

Aleksandra Steinhoff-Wrześniewska¹,
Agnieszka Rajmund¹, Joanna Godzwon¹

ZUŻYCIE WODY W WYBRANYCH BRANŻACH PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO

Streszczenie. Zakłady przetwórstwa mięsnego i mlecznego zużywają największe ilości wody w branży przetwórstwa spożywczego. Wskaźniki zużycia wody w analizowanych zakładach mleczarskich wyniosły 3 l wody/l mleka surowego i były zbliżone do danych literaturowych. Wielkość uzyskanego wskaźnika w branży mleczarskiej nie zależała od ilości przerabianego w zakładzie mleka. W zakładach mięsnych stwierdzono tendencję do obniżania wielkości wskaźników zużycia wody w poszczególnych latach.

Słowa kluczowe: zużycie wody, mięso, mleko.

WSTĘP

Jednym z najważniejszych i najszybciej rozwijających się działów gospodarki w Polsce jest przemysł spożywczy. Udział tego sektora w wartości sprzedaży całego polskiego przemysłu wynosi około 24% i jest jednym z najwyższych w Europie. Rynek mięsa i mleka oraz ich przetworów są jednymi z większych segmentów rynku produktów żywnościowych. Ich łączna wartość stanowi ok. 40% rynku produktów żywnościowych [5, 7, 15]. Sektory te charakteryzują się również wysokim zapotrzebowaniem na media, zwłaszcza na wodę. Zakłady przetwórstwa przemysłowego w Polsce, pobrały w 2009 r., na potrzeby produkcji, 585,6 hm³ wody. Udział przetwórstwa spożywczego wyniósł 12,3% w tym 59,3% wody pobrały branże mleczarska i mięsna. Głównym źródłem wody dla zakładów mleczarskich i mięsnych są ujęcia własne. W 2008 r. 97% wody w zakładach mleczarskich pochodziło z ujęć własnych natomiast w zakładach mięsnych było to 78% [8] 2009. Zróżnicowanie zakładów pod względem wielkości produkcji oraz asortymentu, a także różnorodność stosowanych technologii powoduje różnice w ilości wykorzystywanej wody. W związku z brakiem aktualnych danych podjęto badania, których celem było określenie wskaźników zużycia wody w zakładach branży mleczarskiej i mięsnej.

¹ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Dolnośląski Ośrodek Badawczy we Wrocławiu, ul. Berlinga 7, 51-109 Wrocław, e-mail: aleksandra.sw@gmail.com, e-mail: agnieszka_rajmund@o2.pl, e-mail: godzwonj@gmail.com

WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Celem pracy było określenie wskaźników zużycia wody przez zakłady przetwórstwa mięsnego i mlecznego. Materiał do analiz stanowiły informacje uzyskane w wyniku badań ankietowych. Do badań zaproszono zakłady zróżnicowane pod względem wielkości produkcji i wytwarzanego asortymentu. Pytania ankietowe związane były z różnymi aspektami funkcjonowania zakładu. W części dotyczącej wody pytania dotyczyły ilości wody pobranej, sposobów ograniczania zużycia wody na terenie zakładu. Zebrane dane obejmowały 4 letni okres produkcji (lata 2005–2008). Otrzymane wyniki (wskaźniki) przedstawiono w litrach zużytej wody na litr surowca (mleka) – branża mleczarska oraz m³ wody na Mg surowca – branża mięsna.

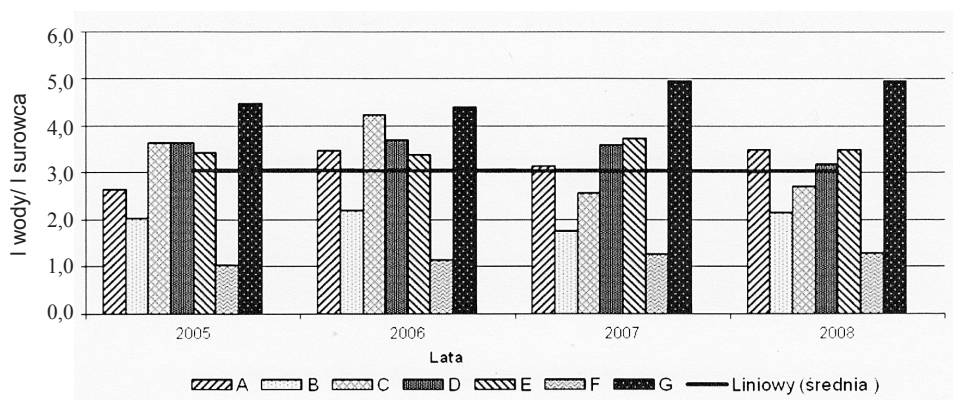
WYNIKI BADAŃ

Do badań zaproszono dziesięć zakładów mleczarskich, jednak po analizie otrzymanych ankiet jedynie 7 ankiet mogło zostać wykorzystanych do opracowań. Zakłady zostały oznaczone symbolami literowymi: A, B, C, D, E, F, G. Przedsiębiorstwa te różniły się zarówno pod względem wielkości (ilości przetworzonego surowca - mleka surowego) jak i asortymentu produktowego. Zakład największy (A) przerabiał pięciokrotnie więcej mleka surowego niż zakład najmniejszy (C). Asortyment przedsiębiorstw obejmował najbardziej popularne produkty: masło, mleko spożywcze, sery twarde, sery twarogowe, napoje mleczne, śmietany i śmietanki. Niektóre zakłady produkowały również mleko w proszku, serwatki (płynne i w proszku) (tab. 1). Z otrzymanych danych obliczono wskaźniki zużycia wody, które w analizowanych zakładach mleczarskich wahały się w zakresie od 1,2–4,7 l wody/litr mleka surowego (tab. 2). Najniższe wartości wskaźników, w ciągu czterech kolejnych lat badań, uzyskały zakłady B i F o podobnej strukturze asortymentowej i wielkości produkcji. W zakładach A, C, D, E, wskaźniki zużycia wody były zbliżone i wynosiły od 3,2 do 3,5 l/l mleka. Zakłady A i E należą do liderów rynku mleczarskiego w Polsce, charakteryzowały się bardzo rozbudowanym asortymentem produkcji, który wpływał na konieczność stosowania zróżnicowanych technologii oraz na wielkość zużycia wody. W przypadku zakładu C widoczne jest znaczne obniżenie wartości wskaźnika zużycia wody (z 4,2 do 2,7 l/l mleka) w analizowanym okresie natomiast w jednym z najmniejszych zakładów (F) oraz największym (A) następował wzrost zużycia wody (rys. 1).

Zakłady przetwórstwa mięsnego (zróżnicowane pod względem wielkości – ilości przerobionego surowca) podzielono na dwie grupy. W pierwszej grupie (zakłady o symbolach: A, B, C, D, E) znalazły się przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem i sprzedażą mięsa, które nie prowadzą uboju zwierząt. Do drugiej grupy (F, G, H, I, J) zaliczono zakłady, które dodatkowo prowadziły ubojnię. Wszystkie analizowane zakłady przerabiały jedynie mięso wołowe i wieprzowe. Wielkość wskaźników zużycia wody w analizowanych zakładach wahała się od 5,3 do 19,2 m³/Mg surowca.

Tabela 1. Struktura produktowa zakładów (%) – produkty płynne stałe**Table 1.** Structure of liquid and products (%)

Zakłady (Dairy plants)	Struktura produktowa zakładów (%) – produkty płynne; Structure of liquid products (%)				Struktura produktowa zakładów (%) – produkty stałe Structure of solid products (%)					
	mleko spożywcze (milk)	napoje mleczne (liquid products – yoghurt, buttermilk)	Śmietana (sour cream)	serwatka w płynie (liquid whey)	masło (butter)	sery żółte (cheese)	serwatka w proszku (powder whey)	mleko w proszku (milk powder)	twarogi (curds)	maślanka w proszku (powder buttermilk)
A	42	51	7	–	–	54	42	5	–	–
B	90	2	8	–	44	–	–	48	8	–
C	51	30	19	–	15	33	–	52	–	–
D	59	26	15	–	100	–	–	–	–	–
E	86	–	9	5	23	36	27	11	–	3
F	88	4	8	–	18	82	–	–	–	–
G	63	33	4	–	–	–	–	–	100	–

**Rys. 1.** Zużycie wody w zakładach przetwórstwa mleka w l wody/l surowca (mleka surowego), w latach 2005–2008, A-G symbole zakładów**Fig. 1.** Water consumption indicator (l water / l processed milk) in dairy plants (A-G), years 2005–2008

Średnia wartość wskaźnika dla pierwszej grupy wyniosła 9 m³/Mg surowca i była o 3,5 m³ niższa niż w grupie drugiej. W kolejnych latach badań zauważalna jest tendencja do zmniejszania zużycia wody w zakładach branży mięsnej. Zakłady B, D, G i J to przedsiębiorstwa znacznie różniące się wielkością produkcji, które najlepiej

Tabela 2. Ilość przetworzonego mleka surowego [mln l], wskaźnik zużycia wody [l wody/l surowca], średnie dla lat 2005-2008**Table 2.** The amount of raw milk processed [million liters], average (2005–2008)

Zakłady; Plants	A	B	C	D	E	F	G
*	222,175	151,94	42,869	64,973	194,842	43,8	65,8
**	3,2	2	3,5	3,5	3,5	1,2	4,7

* Ilość mleka surowego przerabianego przez zakład w roku (średnia za lata 2005–2008 w mln litrów).

* Amount of milk processed in analyzed plants, average 2005–2008.

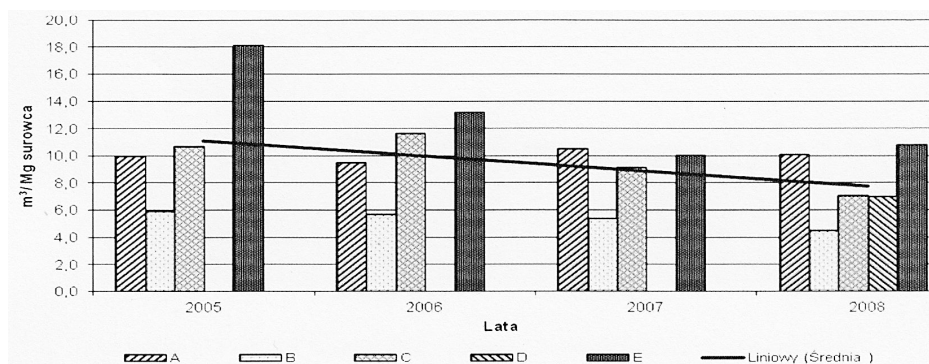
** Wskaźnik zużycia wody w l/l mleka surowego (średnia z lat 2005–2008).

** Water consumption indicator [l water/ l milk processed] in plants, (average for 2005–2008).

Tabela 3. Ilość przerobionego surowca (tyś. ton), wskaźnik zużycia wody [m^3/Mg surowca] w badanych zakładach (średnia z lat 2005–2005), A-G symbole zakładów**Table 3.** The Mount of meat processed in analyzed plants, water consumption indicator [m^3 of water / Mg meat processing], average 2005–2008

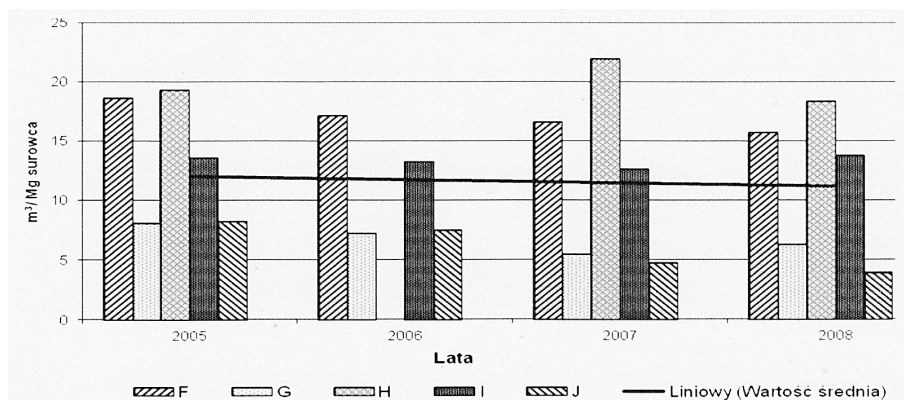
	Zakłady; Plants	A	B	C	D	E
	Mg	14200	12958,1	4152,8	6659,5	7416,8
Przetwórstwo; Meat processing	Wskaźnik zużycia wody w m^3/Mg surowca; Water consumption indicato m^3 / Mg of raw material	10,0	5,3	9,6	6,9	13,0
Ubój i przetwórstwo; Slaughter and meat processing	Zakłady; Plants	F	G	H	I	J
	Mg	9846,3	6863,5	7605,7	45556,8	456,3
	Wskaźnik zużycia wody w m^3/Mg surowca; Water consumption indicato m^3/Mg of raw material	17,0	6,8	19,2	13,2	6,1

gospodarowały wodą i osiągnęły wskaźniki w granicach 5,3 do 6,9 m^3/Mg surowca (tab. 3). Analiza zużycia wody, w poszczególnych latach wskazuje, że w zakładach B, C i E następowało stopniowe obniżanie zużycia. Najbardziej zauważalne zmniejszenie zużycia wody było w ostatnim przypadku (E) i wyniosło w ciągu czterech lat około 8 m^3/Mg (rys. 2). Zakład D podał wielkości zużycia wody jedynie dla roku 2008, nie jest więc możliwe prześledzenie zmian w użytkowaniu wody na przestrzeni lat. Mieszany charakter prowadzonej działalności gospodarczej (ubój i przetwórstwo) wpływa na wyższe wskaźniki zużycia wody (rodzaj wykonywanych czynności oraz rygory weterynaryjne wymuszają dodatkowe czynności zwiększające zużycie). Różnica między zakładem „najlepszym” i „najgorszym” w drugiej grupie wynosi aż 13 m^3/Mg surowca. W zakładach F, G, następował systematyczny spadek zużycia wody, który wyniósł między rokiem 2005 a 2008 odpowiednio dla zakładów 15,6%, 22%. W zakładzie J (o najmniejszej ilości przerobionego surowca) w analogicznym



Rys. 2. Wskaźnik zużycia wody w zakładach przetwórstwa mięsa ($\text{m}^3\text{wody}/\text{Mg}$ surowca) A-E – symbole zakładów.

Fig. 2. Water consumption (m^3 of water/ Mg of raw material), A-E – symbols of meat processing plants



Rys. 3. Wskaźnik zużycia wody w zakładach przetwórstwa i uboju mięsa, ($\text{m}^3\text{wody}/\text{Mg}$ surowca) F-J – symbole zakładów

Fig. 3. Water consumption (m^3 of water/ Mg of raw material) F-J – symbols of meat processing and slaughter plants

okresie obniżenie zużycia wody wynosiło 50%. W zakładzie oznaczonym symbolem I zużycie wody w ciągu czterech analizowanych lat miało stały poziom i wynosiło ok. $13 \text{ m}^3/\text{Mg}$ surowca.

DYSKUSJA

W związku z przeważającym udziałem branży mleczarskiej i mięsnej w poborze wody przez przetwórstwo spożywcze informacje na temat zużycia wody w tym dziale są szczególnie istotne. Dzięki systematycznemu podejściu do kontroli zużycia wody

można osiągnąć oszczędności rzędu 20-50% wody, co może dać w efekcie wzrost zysków o 10% [3]. Dane literaturowe dla branży mleczarskiej podają, że zużycie w wody w przeliczeniu na litr mleka surowego może wahać się w bardzo szerokich granicach 0,2-20 l/l surowca i jest zależne od rodzaju produktu końcowego. Do najbardziej wodochłonnych należą: mleko w proszku, sery, lody [1, 4, 7, 10, 13]. Zużycie jest też zależne od pory roku, przy czym jest ono nieco wyższe zimą [16]. Jak wykazała Hadryjańska [9], także wielkość zakładu może mieć wpływ na zużycie wody, gdyż większe przedsiębiorstwa mają wyższy potencjał we wprowadzaniu nowoczesnych technologii proekologicznych, także związanych z ograniczaniem zużycia wody i ilości powstających ścieków. Analizowane w badaniach własnych zakłady mleczarskie uzyskały wartości wskaźników, które znajdują potwierdzenie w danych z literatury. Uważa się jednak [2], że technicznie osiągalne jest zużycie na poziomie 0,8-1,1 l wody/l surowego mleka i w świetle tych danych analizowane zakłady powinny wprowadzać rozwiązania techniczne w celu ograniczenia zużycia wody. Uzyskane wyniki bań własnych wskazują, że w porównaniu do informacji zawartych w literaturze oraz średniej obliczonej na podstawie danych GUS (tab. 4) jedynie dwa spośród analizowanych zakładów (B i F) miały niższe zużycie wody w przeliczeniu na litr surowca. W najgorszej sytuacji był zakład G, dla którego wielkość wskaźnika wyniosł 4,7 l/l surowca. Mimo, że autorzy [1, 10] podają, że zużycie wody może sięgać nawet do 15 l wody/litr surowca to wynik tego zakładu G uznać trzeba za zbyt wysoki. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że z wyjątkiem zakładu G, wszystkie pozostałe mają wskaźniki na poziomie dolnych wartości jakie zamieszczane są w literaturze. W branży mleczarskiej o zużyciu wody decyduje w bardzo dużym stopniu wytwarzany asortyment produkcji [2, 10, 13]. Widać to na przykładzie zakładów A i E, które mają wiele różnych produktów w ofercie i wskaźniki na wysokim (w analizowanej grupie zakładów) poziomie - 3,5 l/l surowca. Wyższe wskaźniki zużycia wody w tych zakładach wiążą się z produkcją mleka w proszku, którego proces produkcji wymaga największych ilości wody.

Duże zużycie wody w branży mięsnej wynika z konieczności stosowania się do wymagań przepisów weterynaryjnych i braku możliwości zwracania wody do obiegu. Wśród zakładów mięsnych najkorzystniejsze wskaźniki zużycia wody uzyskały zakłady: B, D, G i J. Wielkość tych wskaźników odpowiada danym literaturowym. Według [10, 12, 13, 15] zużycie w zakładach mięsnych wynosi średnio 1,6-9 m³/Mg surowca. Podobne wielkości uzyskano wykorzystując dane GUS (tab. 4). Jednak dane zawarte w dokumencie [11] wykazały zużycie wody przy uboju: trzody 1,5-10 m³/Mg surowca, a bydła 2,5-40 m³/Mg surowca. Wyniki - wskaźniki zużycia wody pozostałych analizowanych zakładów mięsnych były wyższe i lecz jak podaje [16] wartości 5-16 m³/Mg surowca są często spotykane w zakładach branży mięsnej. Według [12], za możliwe do osiągnięcia wskazano wartości 3-6 m³/Mg surowca. Szczególnie korzystny wskaźnik, osiągnięty w roku 2008 przez zakład J (3,9 m³/Mg surowca), uzyskano dzięki zaangażowaniu pracowników. Rodzinny charakter zakładu i szkolenie pracowników (członków rodziny) pozwoliło na otrzymanie dużego spadku zużycia wody. Zakład

ten, różnił się od pozostałych tym, że prowadzono tylko ubój trzody chlewnej. Według danych sektora spożywczego [15] ubój bydła wymaga około 2 m³ wody więcej na tonę surowca niż ubój trzody. Z informacji zawartych w ankietach innym sposobem ograniczenia zużycia wody (do mycia zwierząt przed ubojem), było zastosowanie w zakładach G i J wyższych opłat dla dostawców żywca, którego właściciel zadbał o odpowiednią czystość zwierząt. Pozwoliło to na ograniczenie zużycia wody podczas czynności przedubojowych.

Ankietowane zakłady mleczarskie i mięsne wskazały dwie drogi ograniczania zużycia wody w zakładzie. Jedna związana jest z rozwiązaniami technicznymi i technologicznymi, druga natomiast związana z czynnikiem ludzkim. Wymieniono następujące sposoby ograniczania zużycia wody w zakładach: stosowanie zamkniętych systemów obiegu wody regularne kontrole szczelności systemu obiegu wody, montaż czujników pływakowych, montaż czujników kontroli ciśnienia – przepływ przez kran - wzrost z 10 do 30 l wody/min. przy wzroście ciśnienia z 3-5 barów; kontrola szczelności obudowy rur parowych; rozsądne gospodarowanie wodą „wzbogaconą – ulepszoną” np.: chlorowaną, zmiękczoną; stosowanie systemu CIP – clearing-in-place, sprzątanie powierzchni najpierw na sucho (zamiatanie), stosowanie myjek ciśnieniowych, zamgławianie zamiast opryskiwania pomieszczeń przy dezynfekcji, cotygodniowa kontrola wielkości zużycia wody, przygotowanie procedur w przypadku awarii. Konieczne jest szkolenie i motywowanie pracowników do działań związanych z oszczędzaniem wody poza liniami technologicznymi tj. łaźnie, pralnie, sanitariaty, myjnie samochodów. Ważnym elementem funkcjonowania zakładu jest przygotowanie odpowiednich procedur prowadzących do uzyskania zamierzonych oszczędności. W zakładzie D przygotowano schemat organizacyjny szczegółowo definiujący cele i zadania: (obniżenie zużycia wody do poziomu 0,0065 m³/kg asortymentu i utrzymanie tego poziomu), koszt realizacji zadania, konkretny termin - ostateczna data końcowa, osoba odpowiedzialna personalnie: główny technolog na linii technologicznej, kierownicy działów gdzie następują pobory wody, kierownik działu utrzymania ruchu całego zakładu. Jest to niezbędne, jak podkreślano w ankiecie, aby uzyskać maksymalny zamierzony efekt w najkrótszym czasie.

WNIOSKI

1. Średni wskaźnik zużycia wody w zakładach mleczarskich wyniósł 3 l wody/litr surowca (mleka surowego) i nie zależał od wielkości zakładu (ilości przetworzonego mleka).
2. Zużycie wody w zakładach mięsnych maleje a wielkość zużycia nie zależy od ilości przerabianego surowca.
3. Zakłady mięsne prowadzące ubój i przetwórstwo mięsa wykorzystują większe ilości wody (12,5 m³/Mg surowca) niż zakłady prowadzące tylko przetwórstwo mięsa (9 m³/Mg surowca).

PIŚMIENNICTWO

1. Anielak A. 2008. Gospodarka wodno-ściekowa przemysłu mleczarskiego. *AgroPrzemysł*, 2: 57-59.
2. BAT, 2005. Najlepsze dostępne techniki. Wytyczne dla branży mleczarskiej. Ministerstwo Środowiska: 1-46.
3. Benchmarking water use in dairies. Dairy UK. *Envirowise*: 1-23.
4. Cleaner production assessment in dairy processing. 2000. UNEP. http://www.unep.org/publications/search/pub_details_s.asp
5. Departament Informacji Gospodarczej Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych. http://www.paiz.gov.pl/o_agencji/departamenty/departament_informacji_gospodarczej
6. Drożdż Jadwiga. 2009 Liderzy przetwórstwa produktów zwierzęcych. *Gospodarka Przedsiębiorstwa*, 3: 14-16.
7. Environmental impacts of food production and consumption. 2006, Final report to the Department for Environment food and Rural Development. <http://www.ifr.ac.uk/waste/Reports/DEFRA>
8. GUS. 2009. Ochrona Środowiska. 2006-2009.
9. Hadryjańska B., 2008. Pro-ecological activities of dairy firms in Wielkopolska as a factor of their competitive position. *J. Agribus. Rural Dev.* 4(10): 25-35.
10. Ochrona środowiska w przemyśle mleczarskim. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa (FAPA). 1998: 1-144.
11. Ochrona środowiska w przemyśle spożywczym. Standardy środowiskowe. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa (FAPA). 1998: 1-128.
12. Pollution Prevention and Abatement. Handbook world bank group effective J. 1998. Meat Processing and Rendering. www.scribd.com/.../Pollution-Prevention-and-Abatement-Handbook.
13. Reference document on best available techniques in food, drink and milk industries. 2006. Europea Commission: 202-210.
14. Sector Performance Review 2010 Slaughterhouses and Animal By-Products Industries Environment Agency: 2-164.
15. Sektor spożywczy w Polsce, 2011, Warszawa <http://www.paiz.gov.pl/files>
16. Wojdalski J., Dróżdż B., Brocki H. 2008. Effectiveness of electric al energy and water consumption in a small-size dairy processing plant. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln.- OL PAN*: 303-309.
17. Wytyczne w zakresie wykorzystania produktów ubocznych oraz zalecanego postępowania z odpadami w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym. 2010. MRiRW: 1-102.

PENETRATION OF NITROGEN INTO WATER AS A RESULT OF FERTILIZATION OF LIGHT SOIL

Abstract

The studies covered the branches: milk industry, meat processing and slaughterhouses. Performed in the paper were analyses of water consumption Comparison of water management in two branches showed that the highest water absorbability is in meat processing and slaughterhouses. The values obtained for meat industry indicate that it is the least diversified branch. Water consumption in the plants under study amounted from 1,2-4,7 m³/Mg for milk industry and 10,75 m³/Mg (average) for meat branches.

Keywords: water consumption, milk, water