

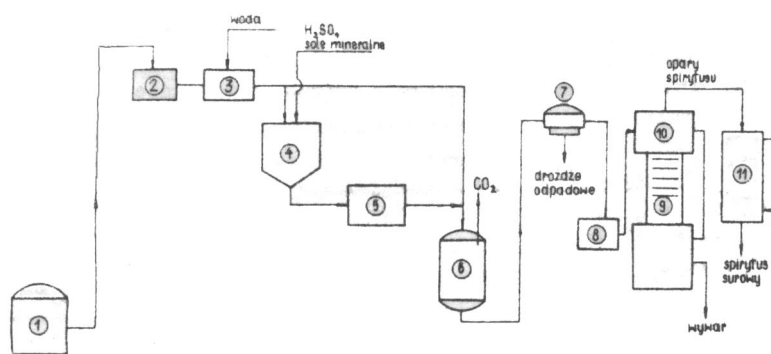
BIOLOGICZNA METODA OCENY PRZYDATNOŚCI MELASU DO PRODUKCJI ETANOLU

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami gorzelnictwa melasowego, przeprowadzeniem próby fermentacyjnej melasu i oceną jego przydatności do produkcji etanolu

2. Zarys gorzelnictwa melasowego

Uproszczony schemat gorzelnicy melasowej przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Uproszczony schemat technologiczny gorzelnicy melasowej: 1. Zbiornik melasu, 2. Waga, 3. Rozcieńczalnik, 4. Przygotowanie brzeczki do namnażania drożdży, 5. Stacja przygotowania drożdży zarodowych, 6. Kadzie fermentacyjne, 7. Oddzielenie drożdży, 8. Wymennik ciepła, 9. Aparat odpadowy, 10. Deflegmator, 11. Chłodnica

Etapy produkcyjne w gorzelnicy melasowej można przedstawić w sposób następujący:

1. Przygotowanie brzeczki melasowej /rozcieńczenie, zakwaszenie, dodatek soli mineralnych w przypadku procesów ciągłych - sterylizacja/
2. Przygotowanie drożdży nastawnych
3. Fermentacja
4. Odpęd spirytusu

Fermentację alkoholową melasu prowadzi się w rozcieńczonych i zakwaszonych roztworach, przy użyciu drożdży gorzelniczych. W melasie występuje niedobór związków azotowych i fosforowych, dlatego muszą one być dodane do brzeczek. Azot dodaje się najczęściej w formie siarczanu amonu w ilości 1 kg na tonę melasu, zaś fosfor w formie superfosfatu / $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ / w ilości 2 do 3 kg na tonę melasu. Wymienione sole dodaje się do brzeczki w postaci wyciągu wodnego.

Rozcieńczenie melasu do fermentacji Jest konieczne ze względu na wysoką zawartość cukru i soli mineralnych, jak również wysokie ciśnienie osmotyczne. Najkorzystniejsze warunki do rozmnażania drożdży są przy 2-4° Blg. W miarę zwiększania suchej substancji brzezki wytwarzany alkohol etylowy zaczyna hamować rozmnażanie drożdży począwszy już od 0,7%.

Obecnie są rasy drożdży, które rozmnażają się w brzeczkach melasowych o wyższych stężeniach: przy 12 - 14°Blg, a nawet 25°Blg /osmofilne/.

W rozcieńczonej brzezce melasowej, oprócz drożdży, mogą się rozmnażać, drobnoustroje szkodliwe, takie jak bakterie kwasu mlekowego, octowego, propionowego, masłowego i inne. W celu zniszczenia szkodliwych mikroorganizmów rozcieńczony do 55°Blg i zakwaszony melas poddaje się obróbce termicznej - sterylizacji. Brzeczkę używaną do rozmnażania drożdży sterylizuje się, natomiast brzeczkę kierowaną do zasadniczej fermentacji alkoholowej podgrzewa się do temp. 95°C w wymiennikach płytowych o działaniu ciągłym. Niszczanie drobnoustrojów w brzezce prowadzi się także za pomocą takich środków chemicznych, jak: kwasy i zasady, sole metali ciężkich, chlorowce i ich pochodne oraz organiczne związki kompleksowe. Najczęściej są używane: kwas siarkowy, wapno chlorowane, formalina oraz bromek laurylopirydyniowy /Laurosept/. Stosowane środki chemiczne należy zmieniać i każdorazowo ustalać dawkę ze względu na zmienność składu chemicznego melasu i wody.

W gorzelniach melasowych stosowane są drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, rasy: Gdańsk, O, Ja, 34 i inne, przystosowane do prowadzenia procesów życiowych w brzeczkach melasowych o wyższych stężeniach suchej substancji. Coraz częściej stosowane są nowe rasy drożdży otrzymane poprzez ich selekcję, mutację, hybrydyzację i innymi metodami. Np.: hybryd G-67 odfermentowuje całkowicie rafinozę - trójcukier, podczas gdy ww. rasy odfermentowują 1/3 tego cukru, odszczepiając fruktozę pozostawiają melibiozę, ponieważ nie posiadają enzymu α -galaktozydazy.

Bardzo ważnym etapem w procesie technologicznym Jest rozmnażanie drożdży, które rozpoczyna się od czystej kultury otrzymanej z Instytutu Przemysłu Fermentacyjnego w Warszawie. Otrzymaną kulturę w postaci skosu agarowego lub zawiesiny rozmnaża się w laboratorium w warunkach aseptycznych przez trzykrotne zaszczepienie coraz większej objętości wysterylizowanej brzezki melasowej o gęstości 10°Blg, zakwaszonej do 1,0°D /1°D odpowiada 1 cm³ 1 M NaOH zużytego do zobojętnienia 20 cm³ brzezki/ i zawierającej 0,1% fosforanu amonowego z dodatkiem niechmielonej brzezki słodowej. Rozmnażanie prowadzi się kolejno w

coraz większych kolbach szklanych, następnie w kolbie Karlsberga o poj. 4-5 dm³, a po 24 godz. przenosi się do małego propagatora Lindnera o poj. 50 dm³. Temperatura rozmnażania powinna wynosić 28-29°C.

Następna etapy rozmnażania drożdży prowadzi się w dziale fermentowni, najpierw w dużych propagatorach, a następnie w kadzi drożdżowej o poj. 22 000 dm³ zaopatrzonej w urządzenia chłodzące i do napowietrzania brzezki. Po wlaniu 2 000 dm³ brzezki odfermentowanej włącza się napowietrzanie w ilości 10 m³/m³ płynu/godz. i dodaje kolejno 4 porcje po 500 dm³ brzezki o gęstości 9 - 10°Blg, zakwaszonej do 1°D i uzupełnionej solami mineralnymi. Każdą porcję dodaje się po odfermentowaniu poprzedniej do 5°Blg. Następnie wlewa się 4000 dm³ brzezki z wyciągiem 70 kg superfosfatu i zakwaszonej do 1°D. Po 2 godz. dodaje się 7,5 dm³ 25% NH₄OH jako źródła azotu i brzezkę o ww. gęstości dozuje się w sposób ciągły z prędkością 2000 dm³/godz. do osiągnięcia 16 000 dm³, zwiększając jednocześnie ilość powietrza do 20-30 m³/m³/godz., utrzymując temperaturę na poziomie 28 - 29°C i kwasowość 0,8°D. Po odfermentowaniu do 4,6 - 4,8°Blg część brzezki, tzn. 9000 dm³ kieruje się do głównej fermentacji, a pozostałe 7000 dm³ pozostawia do namnażania drożdży w następujący sposób: dodaje się 3000 dm³ brzezki świeżej, zakwasza się H₂SO₄, dodaje wyciąg z 70 kg superfosfatu, a po 2 godz. schładza się do 27°C, dodaje 7,5 dm³ 25% NH₄OH i w sposób ciągły dodaje się brzezkę z podaną wyżej prędkością i ilością powietrza, aż do osiągnięcia 16 000 dm³,

Zawracanie drożdży do ponownego rozmnażania można stosować tylko kilkakrotnie, gdyż może ono doprowadzić do ich degeneracji lub zakażenia.

Fermentacja główna jest ostatnim ogniwem łańcucha procesów biochemicznych i biologicznych podczas przemiany cukru w alkohol.

Brzezka melasowa podczas fermentacji alkoholowej przy użyciu drożdży gorzelnicznych nie powinna mieć więcej niż 20°Blg, jeżeli nastaw przygotowuje się z dojrzałej brzezki drożdżowej i tylko jednej porcji brzezki melasowej. Podczas kilkakrotnego lub ciągłego dozowania brzezki melasowej gęstość brzezki fermentującej jest niższa i wynosi od 8 -12°Blg

Wśród sposobów prowadzenia fermentacji alkoholowej wyróżnia się 3 metody: okresową, półciągłą i ciągłą.

Okresowa metoda polega na tym, że cały proces fermentacji odbywa się w tej samej kadzi. Np: do kadzi o poj. 66.000 dm³ zaopatrzonej w chłodnicę i pompę o wydajności 2.000 dm³ /w celu mieszania/ wlewa się 36 000 dm³ brzezki z 4 kadzi drożdżowych po 9000 dm³ i dodaje się 5 porcji niesterylizowanego melasu, rozcieńczonego do 52°Blg, co kilka godzin o łącznej objętości 18000 dm³. Zawartość

kadzi miesza się ciągle przy pomocy pompy. Proces fermentacji głównej prowadzi się w warunkach beztlenowych w temperaturze ok. 30°C i w czasie 30 do 40 godz. Odfermentowaną brzeczkę o zawartości ok. 10 g suchej masy drożdży w dm³ i 9,5-10,5% objętościowych alkoholu oraz kwasowości 0,4-0,5°D, kieruje się do wirówek w celu oddzielenia drożdży, a następnie do aparatu odpędowego, w którym oddziela się alkohol. Opróżnioną kadź myje się, dezynfekuje i przygotowuje do następnego procesu fermentacyjnego.

W półciąglej metodzie fermentacji cały proces odbywa się również w jednej kadzi fermentacyjnej. Różni się ona od poprzedniej zwiększoną ilością drożdży, wynoszącą 83-86% pojemności oraz dozowaniem brzeczki melasowej w sposób ciągły i jednostajny, przy zachowaniu stałej gęstości brzeczki, aż do całkowitego napełnienia kadzi. Czas fermentacji półciąglej wynosi ok. jednej doby, co utrudnia zakażenie brzeczki bakteriami szkodliwymi.

Ciągła fermentacja alkoholowa jest Jednym z rodzajów procesów biologicznych zachodzących w środowisku niestacjonarnym, będącym w stanie przepływowym. Polega ona na tym, że hodowla drożdży i produkcja spirytusu odbywa się w brzeczce przepływającej kolejno przez kilka kadzi, przy stałym dodawaniu roztworu melasu i odbiorze takiej samej ilości brzeczki odfermentowanej. Czas procesu zależy od zachowania podstawowych warunków ciągłości i czystości mikrobiologicznej środowiska. Drożdże mają korzystniejsze warunki fermentacji, aniżeli w procesie okresowym. Ciągłość pracy drożdży osiąga się przez zachowanie takich stałych warunków procesu, jak: stałego składu brzeczki /a zwłaszcza źródła węgla/ oraz jej dopływu i odpływu, stałej temperatury i pH środowiska. Prędkość przepływu jest regulowana okresem generacji drożdży, który zależy od wymienionych warunków. Całkowita wymiana pojemności kadzi powinna następować w czasie powstania nowej generacji drożdży, wynoszącym ok. 5 godz. Zwiększona prędkość przepływu brzeczki powoduje obniżanie ilości komórek wskutek ich wymywania z reaktora, zaś zmniejszona powoduje osłabienie stanu fizjologicznego drożdży wskutek zwiększenia się ich stężenia i starzenia. Zbyt małe stężenie drożdży powoduje powolny przebieg fermentacji, rozwój obcej mikroflory i obniżenie zdolności przerobowej.

Rozmnażanie drożdży z czystej kultury prowadzi się okresowo lub sposobem ciągłym. Ustawienie kadzi powinno zapewniać grawitacyjny przepływ brzeczki, bez możliwości cofania się jej, gdyż groziłoby to zwiększeniem zakażenia.

Fermentację ciągłą można prowadzić sposobem dwupotokowym lub jednopotokowym. W fermentacji ciągłej dwupotkowej stosuje się dwa strumienie brzeczki melasowej, jeden o stężeniu 12-15°Blg jest kierowany do rozmnażania

drożdży, drugi o stężeniu 36°Blg jest kierowany do kadzi fermentacyjnej razem z brzeczką drożdżową w stosunku 1:1.

Fermentacja ciągła jednopotokowa /jednostężeniowa/ wymaga drożdży posiadających zdolność rozmnażania się w brzeczce o wysokiej koncentracji, ponieważ do kadzi drożdżowej, jak i fermentacyjnych kieruje się brzeczkę o tym samym stężeniu, wynoszącym ok. 23-25°Blg.

Proces fermentacji ciągłej ma wiele zalet w stosunku do fermentacji okresowej, a mianowicie: umożliwia lepsze wykorzystanie aparatury, automatyzację procesu, skrócenie czasu fermentacji, ułatwienie obsługi, zmniejszenie korozji aparatury wskutek stałych warunków pracy jej elementów i inne. Wadą tej metody jest większa możliwość zakażenia brzeczki fermentującej i trudniejszy przerób melasu wadliwego.

Obecnie w wyniku postępu biotechnologii i technicznego buduje się zakłady produkujące etanol, w pełni zautomatyzowane, o ciągłym procesie technologicznym i całkowitym wykorzystaniu wywaru na paszę lub jako źródła energii.

W praktyce z 1 tony melasu o zawartości sacharozy 50% otrzymuje się ok. 310 dm³ spirytusu 100° i 35 kg suchych drożdży.