

ANALIZA PROGRAMÓW MYCIA W SYSTEMIE CIP W BROWARZE

Joanna Piepiórka, Jarosław Diakun

Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. W pracy przeprowadzono analizę programów mycia urządzeń technologicznych w browarnictwie w systemie CIP. Wykonano identyfikację powstających zanieczyszczeń oraz zbadano techniczne i procesowe warunki mycia. Zwrócono uwagę na zastosowane rozwiązania techniczne oraz uwzględniono standardowe (po zakończeniu partii) oraz okresowe procedury mycia dla każdego urządzenia.

Słowa kluczowe: system CIP, mycie, dezynfekcja, program mycia

Wprowadzenie

W instalacjach i urządzeniach browaru występują specyficzne zanieczyszczenia wynikające z stosowanych surowców i obróbki technologicznej. Stanowią one doskonałą pożywką dla drobnoustrojów i mogą powodować skażenia. Aby do tego nie dopuścić przeprowadza się zabiegi mycia i dezynfekcji wg indywidualnie opracowywanych procedur i programów mycia, do każdego urządzenia i procesu, jaki w nim zachodzi.

Obecnie w browarnictwie standardem jest mycie i dezynfekcja linii technologicznej z wykorzystaniem stacji mycia w obiegu zamkniętym (Cleaning In Place – CIP). Zabiegi mycia odbywają się poprzez przepuszczenie przez instalację środków: myjącego, dezynfekującego i płuczającego z możliwością wielokrotnego wykorzystania oraz optymalnego dozowania. Aby osiągnąć zadawalający efekt czystości mytych powierzchni należy przede wszystkim uwzględnić wzajemne oddziaływania czynników mycia tj.: temperatura, czas, energia mechaniczna wyrażająca się w siłach ścinających podczas przepływu oraz oddziaływanie środków chemicznych [Mierzejewska i in. 2003]. Połączenie tych czynników oraz analiza zabrudzeń i dostępności powierzchni urządzeń poddawanych myciu przekłada się na stosowane techniki i programy mycia w systemie CIP dla poszczególnych urządzeń technologicznych.

Cel i zakres badań

Zasadniczym celem badań była analiza dostosowania programów mycia do charakteru pracy urządzeń technologicznych na poszczególnych działach linii produkcyjnej piwa. Wykonano identyfikację powstających zanieczyszczeń oraz zbadano warunki techniczne i procesowe mycia z wykorzystaniem instalacji CIP. Zwrócono uwagę na zróżnicowanie

programów mycia, opracowanych dla poszczególnych urządzeń produkcyjnych i charakteru zabrudzenia z uwzględnieniem procedur mycia standardowego oraz mycia po dłuższym okresie użytkowania.

Wstęp do badań

Badania przeprowadzono w browarze na Pomorzu Zachodnim. Zakład wyposażony jest w trzy stacje mycia CIP, obsługujące następujące działy: CIP 1 – warzelnia, CIP 2 – fermentacja i dojrzewanie piwa, CIP 3 – filtracja i rozlewnia.

Każda z instalacji ma ustalonych kilka programów mycia. Program mycia to sekwencja wykonywanych po sobie czynności, czas ich trwania oraz parametry, w jakich te czynności są prowadzone. Programy są indywidualnie opracowywane do poszczególnych urządzeń technologicznych. W zależności od potrzeb, mogą być modyfikowane pod względem czasu trwania poszczególnych operacji. Sterowanie stacjami mycia i dozowanie środków chemicznych odbywa się w sposób automatyczny i wymaga tylko ogólnego nadzoru. W momencie zakłóceń procesu mycia (np. nie otworzenie się danego zaworu), program automatyczny jest wstrzymywany. Następnie układ przechodzi na sterownie półautomatyczne lub ręczne, w zależności od ilości operacji w danym programie mycia, które zostały już wykonane. System sterujący w sposób automatyczny otwiera i zamyka zawory, gdy parametry kontrolne, jakimi są: przewodnictwo i temperatura czynnika myjącego, osiągną określoną wartość.

Wyniki badań i ich omówienie

Warzelnia

Higiena tego działu jest bardzo istotna pod względem jakości gotowego produktu. Niedostatecznie umyte urządzenia warzelni są główną przyczyną nieczystego zapachu w piwie i zakażeń brzezki termofilnymi bakteriami kwasu mlekowego. Prowadzi to do obniżenia barwy brzezki oraz nadaje piwu wodnisty smak [Kądzielski 1996].

Podczas zacierania słoju i warzenia brzezki powstają specyficzne i trudne do usunięcia osady. Duża zdolność adhezyjna tych osadów powoduje, że z łatwością osadzają się na ściankach urządzeń i stanowią doskonałą pożywkę dla drobnoustrojów [Pazera i in. 1998].

Stacja CIP składa się z pięciu zbiorników i posiada dwa tanki do gorącego ługu. Jeden przeznaczony jest do mycia naczyń warzelni a drugi do przewodów transportujących brzezkę. Stacja CIP pracuje według programów zestawianych w tabeli 1.

Do każdego z urządzeń opracowano dwa programy mycia, krótkie i długie oznaczone w tabeli symbolami K i D. Różnią się one między sobą wydłużeniem czasu cyrkulacji środka myjącego. Czas płukania wstępnego i międzyoperacyjnego w programach długich w większości nie uległ zmianie. Mycie krótkie przeznaczone jest do mycia bieżącego natomiast mycie długie stosuje się po dłuższym okresie użytkowania. Zbiorniki w programie krótkim myte są po opróżnieniu z każdej szarży. Prasa filtracyjna myta jest po każdej warce, natomiast chłodnica oraz droga brzezki po dwóch warkach. Mycie długie - okresowe prowadzone jest raz na kwartał, a dla prasy filtracyjnej po ok. czterdziestu warkach.

Analiza programów mycia...

Tabela 1. Procedura mycia instalacji warzelnianej w systemie CIP w browarze
Table 1. Washing procedure for brewing installation in the CIP system in a brewery

Urządzenie	Lp.	Etap	Środek myjący	Czas [min]		Temperatura [°C]
				K	D	
Kocioł zacierny, Zbiornik pośredniczący	1.	Płukanie wstępne	woda	5	5	80 - 85
	2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	20	40	85
	3.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	5	5	80 - 85
	4.	Mycie kwaśne	P3-horolith flusing	10	20	Otoczenia
	5.	Płukanie końcowe	woda	7	7	80 - 85
Prasa filtracyjna	1.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	70	120	85
	2.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	45	60	80 - 85
Kocioł warzelny, Kocher, Zbiorniki chmielu	1.	Płukanie wstępne	woda	10	10	80 - 85
	2.	Mycie alkaliczne	NaOH	45	55	85
	3.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	5	10	80 - 85
	4.	Mycie kwaśne	P3-horolith flusing	17	25	Otoczenia
	5.	Płukanie końcowe	woda	17	17	80 - 85
Zbiornik osadów	1.	Płukanie wstępne	woda	7	10	80 - 85
	2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	30	55	85
	3.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	12	12	80 - 85
	4.	Mycie kwaśne	P3-horolith flusing	15	25	Otoczenia
	5.	Płukanie końcowe	woda	13	13	80 - 85
Chłodnica brzezki i droga brzezki	1.	Płukanie wstępne	woda	8	10	Otoczenia
	2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	7	8	85
	3.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	7	8	Otoczenia
	4.	Mycie kwaśne	P3-horolith flusing	5	15	Otoczenia
	5.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	3	5	Otoczenia
	6.	Dezynfekcja	Oksonia aktiv S	10	20	Otoczenia
	7.	Płukanie końcowe	woda	4	4	Otoczenia

K – mycie krótkie, D – mycie długie

Źródło: opracowanie własne

Dwuetaповy program mycia prasy filtracyjnej wynika ze specyficznej budowy tego urządzenia oraz sposobu jego użytkowania. Po każdej warce następuje rozszczelnienie filtra, zrzucenie wysłodzin i oczyszczenie płócien filtracyjnych z ich pozostałości przez pracownika, za pomocą silnego strumienia wody. Następnie filtr zostaje zamknięty i przeprowadza się mycie w systemie CIP, po czym następuje jego ponowne otwarcie i wypłukanie każdego płótna z osobna zewnętrznym strumieniem wody.

Kotły i zbiorniki warzelni myte są pięcioletowymi programami mycia alkaliczno – kwaśnego bez etapu dezynfekcji, gdyż wysoka temperatura procesów technologicznych zapewnia czystość mikrobiologiczną. Jedynie chłodnica oraz droga brzezki, ze względu na „zimną” pracę, wymaga etapu dezynfekcji. Czasy poszczególnych etapów w danym programie mycia różnią się między sobą w znaczny sposób. Wynika to z gabarytów urządzeń oraz powstających w nim osadów. Kocioł warzelny, kocher oraz zbiorniki chmielu myte są jednym programem w jednym obiegu, stąd też czas cyrkulacji mediów jest wydłużony w stosunku do innych urządzeń. Podobna sytuacja jest dla prasy filtracyjnej. Duża

ilość płócien filtracyjnych o dużej powierzchni wpływa na wydłużenie całego procesu mycia.

Istotny jest dobór środków myjących oraz przestrzeganie ich stężeń. Mycie alkaliczne prowadzi się ługiem sodowym na gorąco, co ułatwia rozpuszczenie zanieczyszczeń garbnikowo - białkowych natomiast mycie kwaśne, kwasem azotowym i fosforowym, podczas którego usuwane są zanieczyszczenia mineralne [Lenart 1991].

Fermentownia

Kolejnym monitorowanym działem jest fermentownia. Z całego procesu produkcji okres przebywania piwa w tankach jest najdłuższy i stanowi największe zagrożenie rozwoju infekcji. Powstające osady umożliwiają drobnoustrojom tworzenie biofilmów zarówno w czasie fermentacji jak i dojrzewania młodego piwa [Pazera i in. 1998]. Długi okres przebywania piwa w tankach powoduje, że wytrącone i przylegające do ścianek osady stają się bardzo trudne do usunięcia.

Stacja mycia CIP obsługująca ten dział składa się z czterech zbiorników połączonych rurociągami transportującymi media myjące. Na tym dziale opracowane są trzy programy mycia, które zestawiono w tabeli 2.

Podstawowy, sześćoetapowy program mycia, realizowany jest po każdym opróżnieniu zbiornika. Jeżeli zbiornik nie jest użytkowany więcej niż 12h, ale nie dłużej niż 5 dni, wówczas, przed napełnieniem jest dezynfekowany. Po dłuższym postoju, przed napełnieniem następuje pełny proces mycia, z pominięciem płukania wstępnego.

Mycie i dezynfekcja tanków odbywa się wykorzystaniem nieruchomych, wielostrumieniowych głowic rozpylających. Umieszczone są one na stałe w pokrywie zbiorników. Wielostrumieniowy natrysk zapewnia jednoczesne zwilżanie ścian bocznych jak i dennicy dolnej i górnej. Dodatkowo, w najniższym miejscu każdego zbiornika zamontowano króćce spustowe umożliwiające ich całkowite opróżnienie z wody. Cyrkulacja wymuszana jest przez dwie pompy. Jedna służy do podawania mediów przez system przewodów do głowic myjących, a druga zawraca spływający roztwór. Aby nie dochodziło do spiętrzenia płynu w zbiorniku, druga pompa ma o ok. 25% większą wydajność od pierwszej.

Rurociągi (droga drożdży, piwa na filtrację i CO₂) myte są przy okazji mycia urządzeń technologicznych. Pierwsze dwa myte są po każdej partii, natomiast przewód CO₂, w zależności od usytuowania (górny, środkowy, dolny) kolejno co dwa, trzy i raz na miesiąc.

Całe mycie instalacji prowadzone jest w temperaturze otoczenia. Ma to znaczenie dla utrzymania odpowiednich (chłodniczych) warunków procesu technologicznego. Ponadto niska temperatura płukania wstępnego zapobiega koagulacji zanieczyszczeń białkowych, trudno usuwalnych z powierzchni. Ługowanie na zimno jest mniej efektywne niż na gorąco, stąd też, zastosowano kombinację mycia zasadowego z kwaśnym i wzmocniono je dłuższym czasem trwania operacji. Takie rozwiązanie gwarantuje usunięcie powstałych osadów białkowo - garbnikowych oraz kamienia piwnego. Problem stanowi powstający w czasie fermentacji CO₂. Reaguje on z NaOH tworząc kwaśny węglan sodu (NaHCO₃), obniżający skuteczność działania ługu. Stąd też, przed przystąpieniem do mycia, należy usunąć CO₂ z tanku. Dla uzyskania czystości mikrobiologicznej prowadzi się dezynfekcję. Do tego celu stosuje się środek sporządzony na bazie kwasu nadoctowego. Nie wymaga on dodatkowego spłukiwania, gdyż ulega samoczynnej biodegradacji stając się nieszkodliwym dla gotowego produktu.

Tabela 2. Procedura mycia na fermentowni w systemie CIP w browarze
Table 2. Washing procedure at fermentation plant in the CIP system in a brewery

Urządzenie	Termin mycia	Lp.	Etap	Środek myjący	Czas [min]	Temperatura [°C]
Tanki fermentacyjne, Tanki krążkowe, Zbiorniki drożdżowe i propagacyjne	Każdorazowo po opróżnieniu zbiorników	1.	Płukanie	woda	15	Otoczenia
		2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	40	Otoczenia
		3.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	10	Otoczenia
		4.	Mycie kwaśne	Niroklar SF	20	Otoczenia
		5.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	5	Otoczenia
		6.	Dezynfekcja	Neoseptal PE	5	Otoczenia
	12 h od mycia	1.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	5	Otoczenia
		2.	Dezynfekcja	Neoseptal PE	5	Otoczenia
	5 dni od mycia	1.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	40	Otoczenia
		2.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	10	Otoczenia
		3.	Mycie kwaśne	Niroklar SF	20	Otoczenia
		4.	Płukanie międzyoperacyjne	woda	5	Otoczenia
		5.	Dezynfekcja	Neoseptal PE	5	Otoczenia

Źródło: opracowanie własne

Filtracja i rozlewnia

Programy mycia urządzeń i instalacji tego działu zestawiono w tabelach 3 i 4.

Dla każdego z urządzeń opracowano indywidualne programy. Mycie zasadnicze, stosowane jest po zakończeniu operacji technologicznej (filtry i nalewaki), a w przypadku zbiorników po ich opróżnieniu. Mycie okresowe, stosuje się po przefiltrowaniu ok. 2000 do 2500hl lub po okresie dłuższym niż trzy dni. Mycie polega na sterylizacji filtrów. Czas cyrkulacji mierzony jest od momentu osiągnięcia wymaganej temperatury na wylocie i jest ściśle przestrzegany. Inna sytuacja jest na rozlewni. Zasadnicze mycie nalewaków odbywa się według programu dziennego. Prowadzone jest na początku oraz na końcu dziennej produkcji. W przypadku ранego mycia występuje dezynfekcja chemiczna.

Po dłuższym okresie użytkowania myje się wyłącznie filtry (filtr I raz w tygodniu, filtr II raz w miesiącu) oraz nalewaki (raz w tygodniu). Dla każdego z wymienionych urządzeń przeprowadza się mycie alkaliczne, a w przypadku filtra I i nalewaka również płukanie. W filtrze III okresowo wymieniane są wkłady filtracyjne, po stwierdzeniu niedostatecznego stopnia klarowności piwa.

Program mycia filtrów jest specyficzny i wynika z ich budowy i sposobu użytkowania. Płukanie wstępne filtrów następuje w momencie zrzucania zużytej ziemi okrzemkowej (filtr I), regeneracji PVPP (filtr II) oraz wymycia wyłapanych cząsteczek PVPP (filtr III). Po tym etapie następuje mycie właściwe wg zadanego programu.

Higienizacja tanków pośredniczących polega wyłącznie na myciu kwaśnym oraz dezynfekcji bez etapu płukania, w temperaturze otoczenia. Filtrowane piwo nie pozostawia dużej ilości osadów o charakterze białkowym, stąd też mycie alkaliczne zostało pominięte. Przewody transportujące piwo na rozlewnię myte są na gorąco roztworem ługu i dezynfekowane.

Tabela 3. Procedura mycia na filtracji w systemie CIP w browarze
 Table 3. Washing procedure at filtration plant in the CIP system in a brewery

Urządzenie	Termin mycia	Lp	Etap	Środek myjący	Czas [min]	Temperatura [°C]
Droga filtracji piwa	po filtracji	1.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	30	85
		3.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		4.	Dezynfekcja	Neoseptal OS	15	Otoczenia
		5.	Płukanie końcowe	woda	10	Otoczenia
Filtr I	po filtracji	1.	Sterylizacja	woda	60	85
	1 x tydz.	1.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	60	80 - 85
		2.	Płukanie	woda	15	Otoczenia
		3.	Dezynfekcja	Neoseptal OS	25	Otoczenia
Filtr II	po filtracji	1.	Sterylizacja	woda	60	85
	1 x m	1.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	60	80 - 85
			2.	Płukanie końcowe	woda	15
Filtr III	po filtracji	1.	Płukanie	woda	2	Otoczenia
		2.	Sterylizacja	woda	30	85
Tanki pośredniczące	po opróżnieniu	1.	Płukanie	woda	5	Otoczenia
		2.	Mycie kwaśne	Sauer flusing	40	Otoczenia
		3.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		4.	Dezynfekcja	Neoseptal PE	6	Otoczenia

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4. Procedura mycia na rozlewni w systemie CIP w browarze
 Table 4. Washing procedure at bottling plant in the CIP system in a brewery

Urządzenie	Termin mycia	Lp	Etap	Środek myjący	Czas [min]	Temperatura [°C]
Nalewak do butelek i puszek	początek produkcji	1.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		2.	Sterylizacja	woda	20	85
		3.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		4.	Dezynfekcja	Neoseptal PE	7	Otoczenia
	koniec produkcji	1.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		2.	Sterylizacja	woda	20	85
		3.	Płukanie końcowe	woda	10	Otoczenia
	początek i koniec tygodnia	1.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		2.	Mycie alkaliczne	ług sodowy	40	85
		3.	Płukanie	woda	10	Otoczenia
		4.	Dezynfekcja	Neoseptal OS	15	Otoczenia
		5.	Płukanie końcowe	woda	10	Otoczenia

Źródło: opracowanie własne

Szczególnej kontroli wymaga higienizacja rozlewni, gdyż tu istnieje najwięcej zagrożeń związanych z zakażeniem produktu finalnego [Fabisz-Kijowska 2007]. Mycie prowadzone jest bez udziału środków chemicznych, co wynika ze specyfiki powstających osadów. Substancje goryczkowe, polifenole i węglowodany to związki dobrze rozpuszczalne w gorącej wodzie niewymagające mycia chemicznego. Ponadto częstotliwość wykonywania zabiegów higienizacji (dwa razy w ciągu dnia) w pełni pozwala zrezygnować z obecności chemii. Stosowanie gorącej wody ma również wiele zalet dla samego procesu mycia: jest tańsze, nie wywołuje korozji materiałów konstrukcyjnych i działa odkażająco [dostęp 9.06.2007]. W zaprezentowanym układzie przepływ wody o temperaturze 85°C przez 20min ma działanie sterylizujące i wspomaga właściwą dezynfekcję. Bardzo mała ilość zanieczyszczeń o charakterze białkowym i mineralnym nie odgrywa istotnej roli w krótkim czasie użytkowania, jednak po dłuższym okresie staje się istotne. Dlatego w programie okresowym, realizowanym raz w tygodniu, występuje mycie gorącym roztworem ługu zakończony dezynfekcją kwasem fosforowym.

W badanym zakładzie istnieją również miejsca i części urządzeń (kolana rur, złączki, zawory), których nie można włączyć w obieg mycia systemem CIP. Dla tych elementów stosuje się mycie w wannach z roztworami dezynfekującymi na bazie czwartorzędowych soli amonowych (np. Neoquat S). Sporządzane roztwory są kontrolowane i co pewien okres wymieniane ze względu na utratę zdolności dezynfekcyjnych i wykształcenie odporności drobnoustrojów.

Skuteczność procesów mycia w instalacjach CIP kontrolowana jest przez pomiar pH i przewodność popłuczyn w celu określenia stopnia wypłukania detergentów. Wykonywane są również okresowe posiewy na popłuczynach określające czystość mikrobiologiczną.

Wnioski

1. Występuje zróżnicowanie programów mycia w zależności od mytego urządzenia, okresu jego użytkowania lub przestoju.
2. Dobór środków chemicznych, temperatura i czas operacji w danym programie mycia wymaga wcześniejszej analizy powstających osadów oraz mytych urządzeń.
3. Najczęściej stosuje się kombinację mycia alkaliczno – kwaśnego. Preferowany jest ług sodowy występujący w każdym z programów mycia oraz roztwory kwasu fosforowego i azotowego.
4. Najczęściej stosowanym dezynfektantem jest preparat na bazie kwasu nadoctowego, który nie wymaga płukania. Charakteryzuje się on wysoką skutecznością biobójczą i wygodą w użyciu.
5. W przypadku tanków fermentacyjnych oraz zbiorników pośredniczących występuje ograniczenie stosowania wysokich temperatur, stąd też mycie odbywa się wyłącznie czynnikami chemicznymi w temperaturze otoczenia, w wydłużonym czasie.

Bibliografia

- Fabisz-Kijowska A.** 2007. Specyfika higieny w przemyśle browarniczym cz. II. *Agro Przemysł* nr 2. s. 44-46.
- Kądzielski F.** 1996. Mycie i dezynfekcja w browarze. *Przemysł fermentacyjny i owocowo-warzywny*. Nr 12. s. 19-21.
- Lenart A.** 1991. Urządzenia do mycia i dezynfekcji tanków. *Przemysł Spożywczy*. Nr 10. s. 244-246.
- Mierzejewska S., Diakun J.** 2003. Analiza warunków technicznych, procesowych i skuteczności mycia rurociągów technologicznych. *Inżynieria Rolnicza* Nr 7. s. 119-125.
- Pazera T., Rzemieniuk T.** 1998. *Browarnictwo*. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne Warszawa. s. 188-198.
- Office of Environmental Health. [online] 2004. Food Equipment Cleaning and Sanitizing. [dostęp 9.06.2007] dostępny w Internecie: http://www.azdhs.gov/phs/oeht/fses/food_eq_cl_san.htm

Publikacja sfinansowana w ramach Projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego (75%) oraz środków budżetu państwa (25%) w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego.



ANALYSIS OF WASHING PROGRAMS IN THE CIP SYSTEM IN A BREWERY

Abstract. The work involved an analysis on washing programs for processing equipment in brewing industry in the CIP system. The researchers identified generated fouling and examined technical and process conditions for washing. They focused on applied technical solutions and took into account standard (after batch completion) and periodic washing procedures for each installation.

Key words: the CIP system, washing, disinfection, washing program

Adres do korespondencji:

Joanna Piepiórka; e-mail: joannapiepiorka@wp.pl
Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych
Politechnika Koszalińska
ul. Raławicka 15 - 17
75-620 Koszalin