

Metoda oczyszczania ścieków o wysokim stężeniu krwi z wykorzystaniem odczynnika Fentona

*Marcin Dębowski, Marcin Zieliński, Mirosław Krzemieniewski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn*

1. Charakterystyka krwi i jej wpływ na skład ścieków

Procesy produkcyjne w zakładach przemysłu mięsnego generują tzw. niejadalne produkty uboczne. Wskaźnik ilości powstających odpadów w stosunku do przetwarzanej masy mięsi się w przedziale od 19,0% do 26,3% w przypadku ptaków oraz od 40,0% do 65,0% dla dużych zwierząt rzeźnych. W ich składzie, oprócz odpadów miękkich dominuje krew oraz woda [Kubicki 1997].

Ilości uzyskiwanej krwi są różne i zależą od gatunku, stosowanej metody przeróbki oraz profilu produkcji mięsnej w zakładzie. Dla drobiu wahają się w szerokich granicach od 27,2 kg/100 sztuk do 225,0 kg/100 sztuk. Procentowa zawartość krwi w stosunku do masy żywych organizmów jest zależna od cech osobniczych i charakterystyczna dla każdego gatunku. W przypadku drobiu wartości te kształtują się w sposób następujący: indyki 3,1%, gęsi 4,5%, kury 3,5%. Podczas uboju pozyskuje się do 4,5% płynu ustrojowego, natomiast reszta krwi pozostaje w narządach wewnętrznych takich jak skóra, śledziona, naczynia włosowate mięśni i wątroba. Natomiast w wysoko zmechanizowanym procesie uboju istnieje możliwość odzyskania 70% tego odpadu [Kubicki 1997].

Głównym składnikiem krwi jest białko, które stanowi około 95,0% suchej masy. W skład białek wchodzi hemoglobina, albuminy, globuliny i fibrynogen. Ponadto krew zawiera substancje mineralne, lecytynę, cholesterol, cukry, kwasy organiczne, witaminy i związki powierzchniowo czynne. Ten płyn ustrojowy ma odczyn lekko alkaliczny, a jego gęstość wynosi od 1,05 g/cm³ do 1,06 g/dm³, a sucha masa stanowi od 18,0% do 20,0% masy całkowitej [Stankiewicz 1973]. Skład chemiczny oraz charakterystykę jakościową krwi drobiu przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Krew kierowana do kanalizacji w znacznym stopniu kształtuje i negatywnie wpływa na charakterystykę ścieków technologicznych powstających podczas produkcji [Kubicki 1997]. Charakteryzują się one wysokim stężeniem substancji organicznej podatnej na rozkład biologiczny o wartościach 150÷200 g O₂/dm³. W zakładach drobiarskich wartość BZT₅ w ściekach poprodukcyjnych w około 40% pochodzi z wykrwawienia. Wysokie stężenie białek decyduje o zagniwalności ścieków i wpływa na generowanie uciążliwych zapachów. Obok białek krwi w ściekach z zakładów drobiarskich występują tłuszcze oraz produkty ich hydrolizy, związki azotu, pierze oraz odchody, a w mniejszych ilościach cukry, niskocząsteczkowe kwasy organiczne, aminy, amidy detergenty. Wśród związków nieorganicznych wymienić należy chlorki, siarczany, fosforany i azotany. Ścieki technologiczne charakteryzują się wysoką zawartością suchej pozostałości, w której ponad 70% stanowią związki organiczne oraz bakterie i robaki jelitowe [Kubicki 1997]. Charakterystykę ilościową i jakościową ścieków z przemysłu mięsnego podano w tabelach 3 i 4).

Składnik krwi	Zawartość, g/100 g krwi
Woda	83,200
Hemoglobina	10,700
Inne białka	5,700
Cukry	0,030
Cholesterol	0,130
Lecytyna	0,340
Tłuszcz	0,088
Kwasy tłuszczowe	0,097
Sód	0,120
Potas	0,010
Tlenek żelaza	0,030
Wapń	0,003
Magnez	0,004
Chlor	0,510

Tabela 1. Skład chemiczny krwi drobiu
Table 1. Poultry's blood chemical composition

Wskaźnik	Wartość średnia
Gęstość, g/cm ³	1,05
Odczyn, pH	7,79
Alkaliczność, mval/dm ³	76,46
Przewodność, [μS	10,97
Sucha masa, %	13,70
Masa organiczna, %	94,30
Masa mineralna, %	5,70
Azot ogólny, g/dm ³	23,75
Azot amonowy, g/dm ³	0,06
Tłuszcze, g/dm ³	0,11
Białka, g/dm ³	148,40
Węglowodany, g/dm ³	0,47
ChZT, g O ₂ /dm ³	205,30
Stosunek C:N, –	8,65

Tabela 2. Charakterystyka jakościowa krwi drobiu
Table 2. Qualitative characteristics of poultry's blood

Proces	Ilość ścieków, dm ³
Ubój bydła	83,20
Ubój trzody	10,70
Przetwórstwo bydła	5,70
Przetwórstwo trzody	0,03
Ubój drobiu	0,13
Śluzowanie jelit	0,34

Tabela 3. Jednostkowe ilości ścieków powstających w przemyśle mięsnym
Table 3. Unit quantities of wastewater arising in meat industry

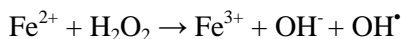
Wskaźnik	Wartość średnia
BZT ₅ , g O ₂ /m ³	510
ChZT, g O ₂ /m ³	770
Zawiesiny, g/m ³	410
Tłuszcze, g/m ³	190
Azot organiczny, g/m ³	34
Fosforany, g/m ³	7

Tabela 4. Charakterystyka jakościowa ścieków powstających w przemyśle mięsnym
Table 4. Qualitative characteristics of wastewater arising in meat industry

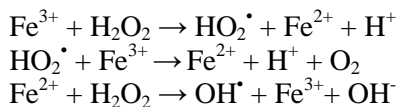
2. Możliwości zastosowania reakcji Fentona w procesach degradacji ścieków o wysokim stężeniu krwi

Skład, charakterystyka oraz właściwości krwi pozwalają przypuszczać, że ścieki zawierające wysokie stężenia tego płynu ustrojowego będą wydajnie degradowane techniką pogłębiołego utleniania z zastosowaniem odczynnika Fentona.

W hemoglobinie krwinek zmagazynowane jest około 70% żelaza ustrojowego, które może zostać z łatwością przetworzone w inne związki [Stankiewicz 1973]. Zasoby żelaza zawarte w krwi mogą stać się potencjalnym źródłem jonów Fe^{2+} lub Fe^{3+} , katalizatorów reakcji Fentona. Przebieg tej reakcji jest możliwy w obecności nadtlenku wodoru i jonów żelaza jako katalizatora procesu. Mechanizm reakcji prowadzi do katalitycznego rozkładu nadtlenku wodoru w obecności jonów Fe^{2+} lub Fe^{3+} . Prowadzi to do generowania reaktywnych rodników hydroksylowych OH^\bullet o bardzo wysokim potencjale utleniającym wynoszącym 2,8 V [Chamarro i in. 2001; Guard, Lin 2001, Panizza i Cerisola 2001]. Przebieg klasycznej reakcji Fentona można w sposób ogólny przedstawić równaniem:



W wielu przypadkach jako katalizatora procesu generowania wolnych rodników w reakcji Fentona wykorzystuje się również jony żelaza Fe^{3+} [Murphy i in. 1989, Aplin i in. 2001, Contreras i in. 2001]. Procesy rodnikowania zachodzą wówczas dwustopniowo lub trzystopniowo. W skutek powolnej reakcji pomiędzy jonami Fe^{3+} i H_2O_2 , a następnie szybką reakcją pomiędzy wytworzonymi jonami żelaza II i H_2O_2 .



Generowaniu reakcji wolnorodnikowych we krwi sprzyja również obecność innych dwuwartościowych jonów metali takich jak Mg, Co, Zn, Cu. W przypadku powstawania połączeń jonów, takich jak miedź i żelazo szybkość rozkładu jest większa w porównaniu z indywidualnymi katalizatorami metalicznymi. Miedź redukuje wówczas żelazo, a tym samym zwiększa się stężenie bardziej aktywnego jonu Fe (II). W takiej sytuacji reaktywne formy tlenowe mogą być generowane dzięki mechanizmom podobnym do klasycznej reakcji Fentona [Nerud i in. 2001]:



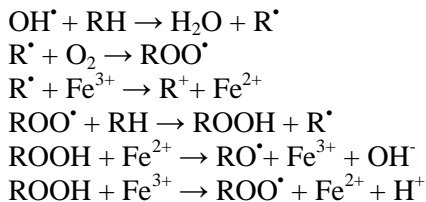
(M^{n+}) – jon metalu będącego katalizatorem reakcji Fentona.

Z danych literaturowych wynika, iż w pewnych warunkach, reakcja Fentona oraz inne procesy prowadzące do powstania reaktywnych form tlenowych, są dość powszechne w systemach biologicznych, w tym krwi. Związane są one bezpośrednio z wytwarzaniem anionorodnika ponadtlenkowego, nadtlenku wodoru oraz singletowej, wzbudzonej formy tlenu.

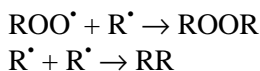
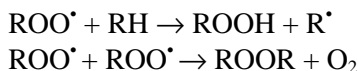
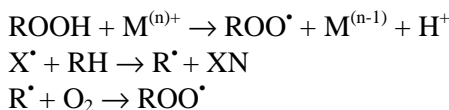
Mechanizmy te prowadzą do uszkodzeń struktur komórkowych, które są rezultatem niespecyficzności tych reakcji z cząsteczkami budulcowymi komórki. Niespecyficzność oznacza że każda napotkana cząsteczka jest potencjalnym celem dla wolnych rodników. W wyniku takiej reakcji następuje częściowy zanik właściwości określanych jako aktywność biochemiczna lub biologiczna. Za doskonały przykład mogą posłużyć białka nadzorujące przemiany wewnątrzkomórkowe. Niewielkie modyfikacje struktury enzymów spowodowane przez wolne rodniki prowadzą do ich całkowitej dezaktywacji. Cząsteczka białka przestaje wówczas być użyteczna dla komórki. Na podobnej zasadzie tracą swoje właściwości także cukry, tłuszcze oraz kwasy nukleinowe.

Ochrona przed skutkami reakcji Fentona w systemach biologicznych sprowadza się w przede wszystkim do kompleksowania jonów Fe^{2+} oraz innych dwuwartościowych jonów. Kluczowym białkiem magazynującym żelazo w organizmie jest ferrytyna – metaloproteina wiążąca jony Fe^{3+} . Jedna jej cząsteczka może wiązać około 4500 atomów żelaza [Stankiewicz 1973, Otsuka i in. 1981]. Żelazo związane w ferrytynie jest metabolicznie nieaktywne. Zdolność ferrytyny do magazynowania żelaza może jednak zostać przekroczona, np. w sytuacji wykrwawiania się organizmu. W konsekwencji żelazo zaczyna kumulować się w tkankach i we krwi, co może powodować katalizowanie reakcji, które prowadzą do powstawania wolnych rodników hydroksylowych.

Zainicjowanie reakcji Fentona w układach biologicznych może prowadzić do dalszych samoistnych przemian chemicznych. W obecności związków organicznych i przy udziale nadmiaru jonów żelaza Fe^{2+} mogą zachodzić dalsze reakcje utleniania i redukcji [Lin, Peng 1995]. Rodnik wodorotlenowy odrywa atom wodoru z organicznego substratu (RH), tworząc rodnik organiczny ($R\cdot$), który następnie reaguje z tlenem cząsteczkowym znajdującym się w środowisku tworząc organiczny rodnik nadtlenkowy ($ROO\cdot$) lub w przypadku obecności w układzie jonów Fe^{3+} redukuje je do Fe^{2+} . Organiczny rodnik nadtlenkowy ($ROO\cdot$) przejmuje atom wodoru z kolejnego organicznego substratu, tworząc wodoronadtlenek ($ROOH$) oraz rodnik organiczny. Katalityczny rozkład nadtlenku wodoru tworzy więc ciągły łańcuch rodników i przyspiesza ogólną szybkość utleniania.



Zjawisko to w sposób dokładny zostało opisane w przypadku peroksydacji lipidów. Peroksydacja lipidów jest procesem zachodzącym w komórkach i tkankach organizmów żywych i może prowadzić do ich uszkodzenia bądź zniszczenia [Jajte i in. 2002]. Widocznym efektem jej przebiegu jest również psucie się żywności na drodze jęlczenia. Reakcje autooksydacyjne inicjowane są przez wolne rodniki, tzw. prekursorzy ROO^\bullet , RO^\bullet oraz rodniki hydroksylowe. W układach biochemicznych generowane są one podczas tworzenia nadtlenu kwasów tłuszczowych, zawierających wiązania podwójne oddzielone grupą metylenową, które znajdują się w naturalnych nienasyconych kwasach tłuszczowych. Peroksydacja lipidów jest procesem lawinowym, zapewniającym ciągłą dostawę wolnych rodników, które z kolei inicjują kolejne reakcje peroksydacyjne, aż do terminacji procesu [Jajte i in. 2002].

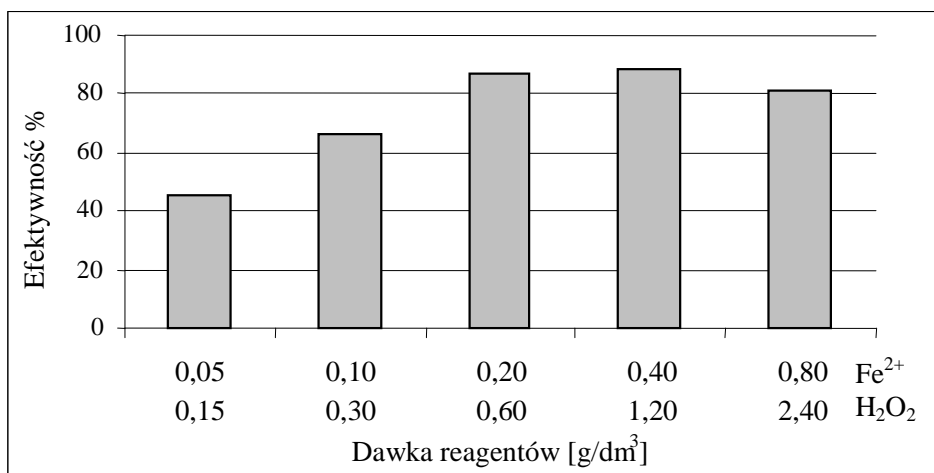


3. Metodyka badań

Badania w skali laboratoryjnej przeprowadzono w reaktorach o objętości czynnej 1 dm³ wyposażonych w mieszadło oraz układ termostatujący utrzymujący temperaturę 20°C. Do reaktora wprowadzano jednorazowo 1 dm³ ścieków pochodzących z zakładu mięsnego zajmującego się przeróbką drobiu. Średnie stężenia wskaźników zanieczyszczeń w badanych ściekach przedstawiono w tabeli 4. Po wprowadzeniu do reaktora reagentów (w pierwszej kolejności siarczan żelaza II, potem nadtlenek wodoru) następowały po kolei 5 minutowa faza szybkiego mieszania, 15 minutowa faza wolnego mieszania oraz 120 minutowa faza sedymentacji. W sklarowanej cieczy analizowano wartość

CHZT metodą dwuchromianową oraz resztkowy nadtlenek wodoru w celu określenia rzeczywistego stężenia związków organicznych.

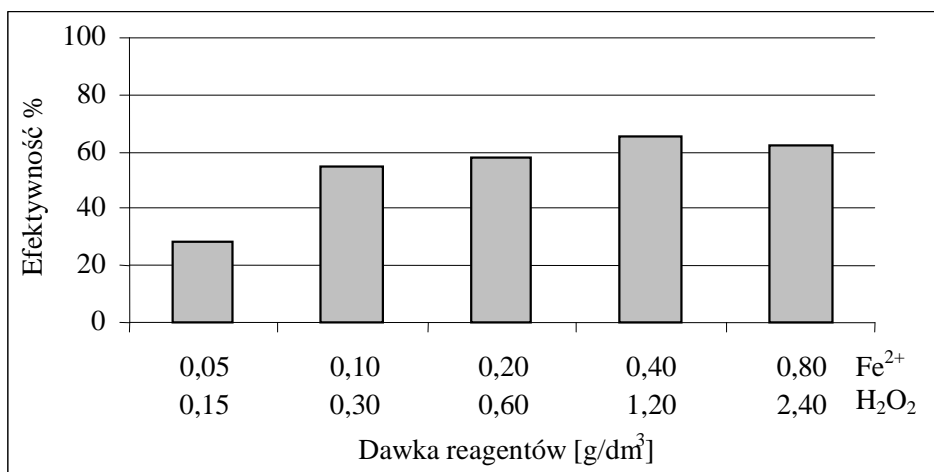
Badania przeprowadzono dla pięciu różnych zestawów dawek reagentów (rysunek 1 i 2). Dla każdego zestawu dawek wykonano po dziesięć powtórzeń pomiarów. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono wartość średnią, odchylenie standardowe i błąd standardowy. W przypadku gdy wartość błędu standardowego była poniżej 10% przyjmowano, że wyniki charakteryzowały się małą zmiennością, a wyliczona wartość średnia jest miarodajna. Uzyskane w ten sposób wartości średnie były podstawą do określenia wyników końcowych. Wyniki końcowe określono jako wartość średnią z wielkości uzyskanych dla poszczególnych poborów prób.



Rys. 1. Efektywność usuwania zanieczyszczeń organicznych (ChZT) ze ścieków przy różnych dawkach odczynnika Fentona w warunkach laboratoryjnych

Fig. 1. Effectiveness of organic contaminants (COD) removal from wastewater at different doses of Fenton's reagent in laboratory conditions

Dobór czasów trwania poszczególnych faz w badaniach laboratoryjnych zdeterminowany był przez możliwości techniczne wykonania badań w skali technicznej. Istniejące warunki pozwoliły dozować reagenty do studzienki czerpalnej pompowni z zainstalowaną wirownicą. Czas zatrzymania ścieków w tej studzience wynosił około 5 minut. Etap ten traktowano jako fazę szybkiego mieszania. Następnie ścieki przepływały przez flotator co odpowiadało fazie wolnego mieszania. Z flotatora ścieki odpływały do zbiornika retencyjnego o 2 godzinnym czasie zatrzymania. Stąd pobierano ścieki do analiz analogicznych jak w przypadku badań laboratoryjnych.



Rys. 2. Efektywność usuwania zanieczyszczeń organicznych (ChZT) ze ścieków przy różnych dawkach odczynnika Fentona w warunkach w skali technicznej
Fig. 2. Effectiveness of organic contaminants (COD) removal from wastewater at different doses of Fenton's reagent in technical scale

Dla każdego z analizowanych zestawu dawek jonu żelaza II oraz nadtlenu wodoru dokonano 10 poborów ścieków oczyszczonych. Analiza statystyczna użytych wyników była identyczna jak w przypadku badań laboratoryjnych.

4. Wyniki badań

Skład chemiczny krwi, przedstawione zjawiska i przemiany chemiczne pozwoliły założyć, iż reakcja Fentona będzie jedną z alternatywnych metod warunkujących skuteczną degradację zanieczyszczeń w ściekach pochodzących z przemysłu mięsnego. Przypuszczenia te potwierdziły dotychczas przeprowadzone badania. Dotyczyły one określenia potencjalnych możliwości wykorzystania reakcji pogłębionego utleniania z wykorzystaniem odczynnika Fentona na zmianę jakości ścieków z przemysłu mięsnego. Eksperymenty koncentrowały się przede wszystkim na określeniu sprawności utleniania substancji organicznych zawartych w ściekach technologicznych o wysokiej koncentracji krwi. Badania przeprowadzono w skali laboratoryjnej oraz na obiekcie pracującym w skali technicznej oczyszczającym ścieki pochodzące z przemysłu branży drobiarskiej.

W przypadku doświadczeń przeprowadzonych w skali laboratoryjnej, w wariancie najbardziej skutecznym, uzyskano ponad 85% efektywność usunięcia ze ścieków drobiarskich związków organicznych wyrażonych jako ChZT (rysunek 1). Rezultat ten był spowodowany wprowadzenia do układu technologicznego reagentów chemicznych w ilości 0,40 g Fe²⁺/dm³ oraz 1,20 g

$\text{H}_2\text{O}_2/\text{dm}^3$. Zastosowanie wyższych dawek odczynnika Fentona nie umożliwiło już na uzyskanie bardziej wydajnego efektu końcowego. Wynikiem wykorzystanie najniższej, testowanej dawki układu utleniającego $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ była 46% usunięcie substancji organicznej określonej wskaźnikiem ChZT (rysunek 1).

Zastosowanie analogicznych dawek soli żelaza oraz nadtlenu wodoru na obiekcie pracującym w skali technicznej potwierdziło możliwość skutecznego podczyszczania ścieków o wysokim stężeniu krwi metodą pogłębionego utleniania (rysunek 2). Uzyskane efektywności usunięcia związków organicznych były niższe od stwierdzonych w warunkach laboratoryjnych. Wprowadzenie do układu optymalnej dawki reagentów chemicznych w ilości 0,40 g $\text{Fe}^{2+}/\text{dm}^3$ oraz 1,20 g $\text{H}_2\text{O}_2/\text{dm}^3$ powodowało 65% sprawnością zmniejszenia wartości ChZT (rysunek 2).

4. Proponowane rozwiązanie technologiczne

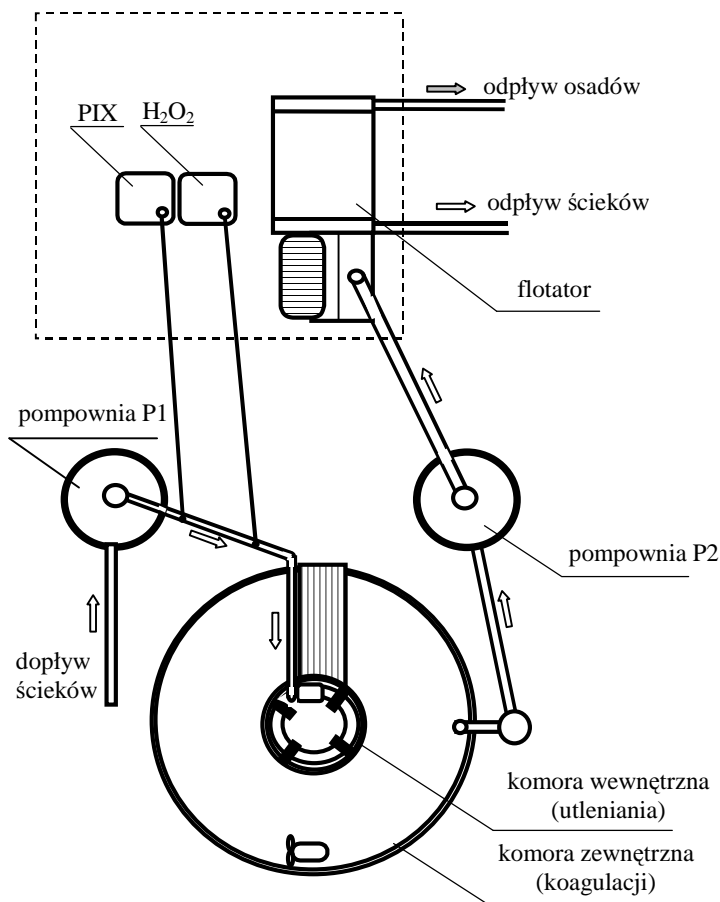
Biorąc pod uwagę uzyskane rezultaty zaprojektowano układ technologiczny pozwalający na skuteczne wykorzystanie technologii pogłębionego utleniania z wykorzystaniem odczynnika Fentona. Został on dostosowany do istniejącej instalacji w Zakładzie przemysłowym (rysunek 3).

Ścieki z terenu Zakładu dopływają do pompowni, a następnie kierowane są do specjalnie wydzielonej komory we wnętrzu istniejącego zbiornika retencyjnego. W komorze tej zachodzi wstępna faza procesu podczyszczania ścieków metodą pogłębionego utleniania.

W celu wywołania reakcji Fentona do przewodu tłocznego na odcinku z pompowni do komory centralnej zbiornika retencyjnego wprowadzane są jony Fe^{2+} oraz H_2O_2 . W wydzielonej we wnętrzu zbiornika retencyjnego komorze projektuje się wirownicę wywołującą przepływ ścieków we wnętrzu rurociągu ułożonego wokół komory, w celu intensywnego i skutecznego mieszania reagentów ze ściekami. Wylot rurociągu jest tak wyprofilowany, aby wywołać ruch cieczy po okręgu we wnętrzu komory.

Ścieki przepływają do zbiornika retencyjnego przez przepusty w dolnej części komory centralnej. W zbiorniku retencyjnym zachodzi koagulacja wywołana solami żelaza, która stanowi integralną fazę procesu podczyszczania. Zamontowane w zbiorniku mieszadło zapewni odpowiednie wymieszanie oraz utrzymanie powstających kłaczków w zawieszeniu. Dodatkowo do zbiornika należy doprowadzić niewielką ilość sprężonego powietrza w celu usprawnienia wynoszenia kłaczków (rysunek 3).

Odptyw ze zbiornika retencyjnego odbywał się będzie powierzchniowo do pompowni skąd ścieki skierowane zostaną do flotatora. Nastąpi tu oddzielenie zawiesin ze ścieków. Sklarowane ścieki zostaną odprowadzone do kanalizacji (rysunek 3).



Rys. 3. Schemat układu podczyszczalni ścieków z przemysłu drobiarskiego z wykorzystaniem technologii pogłębionego utleniania

Fig. 3. Diagram of wastewater from poultry industry pre-treatment plant with application of advanced oxidation

5. Podsumowanie i wnioski

Proponowane rozwiązanie neutralizacji krwi pochodzącej z przemysłu mięsnego jest perspektywiczną, oryginalną i nie opisaną dotychczas metodą opartą na technice pogłębionego utleniania. Badania wstępne oraz dane literaturowe pozwalają przypuszczać, iż stanie się ona alternatywną, ekonomicznie uzasadnioną i skuteczną technologią utylizacji krwi oraz ścieków z domieszką

tego płynu ustrojowego. Efekty degradacji zanieczyszczeń z wykorzystaniem reakcji Fentona zapewniają:

- utlenienie i koagulację zanieczyszczeń organicznych w ściekach o wysokim stężeniu krwi, w tym usunięcie substancji podatnych na zagniwanie,
- usunięcie odorów,
- usunięcie związków biogennych, głównie fosforu,
- eliminacji czerwonej barwy.

Inne potencjalne efekty techniki pogłębionego utleniania mogą dotyczyć:

- poprawy właściwości sanitarnych ścieków z przemysłu mięsnego, przez usunięcie organizmów chorobotwórczych oraz pasożytów,
- wyeliminowanie lub ograniczenie toksyczności.

Dalsze badania potwierdzą i udokumentują bezpośredni wpływ składu oraz właściwości krwi na wydajny przebieg reakcji Fentona. Na ich podstawie będzie można opracować nowa pionierska technologie utylizacji tego płynnego odpadu, ale również przyczyni się do wyjaśnienia procesów chemicznych zachodzących w systemach biologicznych. Jest to bardzo istotne zważywszy na fakt, iż wiele mechanizmów komórkowych związanych z wolnymi rodnikami i ich destrukcyjnym wpływem na organelle nie została dostatecznie wyjaśniona.

Literatura

1. **Aplin R., Feitz A. J., Waite T. D.:** *Effect of Fe (III) – ligand a properties on effectiveness of modified photo – Fenton processes.* Wat. Sci. Tech., 44, 5, 23÷30, 2001.
2. **Chamarro E., Marco A., Esplugas S.:** *Use of Fenton reagent to improve organic chemical biodegradability.* Wat. Res., 35, 4, 1047÷1057, 2001.
3. **Contreras S., Rodriguez M., Chamarro E., Esplugas S., Casado J.:** *Oxidation of nitrobenzene by O₃/UV: the influence of H₂O₂ and Fe (III). Experiences in a pilot plant.* Wat. Sci. Tech., 44, 5, 39÷46, 2001.
4. **Guard M. D., Lin S. S.:** *Hydrogen peroxide/iron oxide – induced catalytic oxidation of organic compounds.* Wat. Sci. Tech. Water Supply, 1, 4, 131÷138, 2001.
5. **Jajte J., Grzegorzczak J., Zmyslony M., Rajkowska E.:** *Effect of 7 mT static magnetic field and iron ions on rat lymphocytes: apoptosis, necrosis and free radical processes.* Bioelectrochemistry. 57, 107÷111. 2002.
6. **Kubicki M.:** *Ochrona środowiska w przemyśle drobiarskim.* FAPA Warszawa.
7. **Lin S. H., Peng C. F.:** *A continuous Fenton's process for treatment of textile wastewater.* Environ. Technol., 16, 693, 1995.
8. **Murphy A. P., Boegli E. J., Price M. K., Moody C. D.:** *A Fenton-like reaction to neutralize formaldehyde waste solutions.* Environ. Sci. Technol., 23, 166÷169, 1989.
9. **Nerud F., Baldrian P., Gabriel J., Ogbeifun D.:** *Decolorization of synthetic dyes by the Fenton reagent and the Cu/pyridine/H₂O₂ system.* Chemosphere, 44, 5, 957÷961, 2001.

10. **Otsuka S., Maruyama H., Listowsky I.:** *Struktur, assembly, conformation and immunological properties of two subunit classes of ferritin.* Biochemistry, 20, 5226, 1981.
11. **Panizza M., Cerisola G.:** *Removal of organic pollutants from industrial wastewater by electrogenerated Fenton's reagent.* Wat. Res., 35, 16, 3987÷3992, 2001.
12. **Stankiewicz W.:** *Hematologia weterynaryjna.* Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1973.

Method of Wastewater with Large Blood Concentration Treatment with Application of Fenton Reagent

Abstract

The paper presents possibility of Fenton reaction application in degradation processes of wastewater with large concentration of blood. Composition and characteristic make it possible to think that wastewater with large concentration of blood may be effectively treated by advance oxidation process with Fenton reagent. Iron included in blood can be potential source of Fe^{2+} or Fe^{3+} ions, catalysts of Fenton reaction.

Proposed solution of blood coming from the meat industry neutralization is perspective, genuine and not described yet method based on advanced oxidation technique. Preliminary examinations and literature data let suppose it becomes the alternative, economically justified and effective technology of blood and wastewater with addition of body fluids neutralization. Effects of pollutants degradation with application of Fenton reaction assure: oxidation and coagulation of organic pollutants in wastewater with high concentration of blood, including removal putrescible substances; removal of odors; removal of biogenic compounds, mainly phosphorus; elimination of the red color.

Other potential effects of advanced oxidation technique may concern: improvement in the sanitary properties of wastewater from the meat industry, through removal of pathogenic organisms and parasites; elimination or limiting the toxicity.

Research in laboratory and technical scale showed that Fenton reaction is a effective method of wastewater with blood treatment. Decrease of organic compounds (COD) was about 70% in technical scale installation. There was used only 0.4 g $\text{Fe}^{2+}/\text{dm}^3$; 1.2 g $\text{H}_2\text{O}_2/\text{dm}^3$ doses.

Further research will confirm and substantiate the direct influence of blood composition and properties on the efficient course of Fenton reaction. It will be possible on its base to work out new pioneer technologies of utilization recycling of this fluid waste, but will also contribute to explaining chemical processes occurring in biological systems. It is very essential when taking into consideration, that many cellular mechanisms connected with free radicals and with their destructive influence on organelles remains solved insufficiently.