

**Bogusław CZUPRYŃSKI, Katarzyna KOTARSKA**

e-mail: czuprynski@spg-ibprs.pl

Samodzielna Pracownia Gorzelnicza w Bydgoszczy, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Warszawa

## Recykulacja i sposoby zagospodarowania wywaru gorzelniczego

### Wstęp

W gorzelnii rolniczej otrzymuje się obok spirytusu surowego wywar, którego ilość przekracza 12-krotnie ilość wyprodukowanego spirytusu. Ze względu na bogactwo składników mineralnych (0,3–0,8%), wysoką zawartość aminokwasów egzogennych, dużą zawartość witamin z grupy B, wartość laktogenną i dietetyczną oraz korzystny stosunek białka do jednostek owsianych (wywar żytni 1:2,75; pszeniczny 1:2,04; kukurydziany 1:2,46) przeznaczony może być na cele paszowe [1]. Wywar stosowany bezpośrednio do żywienia zwierząt nie powinien zawierać więcej niż 0,05% alkoholu, a jego kwasowość wyrażona w jednostkach *pH* nie może być niższa niż 4,3. Skarmianie wywarem kwaśnym prowadzi do zaburzeń trawiennych, objawiających się między innymi pękaniem pęcin zwierząt (bydła).

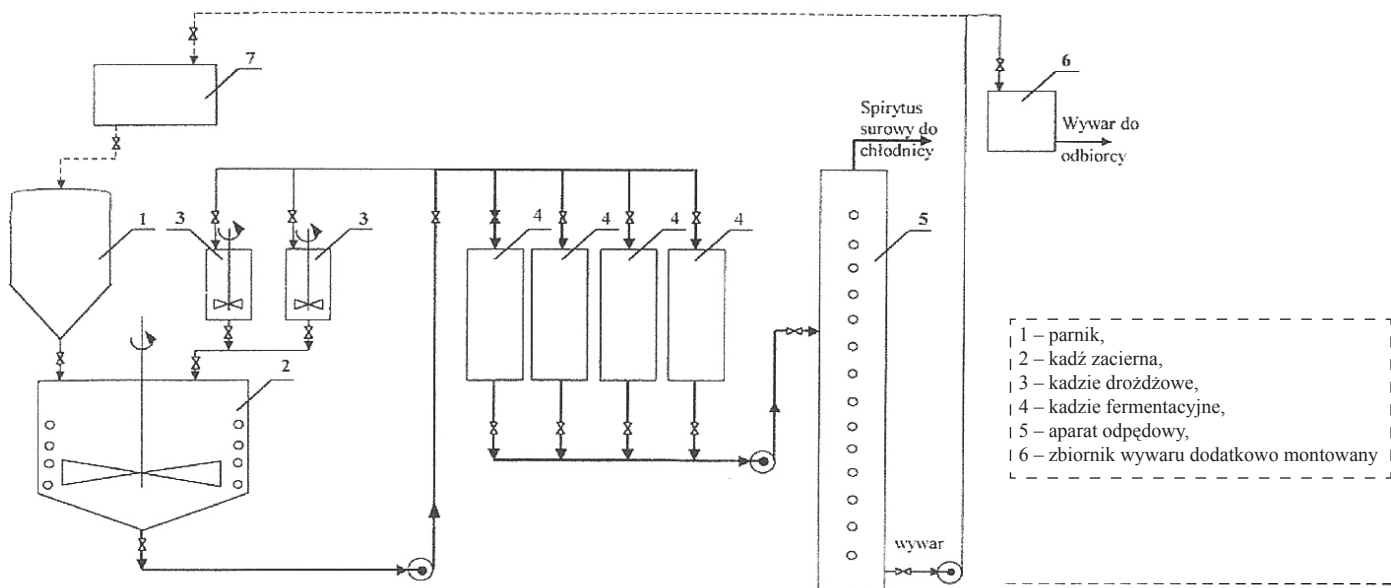
Wywar płynny uzyskany bezpośrednio po produkcji zawiera 5–8% suchej masy. Okres jego przydatności jest bardzo krótki z uwagi na możliwość rozwoju niepożądanego mikroflory bakteryjnej i grzybowej. Sposobem konserwacji wywaru po oddzieleniu frakcji płynnej jest m.in. suszenie. Suszony wywar z substancjami rozpuszczalnymi określany jest skrótem DDGS (*Distiller's Dried Grains with Solubles*). Głównym producentem DDGS są Stany Zjednoczone, gdzie rocznie uzyskuje się od 3,2 do 3,5 mln ton suszonego wywaru. Produkt ten w 98% produkowany jest w dużych zakładach, a tylko 1–2% w małych gorzelniach.

DDGS produkowany jest w postaci sypkiej, płatków i pelletu, o barwie od jasnobejowej do żółtej (w zależności od użytego surowca). W USA w 80% zużywany jest w żywieniu zwierząt, gdyż charakteryzuje się dużą zawartością białka (ok. 30%) i tłuszczu (ok. 10%) oraz wapnia: 0,07%, fosforu: 0,77% i potasu: 1,01%. Zawartość tłuszczu, aminokwasów, soli mineralnych i witamin jest w DDGS 3-krotnie wyższa niż w ziarnie kukurydzy [2].

W związku z istniejącymi nadwyżkami wywaru gorzelniczego trudno go w całości zagospodarować na cele paszowe, wobec czego dla przedłużenia jego trwałości można poddać go procesowi zakiszania lub fermentacji metanowej. Biogaz jest produktem fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawierających celulozę, białko, węglowodany, skrobię i inne [3]. Metan, główny składnik biogazu jest doskonałym źródłem energii odnawialnej, używanym na całym świecie do różnorodnych zastosowań, przede wszystkim jednak do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Uzyskiwanie energii w procesie produkcji biogazu nie wiąże się z obniżeniem zasobów energii naturalnej czerpanej ze złóż.

### Wyniki badań

Podwyższenie wartości pokarmowej wywaru uzyskano w wyniku wprowadzenia do parnika zamiast wody – wywaru żytniego, niesączonego i jego 10-krotnej recykulacji (Rys. 1).



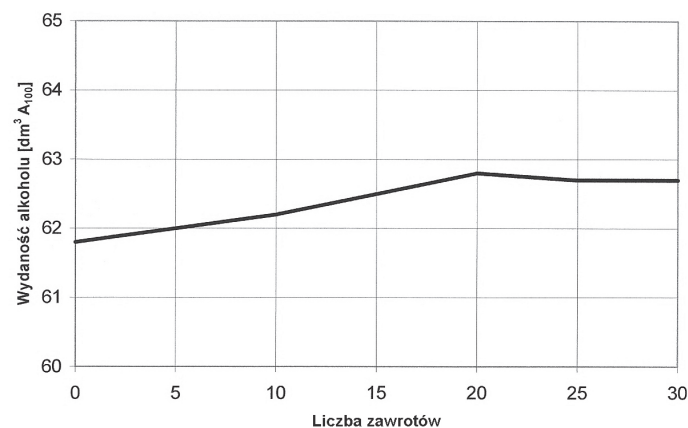
Rys. 1. Schemat technologiczny gorzelnicy z zawracanym wywarem

W badaniach, przeprowadzonych w *Samodzielnej Pracowni Gorzelniczej IBPRS* w Bydgoszczy, uzyskano podwyższenie suchej masy o około 80%, białka o ok. 76% oraz lizyny o 74%, (Tab. 1).

Tab. 1. Zestawienie średnich wyników paszowej analizy standardowej wywaru żytniego w zależności od liczby zawrotów

Liczba zawrotów wywaru	Sucha masa [%]	Białko ogólne [%]	Tłuszcz surowy [%]	Włókno surowe [%]	Popiół surowy [%]	Substancje bezazotowe wyciągowe
0	6,10	1,63	0,53	0,59	0,35	3,04
5	12,25	2,87	0,69	1,09	0,89	6,52
10	12,40	2,79	0,82	0,98	0,85	6,96
15	12,60	2,88	0,86	0,98	0,78	7,08
20	12,10	2,88	0,87	0,99	0,86	6,50
25	12,00	2,52	0,77	0,94	0,79	6,98
30	13,50	2,67	0,56	0,91	0,97	8,39

Ponadto przy zastosowaniu tej technologii związanej z recyrkulacją wywaru zbożowego zmniejszają się koszty transportu, skracą się czas parowania surowca (ok. 20 minut), oszczędza się wodę i energię oraz uzyskuje się (Rys. 2) wzrost wydajności spirytusu ze 100 kg skrobi o ok. 1 dm<sup>3</sup> [4].



Rys. 2. Zależność wydajności alkoholu od liczby zawrotów wywaru

W wyniku zagęszczenia wywaru na wirówkach lub prasach filtracyjnych uzyskuje się frakcję gęstą, tj. od 25,0 do 30% s.m. oraz rzadką, tj. odciek, ok. 3,5% s.m. Odciek odprowadzany jest na wyparce, w ostatecz-

ności otrzymując koncentrat o zawartości ok. 45% s.m. i czystą wodę, która jest zawracana do produkcji. Frakcję gęstą z wirówki i koncentrat z wyparki suszy się w suszarce bębnowej (90–94% s.m.), (Rys. 3).



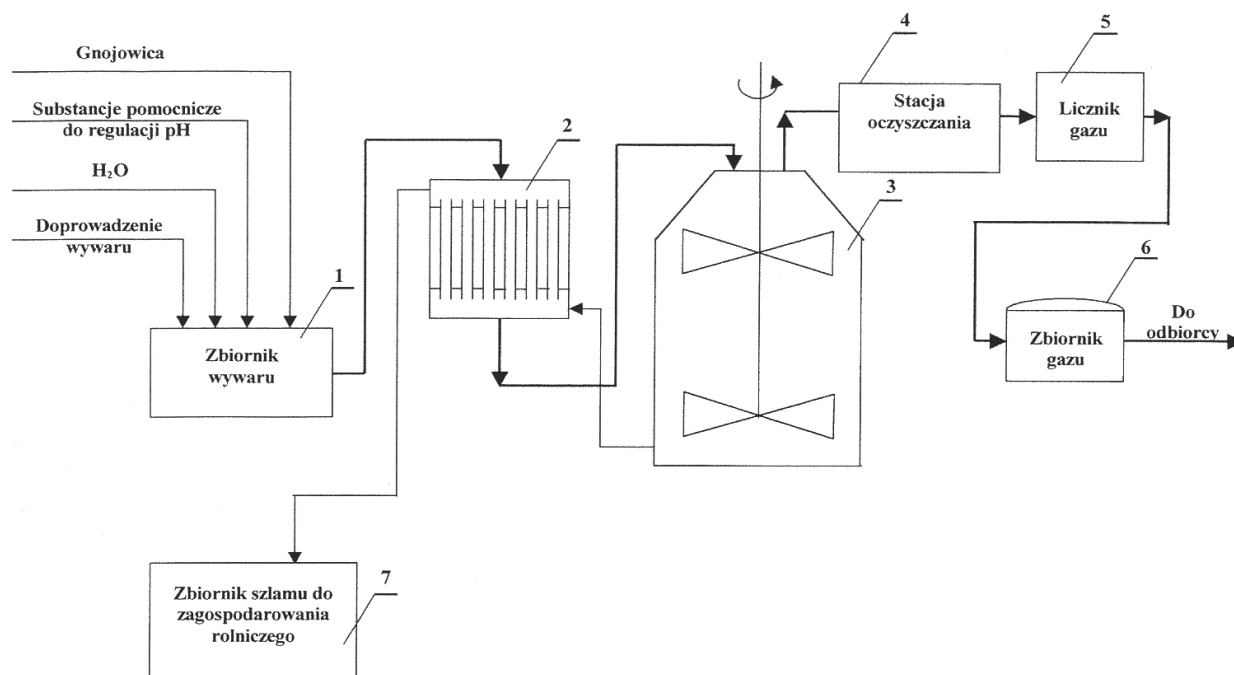
Rys. 3. Suszarka bębnowa zainstalowana na terenie gorzelnicy

W nowoczesnych gorzelniach frakcja płynna, bogata w witaminy, składniki mineralne i tłuszcz, zagęszczana jest w wyparkach próżniowych do konsystencji syropu i następnie suszona wraz z wywarem. Czysta woda (kondensat) z wyparek zawracana jest powtórnie do produkcji. Kondensat z wyparek zawierający 45% s.m. suszony jest w suszarce bębnowej. Otrzymuje się susz wywarowy o zawartości od 90 do 94% s.m., [2].

Metodą przedłużenia trwałości wywaru i jednoczesnego jego zagospodarowania jest zakiszanie. W *Samodzielnej Pracowni Gorzelniczej* w Bydgoszczy opracowano technologię konserwacji wywaru gorzelniczego, pozwalającą na przechowywanie go przez okres 6 miesięcy, przy ograniczonych stratach składników pokarmowych.

Badania prowadzono w skali półtechnicznej na terenie gorzelnicy *Silno*. Wyprodukowano cztery rodzaje kiszonek w szczelnych, betonowych silosach o pojemności 1 m<sup>3</sup> i poddano je ocenie pod względem jakości i wartości pokarmowej. Kiszonki o składzie: 64–76% żytniego wywaru gorzelniczego, 17–30% melasy i 6–7% słomy – przez cały okres 6-miesięcznego przechowywania charakteryzowały się dobrymi właściwościami organoleptycznymi i uzyskały bardzo dobre oceny w skali *Fliega-Zimmera*.

Stwierdzono zupełny brak kwasu masłowego oraz prawidłowe pH od 3,8 do 4,3. Zawartość kwasu mlekowego stanowiła od 74% do 81% sumy wszystkich kwasów organicznych. Wartość pokarmowa kiszonek wynosiła średnio od 0,99 do 1,02 jednostek owsianych (j.o.). Zakiszając



Rys. 4. Schemat technologiczny produkcji biogazu z wywarów gorzelnicznych: 1 – zbiornik wywaru, 2 – wymiennik ciepła, 3 – komora fermentacyjna, 4 – stacja oczyszczania, 5 – licznik gazu, 6 – zbiornik gazu, 7 – zbiornik szlamu

wywar gorzelniczny i słomę przy udziale średnio 17–30% melasy można zagospodarować znaczną ilość wywaru na cele paszowe, (ok. 11 kg wywaru/kg słomy) oraz przedłużyć trwałość wywaru do kilku miesięcy, przy ograniczonych stratach wartości pokarmowej i niskim nakładzie energii [5].

Z uwagi na trudności związane z zagospodarowaniem bardzo dużych ilości wywaru gorzelnicznego, rozpoczęto badania nad możliwością wykorzystania tych nadwyżek do produkcji paliwa proekologicznego – biogazu. Z każdego kilograma suchej masy wywaru można otrzymać ok. 300 litrów biogazu. Wartość opałowa 1 m<sup>3</sup> biogazu równoważy wartość opałową 0,6 litra oleju opałowego.

Bakterie powodujące fermentację rozwijają się w wąskim przedziale temperatur od 33 do 38°C (bakterie mezofilne) i od 55 do 65°C (bakterie termofilne). Fermentacja metanowa prowadzona jest w zaizolowanych komorach fermentacyjnych. W prawidłowo prowadzonym procesie fermentacji głównym składnikiem biogazu jest metan (do 60%), pozostałość to ditlenek węgla. Z 1 kg substancji organicznej otrzymuje się około 0,4 m<sup>3</sup> biogazu, który ma wartość opałową od 16,8 MJ/m<sup>3</sup> do 23 MJ/m<sup>3</sup>. Energia zawarta w 1 m<sup>3</sup> takiego gazu odpowiada energii zawartej w: 0,93 m<sup>3</sup> gazu ziemnego; 1 dm<sup>3</sup> oleju napędowego; 1,25 kg węgla. Należy zwrócić również uwagę na fakt, że produkcja biogazu ma pozytywny aspekt w odniesieniu do oddziaływania na stan środowiska naturalnego. Po zakończeniu produkcji biogazu w komorach fermentacyjnych pozostaje jako odpad substancja mająca walory wysokohumusowego nawozu. Jest on całkowicie bezwonny i zawiera praktycznie cały azot w formie organicznej lub amoniakalnej w przetwarzanym podłożu.

Poddając fermentacji wywar zawierający 89 g suchej substancji w 1 dm<sup>3</sup> i wykazujący ChZT 68 g O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> można uzyskać redukcję ChZT wynoszącą 55% oraz ok. 20 m<sup>3</sup> biogazu z 1 m<sup>3</sup> wywaru a także biomasę zawierającą 300–800 mg witaminy B<sub>12</sub> [6]. Redukcję wskaźnika ChZT sięgającą nawet 80% uzyskiwano przy dwustopniowym procesie: pierwszy stopień – hydroliza, drugi stopień – metanizacja, a w szczególności dzięki uzyskiwanej w pierwszym stopniu znacznej redukcji siarczanów.

Otrzymany z wywaru biogaz może być wykorzystywany do celów grzewczych w różnego typu instalacjach przemysłowych oraz domowych, a także może być przetwarzany na energię elektryczną.

W *Samodzielnej Pracowni Gorzelniczej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* w Bydgoszczy opracowano technologię produkcji biogazu z wywaru gorzelnicznego. Schemat technologiczny produkcji biogazu z wywaru przedstawiono na rys. 4.

Wywar ze zbiornika magazynowego – 1 poprzez wymiennik ciepła – 2 jest dostarczany do komory fermentacyjnej – 3. Następnie otrzymany biogaz poprzez stację oczyszczania – 4, licznik gazu – 5 jest kierowany do zbiornika magazynowego – 6 z którego rozprowadzany jest do odbiorcy [7].

Wywar żytni jest dobrym komponentem podłoża do prowadzenia fermentacji metanowej. Istnieje możliwość pozyskiwania biogazu o średniej zawartości metanu wynoszącej ok. 68% z wydajnością ok. 300–311 litrów z jednego kilograma suchej masy wywaru.

Czynnikiem wywierającym istotny wpływ na wydajność fermentacji metanowej jest kwasowość czynna podłoża. Dobre wyniki fermentacji uzyskano przy pH 7,5. W trakcie przebiegu procesu konieczna jest ciągła kontrola i regulacja pH środowiska za pomocą roztworu ługu sodowego. Prowadzenie fermentacji podłoża o kwasowości odpowiadającej pH 8,0 powoduje niemal całkowite zahamowanie procesu metanogenezy. Uzyskuje się biogaz o wydajności około 305 litrów z 21 kg suchej masy wywaru o średniej zawartości metanu – około 68%.

## Podsumowanie

W pracy przedstawiono kilka sposobów zagospodarowania wywaru otrzymywanego w gorzelnii rolniczej. Najlepszą metodą zagospodarowania wywaru jest jego wykorzystanie jako paszy dla zwierząt gospodarskich. Wywar podany zwierzętom w stanie świeżym o temperaturze ok. 50°C (zwiększona kaloryczność) jest bardzo dobrze przyswajalny.

## LITERATURA

- [1] K. Kotarska, G. Kłosowski, B. Czupryński: Przem. Ferm. i Owoc.-Warz., 40, 11, 27 (1996).
- [2] Alternatywne źródła substancji pokarmowych w diecie dla zwierząt – firma DDGS EuroTrader (luty 2011): <http://www.ddgs.com.pl>
- [3] K. Maurer: Württembergisches Wochenblatt für Landwirtschaft, Stuttgart, 36, 8, (1979).
- [4] B. Czupryński: Aktualne problemy gorzelnictwa rolniczego. IBPRS Bydgoszcz, 2004.
- [5] M. Wolska: Postępy w biotechnologii procesu fermentacji alkoholowej. IBPRS Bydgoszcz, 2004.
- [6] S. Gwardys, Z. Kokuszko, E. Kosiek, Z. Włodarczyk: Przem. Ferm. i Owoc.-Warz., 3, 7 (1988).
- [7] G. Kłosowski, B. Czupryński, B. Sieliwanowicz, K. Kotarska, M. Wolska: Postępy w biotechnologii procesu fermentacji alkoholowej. IBPRS Bydgoszcz, 2004.