

ALEKSANDRA STEINHOFF-WRZEŚNIEWSKA, MARIA STRZELCZYK, FRANCISZEK CZYŻYK

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Dolnośląski Ośrodek Badawczy

GOSPODARKA MATERIAŁOWO-ODPADOWA W PRZEMYSŁE PIWOWARSKIM*

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę gospodarki materiałowo-odpadowej siedmiu polskich browarów wykonaną na podstawie badań ankietowych. Stwierdzono, że zużycie wody oraz ilość powstających ścieków jest mała. Wskaźnik materiałochłonności całkowitej wynosi ok. 23 kg/hl wyprodukowanego piwa, odpady organiczne zagospodarowywane są w 100% na cele rolne, a pozostałe w sposób zgodny z prawem segregowane i przekazywane do utylizacji lub na składowiska. Stwierdzono, że gospodarka materiałowo-odpadowa prowadzona jest prawidłowo, a uzyskane małe wskaźniki materiałochłonności i odpadowości świadczą o wykorzystaniu w badanych browarach nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

Słowa kluczowe: browary, surowce, odpady

Wstęp

Piwo należy do najchętniej kupowanych napojów alkoholowych. Statystyczny Polak wypija rocznie ponad 90 l, co stawia go na piątym miejscu w Europie (www.browary-polskie.pl). Według danych GUS produkcja piwa ze słodu wyniosła w 2009 roku 36 235,8 tys. hl (GUS 2010). Roczne zużycie wody w produkcji napojów wynosiło w 2008 roku 21,5 hm³, z czego ponad 46% pobierała branża piwowarska. Zużycie wody do produkcji wyniosło w browarach 9,4 hm³, co stanowi 94% wody pobieranej przez browary. Prawie 58% ścieków (7 hm³) powstających przy produkcji napojów powstaje w produkcji piwa. Branża napojowa była odpowiedzialna za powstanie 1103,5 tys. ton odpadów w 2008 roku. Jednocześnie osiąga ona bardzo wysoki, 94% poziom odzysku odpadów (GUS 2010).

*Badania zostały przeprowadzone na zlecenie MRiRW. Autorzy dziękują zakładom piwowarskim za udział w badaniach.

Ponieważ w dostępnej literaturze brak jest aktualnych danych dotyczących zużycia materiałów, surowców oraz ilości odpadów powstających podczas produkcji piwa, podjęto badania, których celem była analiza gospodarki materiałowo-odpadowej polskich browarów na tle uzyskiwanych wyników produkcyjnych.

Metodyka

Materiałem badań były ankiety przeprowadzone w siedmiu browarach, obejmujące dane dotyczące wielkości produkcji, ilości przerobionego surowca oraz ilości zużytych materiałów i odpadów powstających w zakładzie, wraz ze sposobami ich zagospodarowania. Analizie poddano odpady charakterystyczne dla tej gałęzi przetwórstwa spożywczego. Zebrane dane obejmowały 4-letni okres produkcji (lata 2005-2008). W piwowarstwie ogólnie przyjętą oznaczeniową jednostką wielkości produkcji jest hektolitr piwa zapakowanego (o dowolnej zawartości alkoholu i ekstraktu), co zostało zastosowane w niniejszym artykule.

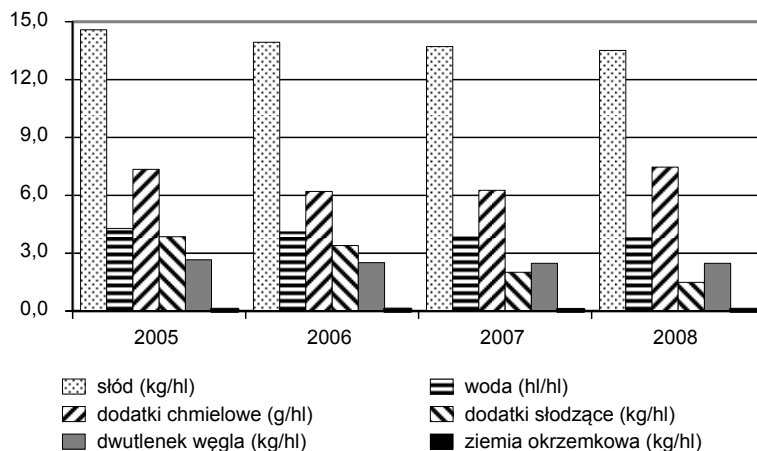
Wyniki

W badanych zakładach łączna produkcja piwa w latach 2005-2008 wahała się od 7 406 210 do 8 314 370 hl piwa. Browary te należą do przedsiębiorstw nowoczesnych, w których w ciągu ostatnich lat wprowadzono wiele najnowszych rozwiązań technicznych i technologicznych. Ze szczegółowych danych otrzymanych z browarów wynika, że najmniejsze zużycie wody wyniosło 3,8 a największe 6 hl/hl piwa (tab. 1). Analizy wykazały, że średnie zużycie wody w latach 2005-2008 wyniosło 4 hl/hl wyprodukowanego piwa. Na uwagę zasługuje spadek zużycia wody z 4,3 do 3,8 hl/hl (rys. 1) w kolejnych latach. Osiągnięty ponad 11% spadek zużycia wody jest szczególnie ważny z uwagi na to, że do produkcji piwa wykorzystuje się jej znaczne ilości (biorąc pod uwagę globalną produkcję). Drugim niezbędnym surowcem jest słód, którego zużycie w kolejnych latach malało i wyniosło od 14,6 do 13,5 kg. Niezbędnym dodatkiem jest

Tabela 1. Wartości minimalne i maksymalne zużycia wybranych surowców, materiałów i powstałych odpadów w poszczególnych zakładach produkcyjnych w latach 2005-2008

Table 1. Minimum and maximum consumption values of selected raw materials, materials and wastes formed in individual production plants, in the years 2005-2008

Materiał i jednostka	Minimum	Maksimum
Woda (hl/hl)	3,8	6,0
Ścieki (hl/hl)	2,1	3,7
Wysłodziny (kg/hl)	15,9	22,7
Osady filtracyjne (kg/hl)	0,55	2,61
Materiały eksploatacyjne (kg/hl)	0,02	0,04



Rys. 1. Zużycie podstawowych surowców i materiałów w przeliczeniu na hektolitr wyprodukowanego piwa w poszczególnych latach badawczych
 Fig. 1. Consumption of basic raw materials and materials expressed in hectolitres of beer produced, in the individual years of study

chmiel, który w produkcji piwa na skalę przemysłową stosowany jest w postaci ekstraktów. Średnie zużycie ekstraktów w latach 2005-2008 wynosiło średnio 6,8 g/hl. W zależności od gatunku piwa ilość dodatków słodzących jest różna. Wielkość zużycia w kolejnych latach spadała, a w ostatnim badanym roku obniżyła się o 60% w porównaniu do roku 2005 (rys. 1). Wśród niezbędnych do produkcji materiałów jest również ziemia krzemkowa (do filtracji) oraz CO₂. Zużycie tych materiałów nie różniło się zbytnio w kolejnych latach badań i wynosiło odpowiednio 0,1 kg/hl dla ziemi i 2,5 kg/hl CO₂ (rys. 1).

Sumaryczna ilość zużytych materiałów opakowaniowych wynosiła (średnio) 8,98 kg/hl. Ponad 50% stanowiły opakowania szklane. Ilość stosowanych opakowań z tworzyw sztucznych wynosiła średnio w ciągu 4 lat 0,18 kg/hl. Były to najczęściej folie typu stretch stosowane do owijarek, kapturki na keg oraz skrzynki na butelki (tab. 2).

Tabela 2. Średnie wskaźniki materiałochłonności i odpadowości materiałów opakowaniowych powstających w badanych zakładach (kg/hl)

Table 2. Average indexes of material consumption and waste of packing materials occurring in the plants studied (kg/hl)

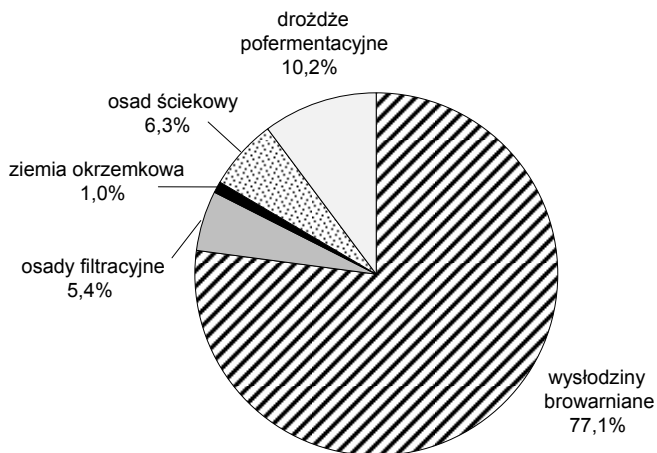
Wskaźnik	Opakowania z metalu	Opakowania z tworzyw sztucznych	Opakowania z papieru i tektury	Opakowania ze szkła
Materiałochłonność	2,48	0,18	0,67	5,65
Odpadowość	0,01	0,07	0,06	0,30

W trakcie produkcji na 1 hl wyprodukowanego piwa powstaje niewiele ponad 23 kg odpadów oraz 3 m³ ścieków (tab. 3). Odpady organiczne, bezpośrednio związane procesem produkcyjnym piwa, stanowią 87% całej masy odpadów. Wśród nich w największej ilości powstają wysłodziny browarniane (rys. 2). Szczegółowe dane dla poszczególnych zakładów wykazały, że zakres waha się od 15,9 do 22,7 kg/hl (tab. 1), a średni wskaźnik dla wysłodzin browarnianych wyniósł ok. 17 kg/hl (rys. 3). Oprócz wysłodzin powstają też osady filtracyjne w średniej ilości 1,22 kg/hl, a ich ilość spadała w kolejnych latach. Największa wartość wskaźnika dla tego odpadu stwierdzona w badanych browarach wyniosła 2,61 kg/hl (tab. 1). Na uwagę zasługuje obniżenie ilości osadów ściekowych z prawie 2,5 kg/hl do poniżej 1 w ciągu czterech lat (rys. 2). Ilość drożdży odpadowych utrzymuje się na podobnym poziomie i wynosi niespełna 2,5 kg/hl piwa (rys. 2). Oprócz wymienionych występują również odpady powstające w wyniku

Tabela 3. Ilość najważniejszych grup odpadów w zakładach piwowarskich (średnie dla zakładów w latach z lat 2005-2008) (kg/hl)

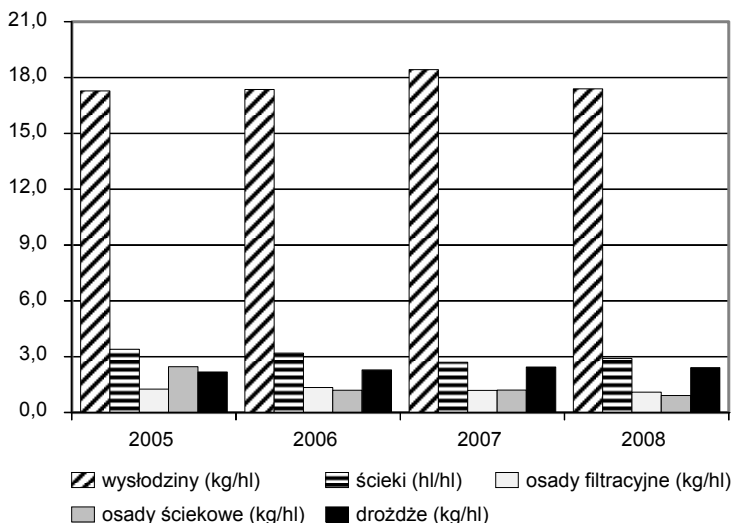
Table 3. Quantities of main groups of wastes in breweries (average for plants in the years 2005-2008) (kg/hl)

Grupy	2005	2006	2007	2008
Odpady opakowaniowe	0,59	0,48	0,46	0,45
Odpady organiczne	23,19	22,38	23,46	22,16
Odpady komunalne	0,17	0,14	0,14	0,05
Osady z dekarbonizacji wody	0,09	0,07	0,08	0,07
Złom i żelazo	0,03	0,02	0,03	0,01



Rys. 2. Struktura odpadów powstających w procesie produkcji piwa w badanych zakładach (kg/hl)

Fig. 2. Structure of wastes occurring in the process of beer production in the plants studied (kg/hl)



Rys. 3. Ilości ścieków (m^3/hl) i odpadów organicznych powstających w procesie produkcji piwa (kg/hl) w latach 2005-2008

Fig. 3. Quantities of sewage (m^3/hl) and organic wastes occurring in the process of beer production (kg/hl) in the years 2005-2008

eksploatacji urządzeń (złom, żarówki, zużyte oleje, czyszciva i inne), których ilość jest zmienna w poszczególnych latach. Zakres wielkości na jednostkę przeliczeniową wynosi w sumie od 0,02 do 0,04 kg/hl (tab. 1). Według informacji ankietowych są one segregowane selektywnie i przekazywane odbiorcom do wykorzystania. Odpadem przekazywanym na składowiska są odpady komunalne, których ilość systematycznie spada (tab. 3).

Dyskusja wyników

Produkcja artykułów spożywczych zużywa bardzo duże ilości wody. Najniższe wskaźniki wodochłonności i ściekogenności występują w branżach o jednym, dominującym produkcie, np. cukrownictwo, przemysł ziemniaczany (STRZELCZYK i STEINHOFF-WRZEŚNIEWSKA 2010). Analizowane zakłady browarskie zastosowały w praktyce nowoczesne systemy zarządzania produkcją, co znalazło odzwierciedlenie w niskich wskaźnikach produkcyjnych. Uzyskane wskaźniki wodochłonności są znacznie niższe niż w latach 90. ubiegłego wieku (FAPA 1997). Obecnie browary zużywają od 3,5 do 6 hl wody/hl piwa (BAT 2005). Uzyskana w analizach średnia 4 hl/hl pozwala zaliczyć gospodarkę wodą do oszczędnych. Zakres zmienności (2,1-3,7 hl/hl) ilości powstających ścieków i średnia ściekogenność w okresie 2005-2008 (3,05 hl/hl) pokazuje, że ilość tych ścieków jest na niskim poziomie w porównaniu do typowego zakresu zmienności podanego w BAT (2005) oraz REFERENCE... (2006). Należy podkreślić, że zużycie wody w branży browarniczej systematycznie spada. Jest to wynik stosowania systemów CIP – Cleaning in Place, zamkniętych obiegów wody, stosowania nowoczesnych, wo-

dooszczędnych systemów mycia butelek zwrotnych. Wskaźniki zużycia ziemi okrzemkowej i słoju (odpowiednio 0,1 i 13,9 kg/hl) do produkcji w porównaniu z danymi literaturowymi (BAT 2005, FAPA 1997, REFERENCE... 2006) wskazują na stosowanie najbardziej efektywnych, a przez to ekonomicznych technologii produkcji.

Dzięki zainwestowaniu w nowoczesne maszyny i urządzenia ilość stosowanej do filtracji ziemi okrzemkowej jest niewielka, a co za tym idzie, wielkość powstającego w wyniku jej stosowania odpadu również (MIELENIOWSKI 2010). W strukturze odpadów dominują wysłodziny browarniane, których ilość w analizowanych zakładach jest podobna do wartości podanych w najlepszych dostępnych technikach dla browarnictwa (BAT 2005) oraz w dokumencie Komisji Europejskiej (REFERENCE... 2006). Przemysł piwowarski współpracuje z odbiorcami odpadów produkcyjnych, które stały się cennym materiałem paszowym. Suma opakowań przypadająca na hektolitr piwa wynosi 8,98 kg. Dane z ankiet wykazały, że ponad 50% masy opakowań przypada na opakowania szklane. Duży udział związany jest z dużą masą jednostkową szkła (waga szklanej butelki o pojemności 0,5 litra to 317 g) w porównaniu z opakowaniami metalowymi (puszka metalowa 0,5 litra waży 20-34 g), w szczególności z aluminium. Warto podkreślić specyfikę polskiego rynku z dominacją puszek (47%) (IGRAS, 2009). Dla porównania w Niemczech 63,5% opakowań to butelki zwrotne (www.europeanbeerguide.net). Browary aktywnie się angażują w akcje wspierania odzysku opakowań szklanych oraz recyklingu opakowań metalowych, gdyż jak wykazały badania (GRUSZECKA i PAWEŁAS 2008) emisja dwutlenku węgla w łańcuchu wartości Peroni w 44% przypada na produkcję opakowań. Dlatego ważne jest ograniczenie ilości odpadów opakowaniowych. Ilość odpadów, takich jak: opakowaniowe, złom metalowy, odpady drewniane, wyniosła w badaniach 0,5 kg/hl i jest to wielkość zbliżona do danych z literatury 0,517-1,11 kg/hl piwa (REFERENCE... 2006).

Według informacji otrzymanych z browarów wysłodziny, drożdże pofermentacyjne, ziemia okrzemkowa, osady filtracyjne są w całości zagospodarowywane na cele rolne (pasze i dodatki do nich, dodatki do nawozów i kompostów). O ile odpady organiczne są przekazywane odbiorcom do dalszego wykorzystania, a różne wyselekcjonowane odpady odpowiednim firmom do recyklingu, o tyle odpady komunalne, jak wynika z ankiet, są przekazywane na składowiska. Dlatego cieszy obniżenie ilości odpadów komunalnych przypadających na hektolitr wyprodukowanego piwa.

Wnioski

1. Analizowane zakłady piwowarskie są nowoczesnymi zakładami produkcyjnymi, stosującymi najlepsze techniki, o czym świadczą małe wartości uzyskanych wskaźników zużycia surowców, materiałów i ilości powstających odpadów.

2. Browary prowadzą oszczędną gospodarkę wodą, ze średnim jej zużyciem na poziomie 4 hl wody na 1 hl oraz średnią produkcją ścieków 3,05 hl na 1 hl wyprodukowanego piwa.

3. Gospodarka odpadowa jest prowadzona w sposób planowany, o czym świadczy: zagospodarowanie odpadów bezpośrednio związanych z produkcją na cele rolne (100%), przekazywanie odpadów opakowaniowych do ponownego przetwarzania, niskie wskaźniki ilości odpadów przekazywanych na składowiska (0,13 kg/hl) oraz odpadów stałych poddawanych recyklingowi 0,5 kg/hl.

Literatura

- BAT, 2005. Najlepsze dostępne techniki. Wytyczne dla przemysłu piwowarskiego. Ministerstwo Środowiska.
- FAPA, 1997. Ochrona Środowiska w przemyśle piwowarskim. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa, Warszawa.
- GRUSZECKA K., PAWEŁAS A., 2008. Wpływ branży piwowarskiej na środowisko – od pola do sklepu. *Agro Przemysł* 6: 33-35.
- IGRAS A., 2009. Czarne chmury nad browarami. *Agro Przemysł* 2: 5-7.
- MIELENIEWSKI A., 2010. Optymalizacja zużycia energii i wody. *Agro Przemysł* 5: 52-53.
- OCHRONA Środowiska. 2010. GUS, Warszawa.
- PRODUKCJA wyrobów przemysłowych w 2009 r. 2010. GUS, Warszawa.
- REFERENCE document on best available techniques in food, drink and milk industries. 2006. European Commission: 202-210.
- STRZELCZYK M., STEINHOFF-WRZEŹNIEWSKA A., 2010. Indicators of water absorbability and quantity of wastewater formed in selected branches of food industry. *Polish J. Chem. Technol.* 12, 4: 6-10.
- www.browary-polskie.pl [dostęp: 31.05.2011].
- www.europeanbeerguide.net [dostęp: 31.05.2011].

MATERIAL AND WASTE MANAGEMENT IN BREWING INDUSTRY

Summary. Presented in the paper is an analysis of material and waste management in 7 Polish breweries performed on the basis of questionnaire surveys. On the basis of the results obtained, it was determined that consumption of water and amount of wastewater formed is low. Total material index amounts to approximately 23 kg/hl of beer produced, organic wastes are utilized up to 100% for agricultural purposes and the remainder segregated and delivered for utilization according to the law or to waste dump. On the basis of results obtained, it was determined that material and waste management conducted is proper and the low material-consumption and waste indexes signify the application of modern technological solutions in the breweries surveyed.

Key words: breweries, materials, wastes

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Aleksandra Steinhoff-Wrzeźniewska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Dolnośląski Ośrodek Badawczy, ul. Berlinga 7, 51-209 Wrocław, Poland, e-mail: aleksandra.sw@gmail.com

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

11.05.2011

Do cytowania – For citation:

*Steinhoff-Wrzeźniewska A., Strzelczyk M., Czyżyk F., 2011. Gospodarka materiałowo-odpadowa w przemyśle piwowarskim. *Nauka Przym. Technol.* 5, 4, #47.*