

Jędrzej KASPRZAK

e-mail: jedrzej.kasprzak@put.poznan.pl

Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

Środowiskowe uwarunkowania gospodarki recykulacyjnej w przemyśle piwowarskim**Wstęp**

Piwowarstwo jest gałęzią przemysłu spożywczego, w której występują znamienne zagrożenia, w istotny sposób wpływające na uciążliwość środowiskową produkcji piwa. Biorąc pod uwagę skalę produkcji piwa w Polsce (prawie 38 mln hl w roku 2011 wg danych GUS [GP, 2012]), środowiskowe konsekwencje procesów produkcyjnych w piwowarstwie nabierają znaczącego wymiaru. W związku z tym opracowano i nadal doskonalą się szereg praktyk, w istotny sposób warunkujących potencjał ograniczania uciążliwości środowiskowej produkcji piwa. Praca przedstawia możliwości zmniejszenia uciążliwości środowiskowej produkcji piwa wskutek działań optymalizujących gospodarkę odpadami i minimalizujących zużycie mediów i energii.

Charakterystyczne problemy środowiskowe w przemyśle piwowarskim

Do najważniejszych czynników warunkujących poziom obciążeń środowiskowych należą m.in.: produkcja i zużycie energii, zużycie wody i wytwarzanie ścieków, wytwarzanie odpadów oraz inne aspekty uciążliwości środowiskowej (m.in. obciążenia akustyczne, olfaktoryczne, zanieczyszczenie powietrza oraz zagrożenie awariami). Zgodnie z dokumentami referencyjnymi w zakresie wprowadzania najlepszych dostępnych technik (BAT) w browarnictwie [BAT, 2005] w każdym browarze powinno się dążyć do eliminacji lub – w razie braku tej możliwości – minimalizacji zagrożeń środowiskowych związanych z ww. czynnikami. Poniżej krótko scharakteryzowano poszczególne aspekty uciążliwości środowiskowej.

Produkcja i zużycie energii

Piwowarstwo jest dziedziną produkcji spożywczej, wymagającą relatywnie sporych nakładów w zakresie wykorzystania energii elektrycznej i ciepłej. Skutkiem wytwarzania energii są emisje typu energetycznego (CO_2 , CO, NO_x , SO_2 i inne), pochodzące zarówno z lokalnego źródła energetycznego w browarze (najczęściej kotłownia), jak również ze źródeł energetyki przemysłowej (elektrownie) [Kunze, 1999]. Wg danych rynkowych [BAT, 2005] ogólne zużycie energii cieplnej w polskich browarach kształtuje się na poziomie ok. 100–200 MJ·hl⁻¹ piwa, zaś zużycie energii elektrycznej – na poziomie ok. 8–12 kWh·hl⁻¹. W warunkach optymalizacji produkcji możliwe jest osiągnięcie wartości znacznie niższych od podanych wartości średnich.

Głównymi odbiornikami ciepła w browarze są: zacieranie słoju i gotowanie brzezki, mycie w obiegu zamkniętym CIP, mycie butelek zwrotnych, pasteryzacja piwa, ogrzewanie pomieszczeń. Jako typowe przyczyny nadmiernego zużycia energii cieplnej w browarze można wyróżnić: silne odparowanie brzezki w kotle warzelnym, słabe wykorzystanie ciepła odpadowego, niska sprawność urządzeń, przecieki w instalacji parowej, brak izolacji urządzeń i rurociągów, niedostateczny powrót kondensatu po obniżeniu temperatury pary grzewczej.

Czynnikami warunkujące zużycie energii elektrycznej w browarze to: pakowanie piwa, maszynownia chłodnicza (chłodzenie brzezki i piwa), maszynownia sprężonego powietrza, instalacja odzysku CO_2 z fermentacji, oczyszczanie ścieków, kotłownia (chłodzenie kotłów), drobne odbiorniki energii w łącznie dużym poborze (pompy, wentylatory, oświetlenie). Typowymi przyczynami wysokiego zużycia energii elektrycznej w browarze są: niska sprawność urządzeń elektrycznych, nieszczelności w instalacji sprężonego powietrza, brak optymalizacji pracy układu chłodzenia, niedostateczny nadzór nad procesami.

Zużycie wody i wytwarzanie ścieków

Woda jest podstawowym surowcem do produkcji piwa. Podlega uzdatnianiu w celu dostosowania parametrów do wymogów produkcji. Jest usuwana do środowiska w postaci ścieków, z odpadami produkcyjnymi (uwodnienie odpadów) oraz w postaci pary wodnej.

Typowy zakres zużycia jednostkowego wody w browarze wynosi 4–10 hl na hl piwa [BAT, 2005]. W dużych, nowoczesnych browarach najczęściej spotyka się na poziomie zużycia wody 4–6 hl na hl piwa [Raport zrównoważonego rozwoju Kompanii Piwowarskiej, 2011]. Najbardziej wodochłonnymi procesami w browarze są: zacieranie i gotowanie brzezki, mycie opakowań, pasteryzacja piwa, mycie urządzeń i rurociągów, mycie pomieszczeń, zwilżanie taśmociągów rozlewu piwa, mycie nalewaczek piwa. Do najczęstszych przyczyn nadmiernego zużycia wody należą: nadmierne zużycie wody w myjce butelek, niedostateczny nadzór nad pracą pasteryzatora piwa i systemami mycia, nieszczelność rurociągów, zaworów, nieskuteczny nadzór nad myciem ręcznym.

Można przyjąć, iż ilość ścieków w browarze jest równa ilości zużytej wody pomniejszonej o wodę zawartą w produkcie i straty (odparowanie, woda w odpadach). Łącznie do ścieków nie jest kierowanych 1,3–1,8 hl wody na hl piwa [BAT, 2005].

Wytwarzanie odpadów

Większość masy odpadów wytwarzanych przez browary jest związana z surowcami roślinnymi, są to: wysłodziny z filtracji brzezki, osad brzezkowy (dodawany do wysłodzin), pyły z instalacji aspiracyjnej słoju (dodawane do wysłodzin), gęstwa drożdżowa jako osad pofermentacyjny, zużyta ziemia okrzemkowa jako przefiltrowany osad pofermentacyjny. Osobny problem stanowią odpady opakowaniowe, zarówno powstające bezpośrednio w browarze, jak i pozyskiwane z rynku opakowania zwrotne.

Dokument referencyjny BAT dla branży piwowarskiej formułuje listę technik ogólnych, możliwych do zastosowania we wszystkich branżach przemysłu spożywczego [BAT, 2005]:

- system zarządzania środowiskowego, z identyfikacją i oceną aspektów środowiskowych i mechanizmami ciągłego doskonalenia w zakresie zmniejszania wpływu na środowisko i zużycia zasobów naturalnych,
- projektowanie, wybór i eksploatacja instalacji z minimalizacją strat produktów, surowców, wody i energii, odpadów i ścieków oraz innych emisji do powietrza i hałasu,
- programy oszczędzania energii i wody, w tym działania kontroli zużycia oraz optymalizacja procesów,
- segregacja odpadów w celu maksymalnego wykorzystania gospodarczego, w tym segregacja produktów ubocznych (najczęściej odpady organiczne), odpadów opakowaniowych i innych,
- segregacja odpadów organicznych w celu odzysku zamiast oczyszczania ze ściekami,
- techniki redukcji zanieczyszczeń „końca rury”, w tym oczyszczanie ścieków, odpylanie i inne, stosowne do emisji z danej branży spożywczej.

Gospodarka odpadami w przemyśle piwowarskim

Warunkiem sprowadzenia oddziaływań środowiskowych związanych z odpadami – zarówno produkcyjnymi, jak i opakowaniowymi – w produkcji piwa do akceptowalnego minimum jest kontrola nad powstawaniem odpadów. Nadrzędnym założeniem prawidłowo zaprojektowanych procesów produkcyjnych jest zapobieganie powstawaniu odpadów. Polega ono głównie na efektywnym wykorzystywaniu surowców i ograniczaniu strat w produkcji [Steinhoff-Wrzeźniewska i in., 2011]. Tam, gdzie jest to niemożliwe, konieczne jest wdrożenie i ścisłe przestrzeganie zasad gospodarki recykulacyjnej. Większość odpadów

produkcyjnych z browaru ma wartość handlową jako surowiec dla innych branż spożywczych (przetwórstwo paszowe, środki spożywcze). Korzyści dla środowiska i ekonomii przemawiają za możliwie szeroką separacją odpadów technologicznych zamiast zrzucania ich w postaci zanieczyszczeń w ściekach.

Odpady organiczne powstające w browarze gromadzone są w stanie uwodnionym. Ilość odpadów organicznych w przeliczeniu na jednostkę produktu zależy od technologii produkcji, w szczególności od wielkości ekstraktu piwa i rodzaju urządzeń do filtracji piwa. Ilość odpadów opakowaniowych zależy od struktury pakowania piwa w podziale na rodzaje materiałów (szkło, puszka, kegi – beczki stalowe) i czas użytkowania (opakowania zwrotne i jednorazowe).

Browary tylko w wyjątkowych sytuacjach wykorzystują instalacje do odzysku odpadów we własnym zakresie (np. odwadnianie, zagęszczanie odpadów). Z reguły odpady po odpowiednim zmagazynowaniu, są odbierane przez rolnictwo i profesjonalnych odbiorców odpadów.

O ewentualnym przetwarzaniu odpadów decydują kryteria ekonomiczne, związane z warunkami handlowymi (możliwość sprzedaży odpadów po wyższej cenie) i dostępność odbiorców odpadów (koszty transportu).

Przykłady rozwiązań prośrodowiskowych

Optymalizacja gospodarki wodnej

Główne założenia gospodarki wodnej w browarach zasadzają się na wdrożeniu działań recykulacyjnych. Sposoby ponownego użycia wody są następujące [Czeszewski, 2010]:

- wykorzystywanie wody ze skroplin kotła warzelnego do płukania wstępnego kadzi wirowych,
- wykorzystywanie wody z końcowego płukania w stacji CIP do płukania zewnętrznego,
- stosowanie nadmiaru wody z myjki butelek do mycia pustych skrzynek,
- zasilanie zraszaczy przenośników wodą powrotną z myjek puszek i butelek,
- kaskadowe zawracanie wody w odpieniaczach.

Zmniejszanie zużycia energii i emisji CO₂

Przykłady rozwiązań w zakresie gospodarki energetycznej i emisji CO₂ [Czeszewski, 2010]:

- obniżanie energochłonności procesów produkcyjnych,
- wykorzystywanie paliw o niskiej zawartości związków węgla,
- zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- poprawa technologii,
- angażowanie w dobrowolne programy i projekty obniżania emisji.

Przykłady: stacje odzysku CO₂, zbiornik energii z układem odzysku, odzysk ciepła ze skraplania amoniaku do odparowania CO₂, spalanie biogazu.

Odzysk i recykling odpadów opakowaniowych

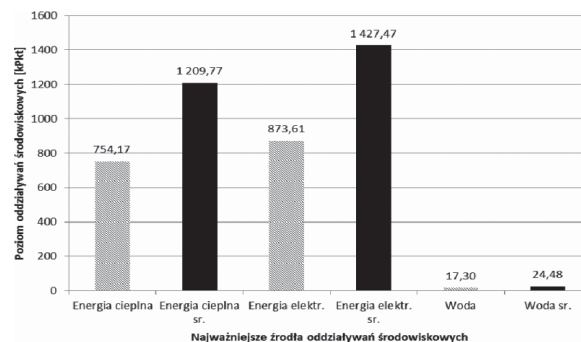
Stosowanie procesów odzysku opakowań (zwrotnych i bezzwrotnych) z rynku oraz zagospodarowanie produkcyjnych odpadów opakowaniowych. Założenia w roku 2011 w przypadku największego udziałowca rynku piwnego w Polsce przewidywały: odzysk i recykling odpadów powstających ze zużytych opakowań na poziomach wynoszących co najmniej: 46% dla opakowań ze szkła, 47% dla aluminium, 37% dla stali, 54% dla papieru i tektury, 19% dla tworzyw sztucznych, 15% dla drewna [Raport zrównoważonego rozwoju Kompanii Piwowarskiej, 2011].

Optymalizacja procesu gospodarki odpadami

Główne źródła odpadów w browarnictwie to procesy produkcyjne i opakowania produktów. Browary dążą do całkowitego wyeliminowania odpadów poprodukcyjnych. By to osiągnąć, ograniczają ogólny poziom odpadów przez odzysk i recykling. Stale poszukiwane są też sposoby ponownego wykorzystania odpadów w innych procesach. Odpady składają się głównie z organicznych produktów ubocznych procesu warzenia piwa, w tym wysłodzin, zużytych drożdży i pyłu słodowego. Odpady te są wykorzystywane w rolnictwie, przemyśle farmaceutycznym oraz kosmetycznym.

Przykłady zagospodarowanych odpadów produkcyjnych dotyczą: młóta, ziemi okrzemkowej, stłuczki szklanej, opakowań foliowych, papieru, tektury, puszek aluminiowych.

Własne analizy autora [Kłos i in., 2005; Kasprzak, 2012], obejmujące prośrodowiskową optymalizację procesów produkcyjnych w browarach i liniach rozlewniczych piwa, wskazują, iż praktyczne wdrożenie i utrzymywanie założeń gospodarki recykulacyjnej w browarach pozwoli na znaczące redukcje zużycia energii elektrycznej (do poziomu ok. 6 kWh·hl⁻¹ piwa), energii cieplnej (do poziomu ok. 65 MJ·hl⁻¹ piwa) i wody (do poziomu ok. 3,2 hl·hl⁻¹). W konsekwencji stosowania takich działań znacząco zmniejsza się również uciążliwość środowiskowa produkcji piwa, co (w wartościach punktowych wg metody LCA w ujęciu rocznej pracy linii rozlewniczej) ukazuje rys. 1.



Rys. 1. Porównanie 2 wariantów eksploatacji linii technologicznej do rozlewu piwa (wariant 1 ■ – eksploatacja prośrodowiskowa, wariant 2 ■ – średnie wartości zużycia mediów w browarnictwie) [opracowanie własne]

Podsumowanie i wnioski

Z informacji płynących z rynku piwowarskiego oraz analiz własnych wynika, iż wprowadzanie najlepszych dostępnych praktyk w piwowarstwie jest istotne ze środowiskowego punktu widzenia.

Zastosowane oszczędności w zużyciu mediów eksploatacyjnych w liniach rozlewniczych pozwalają na potencjalną redukcję oddziaływań środowiskowych średnio o ok. 1/3 (odpowiednio redukcję o ok. 38% w przypadku oddziaływań środowiskowych związanych z wykorzystaniem energii cieplnej, ok. 39% w przypadku oddziaływań środowiskowych związanych z wykorzystaniem energii elektrycznej oraz o ok. 29% w przypadku oddziaływań środowiskowych związanych ze zużyciem wody) [Kasprzak, 2012]. Stopień redukcji kosztów ekonomicznych (bez uwzględnienia nakładów inwestycyjnych) pozwalających na oszczędności w zużyciu mediów wynosi ok. 35% [Kasprzak, 2012].

Dostosowanie linii rozlewniczych do wymagań w zakresie niskich wartości oddziaływań środowiskowych najczęściej wymaga inwestycji w nowe linie technologiczne. Uwzględniając koszt zakupu takich linii można przyjąć, że oszczędności ekonomiczne, związane ze zmniejszeniem zapotrzebowania na media produkcyjne, zrównoważą koszt inwestycji po ok. 6 latach [Kasprzak, 2012].

LITERATURA

- Czeszewski K., 2010. Zwiększanie produkcji piwa przy wykorzystaniu mniejszej ilości wody na przykładzie Browaru Kompanii Piwowarskiej w Poznaniu. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, nr 10, 19-21
- GP, 2012. *Gazeta Prawna. W 2011 r spadła w Polsce produkcja wódki i wina, wrosła – piwa* (24.02.2012): http://biznes.gazetaprawna.pl/artykuly/588583_w_2011_r_spadla_w_polsce_produkcja_wodki_i_wina_wrosla_piwa.html
- Kasprzak J., 2012. Analiza środowiskowa procesów eksploatacyjnych maszyn i urządzeń przemysłu spożywczego. *Problemy eksploatacji* 1, 84, 177-186.
- Kłos Z., Kurczewski P., Kasprzak J., 2005. *Środowiskowe charakteryzowanie maszyn i urządzeń. Podstawy ekologiczne, metody i przykłady*. Wyd. Pol. Pozn., Poznań.
- Kunze W.: *Technologia piwa i siodu*, 1999. Wyd.VIII. Piwo-chmiel/VLB, Berlin
- Najlepsze dostępne techniki (BAT), 2005. *Wytyczne dla przemysłu piwowarskiego*. Wskazówki do wydawania pozwoleń zintegrowanych w Polsce, Ministerstwo Środowiska (05.2012): <http://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BAT%20-%20browary.pdf>
- Raport zrównoważonego rozwoju Kompanii Piwowarskiej, 2011: http://www.kp.pl/documents/article/kp_sd_raport_2011.pdf
- Steinhoff-Wrzeźniewska A., Strzelczyk M., Czyżyk F., 2011. Gospodarka materiałowo-odpadowa w przemyśle piwowarskim. *Nauka, Przyroda, Technologia*, 5, z. 4, nr 47, 1-7