aerobowe [Rüffer 1986].

Anaerobowe podczyszczanie ścieków z drożdżowni jest coraz częściej stosowane [Heijnen 1985], np. w Niemczech w 2-3-stopniowej oczyszczalni podczyszczone ścieki (redukcja BZT₅ do 75-80%), po napowietrzeniu i rozcieńczeniu ściekami komunalnymi podczyszczonymi wcześniej na złożu biologicznym, są doczyszczane w oczyszczalni komunalnej [Rüffer, Rosenwinkel 1998].

Innym przykładem jest drożdżownia w Monachium, w której zateżą się ścieki w 6-stopniowej instalacji wyparnej do 75% suchej masy. Osad po oddzieleniu na wirówce sedymentacyjnej sprzedaje się jako dodatek do pasz, a skropliny po oczyszczeniu drogą odwróconej osmozy poddawane są procesowi fermentacji anaerobowej. Po oddzieleniu recyklującego osadu fermentacyjnego końcowe ChZT odcieku wynosi tylko około 250 mg O₂/dm³. Koszty tej oczyszczalni są jednak bardzo wysokie [Rüffer, Rosenwinkel 1998].

Próby zastosowania innych metod oczyszczania ścieków zawierających substancje białkowe umożliwiają ich dokładne oczyszczenie, ale związane są z jeszcze wyższymi kosztami inwestycyjno-eksploatacyjnymi niż tradycyjne ww. metody i tak: ultrafiltracja pozwala zagęścić ściek 15-20.krotnie, ale wymaga dalszego kosztownego doczyszczania uzyskanego koncentratu [Ultrafiltracja...1992]. Znany jest również sposób wytrącania białka w środowisku kwaśnym w wysokiej temperaturze (około 110°C). Jest to jednak metoda wysoko energochłonna [Pat. RP 12633 1980].

W jednym z browarów hiszpańskich (skład ścieków technologicznych wykazuje duże podobieństwo do ścieków towarzyszących produkcji drożdży) zastosowano metodę wytrącania (ścinania) substancji białkowych w środowisku kwaśnym, a następnie zneutralizowaniu wapnem. Masa poreakcyjna jest neutralizowana w reaktorze Ariaflux [Oliva i in. 1990].

Wszystkie ww. i opisane metody wiążą się z wysokimi nakładami inwestycyjnymi [Rüffer 1986; Wiechecki 2001; Starek i in. 2006], których nie są w stanie ponieść najczęściej małe, zlokalizowane poza większymi aglomeracjami zakłady przemysłu rolno-spożywczego. Stąd problem utylizacji ścieków technologicznych powstających w takich zakładach jest do dzisiaj nie wszędzie rozwiązany.

Uwzględniając powyższe, a przede wszystkim wysokie koszty budowy i eksploatacji oczyszczalni, autorzy podjęli próbę opracowania nowej, prostej i znacznie tańszej od dotychczas stosowanych, metody oczyszczania wysoko obciążonych substancjami białkowymi ścieków na przykładzie technologicznych ścieków z drożdżowni. Założono, że w trakcie podczyszczania zostanie ze ścieku wyizolowane białko, które może być wykorzystane jako dodatek do pasz inwentarskich lub nawóz organiczno-mineralny. Podczyszczony ściek, o znacznie obniżonym ChZT, BZT₅ i wielokrotnie zmniejszonej zawartości zawiesiny jako nisko obciążony może być odprowadzony do lokalnych, nawet wiejskich lub osiedlowych ujęć ścieków komunalnych.

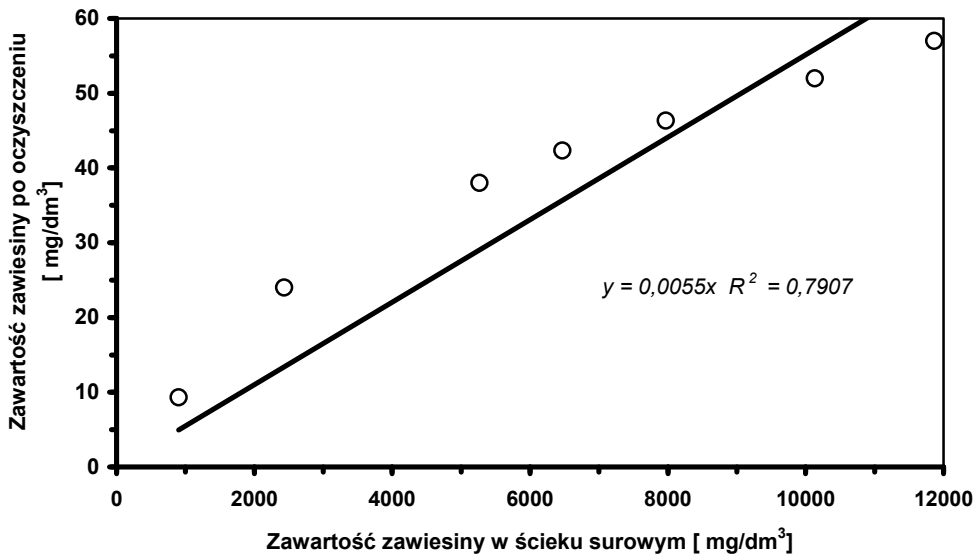
Zastosowana technika oczyszczania i wyniki badań

Opracowana metoda polega na koagulacyjnym strącaniu znajdujących się w ścieku, jako główne zanieczyszczenie i zagrożenie dla środowiska, związków białka. Koagulacyjno-strącaniowa reakcja zachodzi dzięki dodawaniu do ścieku koagulantu, opracowanego i otrzymanego podczas realizacji pracy, przez uaktywnienie kwasem solnym stosowanego w rolnictwie i powszechnie dostępnego, taniego dolomitu oraz wapna gaszonego, dokładnym wymieszaniu i dwugodzinnej sedymentacji strąconego osadu.

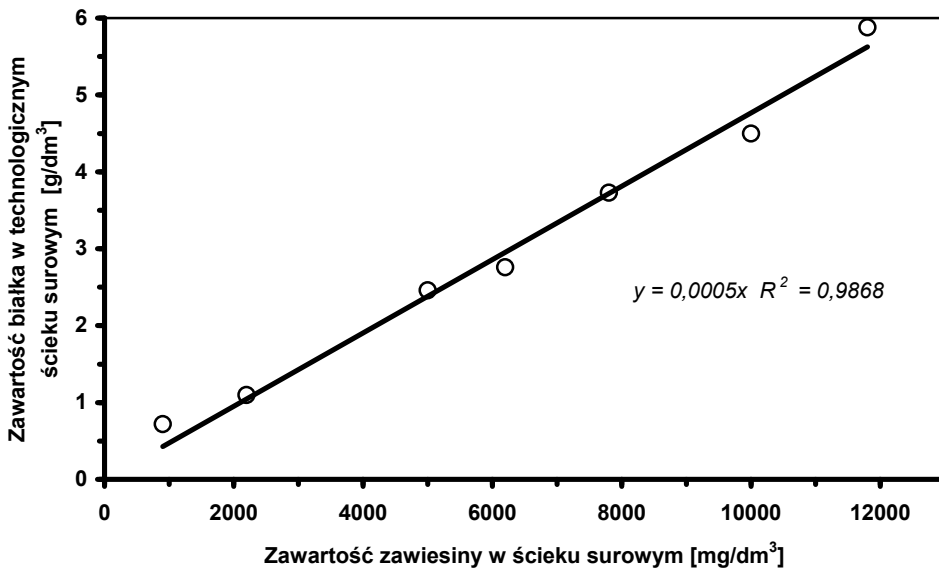
Wyznaczono optymalne parametry procesu reakcji koagulacji, tj. stężenie koagulantu i wapna gaszonego, pH roztworu w czasie reakcji, prędkość mieszania, czas koagulacji i czas sedymentacji. Ustalono zakres zawartości zawiesiny (do 12 g/dm³) i stężenia białka (do 8,5 g/dm³) w ścieku, w granicach których można stosować metodę, uzyskując zadowalającą wydajność reakcji i zależny od niej stopień oczyszczania ścieku oraz ilość wydzielonego białka.

Wyznaczono równania regresji przedstawiające zależności pomiędzy:

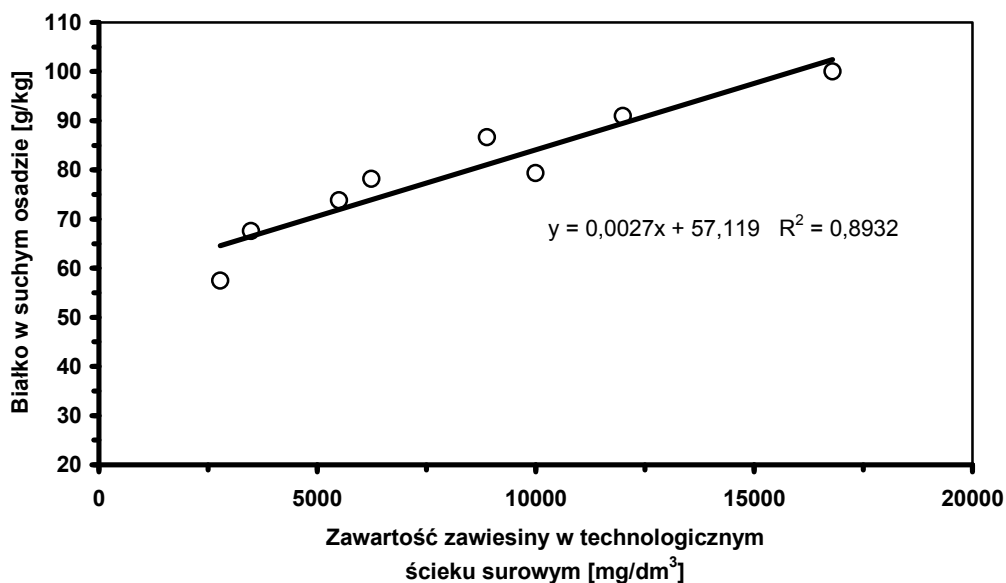
- zawartością zawiesiny w ścieku oczyszczonym a zawartością zawiesiny w ścieku surowym (rys. 1),
- zawartością białka w ścieku surowym oraz w ścieku oczyszczonym a zawartością zawiesiny w ścieku surowym (rys. 2),
- zawartością białka w osadzie a zawartością zawiesiny w ścieku surowym (rys. 3),
- wartością ChZT w ścieku surowym oraz oczyszczonym a zawartością zawiesiny w ścieku surowym,
- wartością BZT₅ w ścieku surowym oraz oczyszczonym a zawartością zawiesiny w ścieku surowym.



Rys. 1. Zmiana zawartości zawiesiny po oczyszczeniu ścieku technologicznego
Fig. 1. Change of suspended solids' content in technological wastes after coagulation process



Rys. 2. Zależność zawartości białka od zawartości zawiesiny w technologicznym ścieku surowym
Fig. 2. Dependence of protein contents in raw waste on the quantity of suspended solids in technological effluents



Rys. 3. Zależność zawartości białka w suchym osadzie od zawartości zawiesiny w surowym ścieku technologicznym

Fig. 3. Dependence of protein content in dry deposit on the quantity of suspended solids in raw technological effluents.

Wyznaczone równania regresji można uznać za poprawne modele matematyczne, ponieważ uzyskane na ich podstawie wyniki oprócz stężenia zawiesiny nie różnią się zasadniczo od wyników wyznaczonych empirycznie w trakcie zweryfikowania metody w warunkach przemysłowych. Różnice pomiędzy rzeczywistymi a wyznaczonymi na podstawie równań regresji wynikami wynoszą od 4,82% (ChZT w ścieku surowym) do 16,96% (białko w ścieku surowym). Różnica wyników empirycznych i wyznaczonych z równań regresji odniesiona do zawartości zawiesiny w ścieku surowym wynosi zaledwie 0,36% [Kobierski 2006].

Wyniki badań nad strawnością i degradacją białka w żwaczu krowy osadów białkowo-mineralnych oddzielonych przy zastosowaniu opracowanej metody ze ścieków drożdżowniczych wskazują, że białko z osadu jest dobrze trawione, a współczynnik strawności wynosi 85%, co świadczy o wysokiej strawności. Oznacza to, że wytrącony osad białkowo-mineralny jest dobrym dodatkiem do pasz objętościowych dla bydła, a dla drobiu i trzody chlewnej stanowi nie tylko dodatek do pasz, lecz również dobrą paszę [Kobierski, Podkówa 1999].

Opracowanie nowej, koagulacyjno-strącaniowej metody podczyszczania ścieków technologicznych w drożdżowniach, przy zastosowaniu nowego, uaktywnionego koagulantu otrzymywanego z dolomitu, stanowi przyczynek

do poszerzenia wiedzy naukowej w zakresie technologii oczyszczania ścieków w przemyśle rolno-spożywczym, z możliwością jej konkretnego użytkowego wykorzystania.

Stwierdzenia i wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych i eksploatacyjnych badań własnych opracowano nową koagulacyjno-strącaniową metodę podczyszczania ścieków technologicznych powstających w drożdżowniach.
2. W opracowanej metodzie zastosowano:
 - nowy, dotychczas niestosowany koagulant dolomitowo-chlorkowy, uzyskiwany z nawozowego dolomitu i technicznego rozcieńczonego kwasu solnego,
 - wyznaczono parametry procesu koagulacji umożliwiającej wielokrotne obniżenie zawartości niekorzystnych ekologicznie składników ścieku.
3. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono równania regresji, umożliwiające m. in. szybkie określenie ChZT i BZT₅ oraz zawartości białka w ścieku surowym i oczyszczonym. Jest to szczególne osiągnięcie ze względu na możliwość uproszczenia ilościowych oznaczeń tych parametrów.
4. Opracowana i sprawdzona w procesie produkcji drożdży technologia może znaleźć szersze zastosowanie w przemyśle rolno-spożywczym po poprzednim zmodyfikowaniu jej parametrów do wybranego rodzaju ścieku.

Bibliografia

- Bronn W.K. 1977. Technologische Möglichkeiten der Abwasserreinigung oder Ablaufverwertung bei Hefefabriken und Melassebrennereien, Brauntweinwirsch. 117, 409
- Heijnen J.J. 1985. Anwendung der anaeroben Wirbelschichttechnik in der biologischen Abwasserreinigung 126, 81
- Kobierski M. 2006. Energooszczędna metoda pozyskiwania białka paszowego z technologicznych ścieków rolno-spożywczych. IBMER O/Gdańsk (Nr arch. 2237)
- Kobierski M., Podkówa W. 1999. Wstępna ocena osadów białkowo-mineralnych uzyskiwanych ze ścieków przemysłu rolno-spożywczego jako dodatek do pasz inwentarskich. V MKN nt. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ograniczeń ochrony środowiska. IBMER, Warszawa, ss. 201-203
- Koehler R. 1973. Anaerober Abbau von Hefefabrikabwasser, Wasser, Luft, Betrieb 17, 342
- Oliva E., Lacquart I.C., Prevot C. 1990. Treatment of waste-water at the El Aquila Brewery. W.Sc.Tech. Vol. 22, No 1/2, 483

Patent RP Nr 126333 .1980. Sposób pozyskiwania białka z soku ziemniaczanego

Praca zbiorowa. Ultrafiltracja ścieku browarniczego. 1992. Instytut Maszyn Spożywczych, Warszawa

Rüffer H. 1985. Hefefabriken, Lehrung Handbuch der Abwassertechnik Band V, S. 559ff, Verlag Ernst u. Sohn, Berlin

Rüffer H. 1986. Untersuchungen über die CSB-Elimination aus Abwässer der Hefeindustrie durch eine anaerobe aerobe und anaerob-aerob Behandlung. 127, 129

Rüffer H., Rosenwinkel K.H. 1998. Oczyszczanie ścieków przemysłowych. Poradnik. Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO Bydgoszcz

Starek M., Kornacka M., Wąsik M. 2006. Rośnie piekarzom, wyrośnie rolnikom. Przegląd Techniczny, 16, 10

Wiechecki W. 2001. Kierunki działań proekologicznych w gorzelniach melsowych i drożdżowniczych. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 11, 32-33