

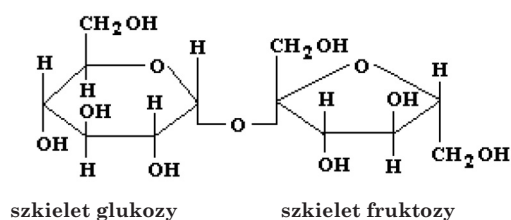
BOGUSŁAW CZUPRYŃSKI
KATARZYNA KOTARSKA

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

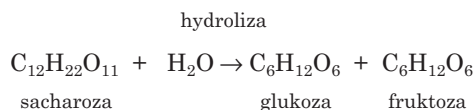
Spirytus surowy produkowany z buraka cukrowego

Wstęp

Korzeń buraka cukrowego to drugie na świecie źródło cukru, o wysokiej zawartości sacharozy (18,0–19,5%). Sacharoza jest bezbarwnym krystalicznym ciałem stałym o gęstości 1590 kg/m³. Jest dwucukrem składającym się z jednej cząsteczki glukozy i jednej cząsteczki fruktozy [1].



Sacharoza łatwo hydrolizuje w obecności enzymu lub kwasu:



Burak cukrowy może być także surowcem do otrzymywania etanolu przeznaczanego do produkcji biopaliw [2, 3].

Celem pracy jest określenie przydatności drożdży ras D-2, As-4 i O₁₁ do fermentacji zacierów sporządzonych z buraków cukrowych.

Opis przeprowadzonych badań

Do badań użyto buraków cukrowych odmiany Lupus oraz drożdży gorzelnicznych ras: D-2, As-4 i O₁₁. Drożdże te znajdują się w kolekcji *Samodzielnej Pracowni Gorzelnicznej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* w Bydgoszczy.

Buraki cukrowe z *Zakładu Rolnego* w Wojnowie do przygotowania zacierów rozdrobiono za pomocą robota domowego ZELMER TYP 886.84. Zacier słodki sporządzono z 7 kg buraków i 8,450 dm³ wody (8 kg buraków i 9,660 dm³ wody). Otrzymaną mieszaninę podgrzewano do temperatury wrzenia w celu przeprowadzenia głębokiej hydrolizy z jednoczesną sterylizacją środowiska. Nie stosowano preparatów enzymatycznych, ponieważ buraki nie zawierają skrobi. Schłodzony zacier słodki do temperatury 34°C rozlano do kolb fermentacyjnych (poj. 0,5 dm³) w ilości 0,3 dm³. Następnie zacierzy zaszczerpiono drożdżami As-4, D-2 i O₁₁, a po zamknięciu korkami z rurkami fermentacyjnymi poddano fermentacji 72-godzinnej w temperaturze 38°C. Dodatkowo w kolbach fermentacyjnych (poj. 2 dm³) nastawiono po 1,5 dm³ zacieru i poddano także fermentacji alkoholowej w temperaturze 38°C w celu późniejszej ich destylacji.

W trakcie fermentacji, po każdej 24, 48, 72 godzinie prowadzenia procesu wykonywano następujące pomiary i oznaczenia: gęstości pozornej i rzeczywistej zacieru fermentującego

oraz odfermentowanego (areometrycznie, po przesączeniu) [°Błg], stężenia alkoholu (za pomocą refraktometru zanurzeniowego) [% v/v], pH zacieru fermentującego i odfermentowanego (pehametr cyfrowy N-517 *Mera-Elwro*), pozostałości w wywarach cukrów redukujących w czasie prowadzonego procesu fermentacji i po jej zakończeniu (metoda *Lane-Eynona*) [%] i inne (według metod stosowanych w gorzelnictwie do oceny prawidłowości przebiegu procesu) [4, 5].

Średnie wyniki pomiarów i oznaczeń posłużyły do obliczenia wskaźników biotechnologicznych procesu fermentacji, takich jak: produktywność fermentacji [cm³A₁₀₀/dm³zac.·h] i wydajność uzyskanego alkoholu [dm³ A₁₀₀ /100 kg sacharozy].

Odfermentowane zacierzy poddano destylacji na specjalnie skonstruowanym szklanym zestawie, ze szklaną kolumną destylacyjną wyposażoną w 26 półek przelewowych typu kapslowego. Analizę spiryтусu surowego wykonano metodą kapilarną chromatografii gazowej przy użyciu chromatografu gazowego *Hewlett Packard* (HP 6890) z układem EPC (elektroniczna regulacja pneumatyki), detektorem płomieniowo-jonizacyjnym FID i polarną kolumną kapilarną CP-WAX 57-CB (*high polarity polyethylene glycol*) firmy *Chrompack* o wymiarach 50m/320 μm/0,20 μm. Do integracji sygnału i raportowania wykorzystano komputerową stację analityczną z oprogramowaniem *Chem-Station Hewlett Packard*.

Wyniki i ich omówienie

Badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych. Gęstość zacieru słodkiego użytego do badań wynosiła 9,3°Błg, a pH 5,6. W tablicach 1–3 przedstawiono charakterystykę procesu trzydniowej fermentacji zacierów za pomocą drożdży D-2, As-4 i O₁₁. Fermentacje przy użyciu drożdży D-2, As-4 i O₁₁ przebiegały bez zakłóceń. Po 72 godzinach fermentacji odfermentowanie pozorne wyrażona w °Błg wynosiło odpowiednio: 0,7–0,9 (D-2); 0,8 (As-4) i 0,5–0,8 (O₁₁) a pH 4,5; 4,6 i 4,5. Uzyskana wartość pH po trzeciej dobie fermentacji wskazuje na brak zakażeń bakteryjnych. Zakażenia zacierów bakteriami powodują bowiem wzrost jonów wodorowych, co skutkuje spadkiem wartości pH nawet do wartości poniżej 3,5. W miarę przebiegu fermentacji stężenie alkoholu w zacierze wyrażone w %v/v rosło i kształtowało się na poziomie: 2,0–4,6 (D-2); 2,7–4,45 (As-4) i 2,0–4,45 (O₁₁).

Wydajność fermentacji wyrażona w dm³A₁₀₀/100kg sacharozy tych zacierów wynosiła odpowiednio: 27,47–63,19 (D-2), 37,09–61,12 (As-4), 27,47–61,12 (O₁₁). Natomiast produktywność fermentacji wyrażona w cm³A₁₀₀/dm³zac.·h w 24. godzinie prowadzonego procesu wynosiła: 0,83–0,86 (D-2); 1,12–1,22 (As-4); 0,83–0,99 (O₁₁), a po 72. godzinie odpowiednio: 0,64 (D-2); 0,60–0,61 (As-4); 0,61–0,62 (O₁₁).

Nie stwierdzono cukrów redukujących w wywarze po 72. godzinach prowadzonego procesu fermentacji, przy użyciu

Tablica 1
Charakterystyka procesu fermentacji przy użyciu drożdży D-2

Czas trwania fermentacji h	Przebieg fermentacji alkoholowej						
	Ekstrakt pozorny °Blg	pH	Stężenie alkoholu %v/v	Wydajność etanolu dm ³ A ₁₀₀ /100 kg sacharozy	Produktywność fermentacji cm ³ A ₁₀₀ /dm ³ zac.· h	Ekstrakt rzecz. °Blg	Cukry red. %
24	5,8	4,5	2,00	27,47	0,83	6,4	3,78
	5,5	4,6	2,07	28,43	0,86	6,4	3,82
48	0,8	4,5	4,30	59,06	0,89	2,4	-
	1,1	4,5	4,00	54,94	0,83	2,8	0,18
72	0,7	4,5	4,60	63,19	0,64	2,2	-
	0,9	4,5	4,60	63,19	0,64	2,3	-

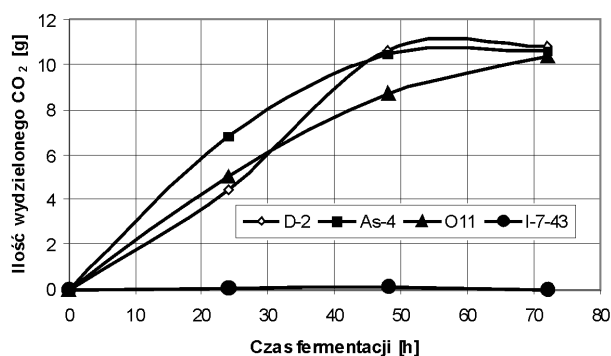
Tablica 2
Charakterystyka procesu fermentacji przy użyciu drożdży As-4

Czas trwania fermentacji h	Przebieg fermentacji alkoholowej						
	Ekstrakt pozorny °Blg	pH	Stężenie alkoholu %v/v	Wydajność etanolu dm ³ A ₁₀₀ /100 kg sacharozy	Produktywność fermentacji cm ³ A ₁₀₀ /dm ³ zac.· h	Ekstrakt rzecz. °Blg	Cukry red. %
24	4,2	4,5	2,70	37,09	1,12	5,3	2,72
	4,1	4,6	2,93	40,25	1,22	5,0	2,61
48	0,7	4,6	4,30	59,06	0,89	2,3	0,07
	1,1	4,4	4,15	57,00	0,86	2,3	-
72	0,8	4,6	4,30	59,06	0,60	2,4	-
	0,8	4,6	4,45	61,12	0,61	2,2	-

Tablica 3
Charakterystyka procesu fermentacji przy użyciu drożdży O₁₁

Czas trwania fermentacji h	Przebieg fermentacji alkoholowej						
	Ekstrakt pozorny °Blg	pH	Stężenie alkoholu %v/v	Wydajność etanolu dm ³ A ₁₀₀ /100 kg sacharozy	Produktywność fermentacji cm ³ A ₁₀₀ /dm ³ zac.· h	Ekstrakt rzecz. °Blg	Cukry red. %
24	6,1	4,4	2,00	27,47	0,83	6,9	4,24
	5,6	4,7	2,39	32,82	0,99	6,3	3,39
48	2,2	4,5	3,77	51,78	0,78	3,6	1,16
	2,3	4,5	3,77	51,78	0,78	3,6	1,03
72	0,5	4,5	4,37	60,03	0,61	2,1	0,08
	0,8	4,5	4,45	61,12	0,62	2,2	0,08

drożdży D-2 i As-4. Cukry redukujące w ilości 0,08% stwierdzono tylko w wywarach otrzymanych w wyniku fermentacji zacierów przy użyciu drożdży O₁₁. Otrzymane wyniki świad-



Rys. 1. Zależność ilości wydzielonego CO₂ od czasu trwania fermentacji

czą o całkowitym wykorzystaniu cukrów przez drożdże gorzelnicze w czasie trwania procesu fermentacji.

W wyniku badań wstępnych stwierdzono, że drożdże amyloliczne I-7-43 nie nadają się do fermentacji zacierów sporządzonych z buraków cukrowych. W czasie procesu fermentacji nie wydzielano się dwutlenek węgla, co wskazuje na brak przebiegu fermentacji (Rys. 1).

Po zakończeniu fermentacji z badanych zacierów oddestylowano alkohol etylowy w celu oznaczenia produktów ubocznych w spirytusie surowym. Zawartość aldehydów w uzyskanym spirytusie surowym otrzymanym z buraków cukrowych przy użyciu drożdży D-2, As-4 kształtowała się na poziomie: 0,05–0,09 g/dm³ i nie przekroczyła wartości podanej przez Polską Normę. Natomiast w spirytusie surowym otrzymanym przy użyciu drożdży O₁₁ zawartość aldehydów przekroczyła dopuszczalną wartość podaną przez Polską Normę, gdyż wynosiła 0,15 g/dm³. W destylatach oznaczono ilość n-propanolu, n-butanolu, izobutanolu, alkoholi amyloowych: 1,042 g/dm³ (D-2); 1,584 g/dm³ (As-4) i 2,107 g/dm³ (O₁₁).

Największą zawartość fuzli stwierdzono w zacierach fermentujących w obecności drożdży O₁₁. Stwierdzono niewielkie ilości metanolu, tj. 0,072 g/100 cm³ (D-2); 0,089 g/100 cm³ (As-4) i 0,249 g/100 cm³ (O₁₁). Najlepszą jakość spirytusu surowego uzyskano w przypadku stosowania drożdży gorzelniczych rasy D-2.

Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że tylko drożdże ras: D-2 i As-4 można stosować do fermentacji zacierów sporządzonych z buraków cukrowych. Największą dynamiką fermentacji w pierwszych godzinach fermentacji odznaczały się drożdże rasy As-4. Odnotowano w tych próbach najwyższe ilości wydzielonego CO₂ wyrażone w gramach (Rys. 1), w stosunku do zacierów fermentujących przy użyciu drożdży D-2 i O₁₁.

Do fermentacji zacierów z buraków cukrowych nie poleca się stosowania drożdży O₁₁, ponieważ w spirytusie surowym stwierdzono zwiększoną zawartość aldehydów (0,15 g/dm³) – powyżej wartości dopuszczalnej przez Polską Normę.

Do fermentacji zacierów z buraków cukrowych nie poleca się stosowania drożdży O₁₁, ponieważ w spirytusie surowym stwierdzono zwiększoną zawartość aldehydów (0,15 g/dm³) – powyżej wartości dopuszczalnej przez Polską Normę.

LITERATURA

1. Filutowicz (redakcja): Burak cukrowy, Warszawa, PWRiL, 1980.
2. R. Wereszczak: Gazeta Cukrownicza, 7, 214, (2007).
3. S. Henke, Z. Budnik, A. Hinkova: J. of Food Engineering, 77, nr 3, 379, (2006)
4. K. Jarosz, B. Łęczyński: Poradnik gorzelnika. Warszawa, Wyd. NOT-SIGMA, 1985.
5. A. Sałek: Zeszyty naukowe ART. Olsztyn, Technologia Alimentorum 22, Wyd. ART. 1989.