

Dr hab. inż. Roman KOWALCZYK, Prof. SGGW
Mgr inż. Magdalena DZIAŁAK
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

POSTĘP TECHNICZNY W PRZEMYSŁOWEJ HODOWLI DROŻDŻY PIEKARSKICH®

W artykule zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań dotyczących porównania metody ręcznego dozowania pożywek do kadzi podczas przemysłowej hodowli drożdży zarodowych na melasie z metodą, która wykorzystywała do dozowania pożywek system komputerowy. Wyniki przedstawiono w formie wskaźników, m.in. podano wskaźnik zużycia melasy.

WSTĘP

W hodowli drożdży węglowodany zawarte w pożywce powinny być w całości zasymilowane i wykorzystane do produkcji biomasy. Na przebieg tego procesu ma wpływ wiele czynników takich jak czystość mikrobiologiczna, temperatura, dostarczanie odpowiednich ilości tlenu, dozowanie pożywek w danym czasie i inne [2, 7].

Przy braku odpowiedniej ilości tlenu, następuje zahamowanie procesu biosyntezy, węglowodany mogą być zużywane do wytwarzania alkoholu i ditlenku węgla, co prowadzi do pogorszenia wskaźników hodowli. Nadmierne napowietrzanie zwiększa niepotrzebnie zużycie energii, wpływa również na obniżenie jakości drożdży.

Bardzo istotnym czynnikiem w hodowli drożdży jest dozowanie w odpowiednich proporcjach pożywek zawierających makroskładniki, węgiel, azot i fosfor. Niemniej ważną jest zawartość w pożywce mikroelementów i substancji wzrostowych. Wszystko to sprawia, że w zakładach opracowano odpowiednie krzywe napowietrzania i dozowania pożywek w funkcji czasu, dostosowane do konkretnych warunków hodowli.

Sterowanie dopływem pożywek za pomocą komputera wprowadzono w celu zwiększenia wydajności procesu namnażania biomasy drożdży zarodowych oraz obniżenia wskaźnika zużycia melasy. Niska wydajność hodowli drożdży zarodowych sprawia, że nie wystarcza ich do zaszczerpienia zaplanowanej liczby kadzi handlowych. Stąd konieczność dodatkowych hodowli i niepotrzebne zużycie surowców i energii. Każde nadmierne i nieracjonalne zużycie surowców i energii na każdym etapie produkcji pociąga za sobą zwiększenie kosztów, a tym samym ceny wytwarzanego produktu. Przy dużej konkurencji na rynku, problem ten staje się coraz bardziej dostrzegany przez polskich producentów żywności.

Celem artykułu jest przedstawienie uzyskanych wyników badań dotyczących zużycia melasy oraz ilości uzyskiwanych drożdży, podczas przemysłowej hodowli drożdży zarodowych przy ręcznym oraz komputerowym dozowaniu pożywek do kadzi.

OBIEKT BADAŃ I METODYKA

Badania przeprowadzono w jednym z większych zakładów produkujących drożdże piekarskie w Polsce. Produkcja drożdży zarodowych prowadzona była w kilku etapach

rozpoczynając od laboratorium zakładowego i stopniowo zwiększając skalę. Ostatnim etapem była hodowla w kadzi zarodowej.

Proces namnażania drożdży w kadzi zarodowej trwał 24 godziny. W czasie hodowli do kadzi dozowano melasę, wodę amoniakalną oraz kwas fosforowy poprzez otwieranie odpowiednich zaworów, dopasowując bieżący przepływ do przepływu zgodnego z krzywymi wzorcowymi dozowania pożywek opracowanymi w zakładzie. Otrzymane drożdże zarodowe wykorzystywane były do zaszczerpienia kadzi handlowych.

Zakres pracy obejmował dwie serie pomiarowe:

- seria I, w której przeprowadzono 54 hodowle drożdży zarodowych gdzie ręcznie otwierano zawory, dopasowując przepływ pożywek do krzywych wzorcowych,
- seria II, gdzie przeprowadzono 41 hodowli, w których do sterowania zaworami dozującymi pożywkę zgodnie z krzywymi wzorcowymi wykorzystywano zakładowy system komputerowy.

W obu seriach pomiarowych mierzono:

- zużycie melasy, wody amoniakalnej, kwasu fosforowego – wykorzystując przepływomierze elektromagnetyczne; maksymalny przepływ melasy wynosił 2000 l/h, wody amoniakalnej 300 l/h, kwasu fosforowego 100 l/h; dokładność odczytu $\pm 0,2\%$,
- napełnienie końcowe kadzi - wykorzystując czujnik poziomu zainstalowany wewnątrz kadzi; maksymalny błąd pomiaru wynosił 0,3%,
- uzysk drożdży zarodowych (plon biomasy komórkowej) – pobierając z kadzi zarodowej, po zakończeniu fermentacji, 250 ml brzezki i filtrując zawartość przez zważony sącdek Whatmana przez ok. 20 minut, oddzielone drożdże ważono i wynik przeliczano na drożdże o zawartości 30% suchej substancji, g/l,
- zawartość s.s. w otrzymanych drożdżach zarodowych – oznaczano w laboratorium zakładowym zgodnie z normą [4].

Na podstawie otrzymanych wyników z każdej hodowli w obu seriach pomiarowych obliczano:

- masę otrzymanych drożdży zarodowych o zawartości 30% suchej substancji – D_{30} [kg],

- wskaźnik wydajności produkcji – D_{30}/M_{50} , jako stosunek uzyskanych drożdży o zawartości 30% suchej substancji [kg] do zużytej melasy o zawartości sacharozy 50% [kg],
- wskaźnik zużycia melasy – M_{50}/D_{30} , jako stosunek zużytej melasy o zawartości sacharozy 50% [kg] do uzyskanych drożdży o zawartości 30% suchej substancji [kg].

W obu seriach pomiarowych ilość dostarczanego powietrza do kadzi powiązana była z zawartością alkoholu w odprowadzanym z kadzi powietrzu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzysk drożdży w g/l w przeliczeniu na drożdże D_{30} w hodowlach doświadczalnych w obu seriach pomiarowych pokazano na rys. 1. Wartość średnia uzysku drożdży w hodowli z ręcznym sterowaniem pożywek wynosiła $166,2 \pm 19,3$ g/l. Średnia przy komputerowym sterowaniu była o ponad 11% wyższa osiągając wartość $185,0 \pm 10,6$ g/l. Porównując odchylenia standardowe obu serii doświadczeń wyraźnie widać, że przy sterowaniu komputerowym uzyskiwano wyniki bardziej wyrównane, co oznacza, że końcowy wynik hodowli był bardziej przewidywalny.

Wydajność hodowli określana wskaźnikami D_{30}/M_{50} w poszczególnych doświadczeniach w obu seriach pomiarowych pokazano na rys. 2. W badanym zakładzie wskaźnik wydajności produkcji D_{30}/M_{50} wynosił średnio $0,75 \pm 0,09$ przy ręcznym dozowaniu pożywek i $0,87 \pm 0,05$ przy wykorzystywaniu systemu komputerowego. Zgodnie z prostymi wyliczeniami Sobczaka [6] na podstawie teorii Finka, z 1 kg melasy o zawartości 50% sacharozy teoretycznie można otrzymać około 0,94 kg drożdży piekarskich o zawartości 30% suchej substancji. Oznacza to, że uzyskane wyniki stanowią około 80% wartości teoretycznej przy ręcznym dozowaniu pożywek i około 93% przy sterowaniu komputerowym. Należy podkreślić, że podawane wyniki są wartościami średnimi z kilkudziesięciu hodowli. W wielu doświadczeniach przy komputerowym dozowaniu pożywek uzyskano wyniki zbliżone do wydajności teoretycznych. Wprowadzenie systemu komputerowego zwiększyło wydajność o ponad 16%. Uzyskano ponadto mniejszy rozrzut wyników.

Podobnie jak w przypadku wydajności produkcji D_{30}/M_{50} można wyliczyć teoretyczny wskaźnik zużycia melasy na 1 kg wyprodukowanych drożdży piekarskich M_{50}/D_{30} . Wynosił on około 1,07 kg/kg. Wskaźniki uzyskiwane w przemyśle są niższe. W badanym zakładzie (rys. 3) wskaźnik zużycia melasy przy ręcznym dozowaniu pożywek wynosił średnio $1,35 \pm 0,19$, co stanowiło około 126% wartości teoretycznej, natomiast przy zastosowaniu programu komputerowego, wskaźnik M_{50}/D_{30} osiągnął wartość $1,15 \pm 0,07$ i był o około 8% wyższy od teoretycznego, przy czym w wielu hodowlach uzyskano wyniki bliskie teoretycznym. Wprowadzenie komputerowego dozowania pożywek zmniejszyło zużycie surowca o około 18% w stosunku do dozowania ręcznego.

Uzyskane wyniki trudno porównać z danymi literaturowymi, ponieważ obecnie, zakłady produkcyjne niechętnie dzielą się swoimi doświadczeniami produkcyjnymi. Publikacje poruszające tematykę drożdży piekarskich dotyczą w większości zagadnień związanych z ich przydatnością technologiczną, jakością i przechowywaniem, wzbogacaniem

podłoża hodowlanego [1, 2, 5]. Podawane wskaźniki produkcyjne są bardzo ogólne lub dotyczą pojedynczych cykli produkcyjnych [3, 7]. Jak podaje Sobczak [7] w latach 90. na wyprodukowanie 1 kg drożdży w przeliczeniu na D_{30} zużywano w Polsce od około 1,4 do ponad 2 kg melasy a czasami i więcej. Przyjmując średnią na poziomie 1,7 kg, oznacza to, że obecnie, stosując komputerowe dozowanie pożywek zużycie melasy jest niższe o ponad 30%. Lipińska i Sobczak [3] prowadząc badania w przemyśle uzyskali wskaźniki zużycia melasy w jednym cyklu produkcyjnym na poziomie 1,08 kg/kg, w drugim około 1,28 w przeliczeniu na drożdże o zawartości 30% suchej substancji. Wyniki te są wyższe o kilka procent od wartości średnich uzyskanych w tej pracy.

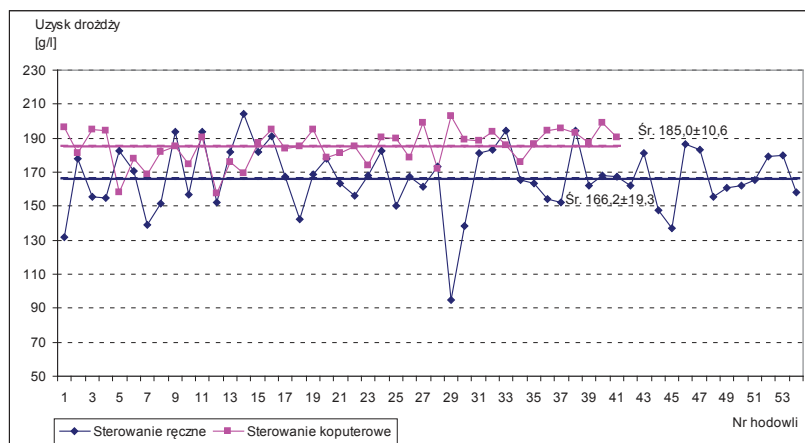
Obniżona wydajność hodowli drożdży w badanym zakładzie w stosunku do wydajności teoretycznej wynika prawdopodobnie z niedostosowania dostarczanego powietrza i pożywek do zapotrzebowania w danej chwili hodowli przez rozmnażające się drożdże. Dokładne określenie zapotrzebowania obrazowanego odpowiednimi krzywymi wzorcowymi jest bardzo trudne, zwłaszcza w hodowli przemysłowej [3]. Wynika to ze znanych z literatury efektów „Pasteura” i „Crabtree”.

„Efektem Pasteura” nazywa się zjawisko, w którym procesy fermentacyjne wywoływane przez drożdże są hamowane przy zwiększonym stężeniu tlenu w pożywce, a odblokowywane, gdy to stężenie spada. Inaczej mówiąc w warunkach beztlenowych następuje tylko niewielki przyrost biomasy drożdży, a drożdże produkują alkohol etylowy, natomiast w tlenowych namnażają się. W hodowli drożdży proces technologiczny powinien być tak prowadzony, aby nie istniały warunki do wytworzenia alkoholu etylowego.

„Efekt Crabtree” inaczej ujemny efekt Pasteura polega na tym, że w procesie hodowli drożdży, nawet w warunkach tlenowych, może dochodzić do powstawania alkoholu etylowego, jeśli nie są zbilansowane składniki w pożywce hodowlanej. Ilość dodawanej melasy powinna być dostosowana do przyrostu komórek drożdżowych w procesie intensywnego ich namnażania. W przypadku kiedy dodatek węglowodanów przewyższa ich zdolności asymilacyjne w warunkach tlenowych, następuje fermentacja alkoholowa nadmiaru cukrów, które nie mogą być przyswojone w czasie ich rozwoju. W przypadku braku węglowodanów może dochodzić do rozkładu węglowodanów wewnątrzkomórkowych drożdży i obniżenia ich aktywności.

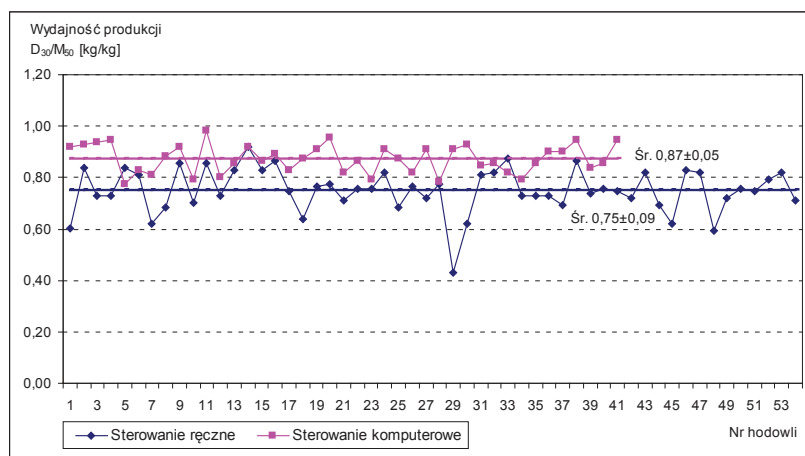
PODSUMOWANIE

W badanym zakładzie po wprowadzeniu komputerowego sterowania dozowaniem pożywek w hodowli drożdży zarodowych uzyskano średni wskaźnik M_{50}/D_{30} na poziomie $1,15 \pm 0,07$ kg/kg, co jest wartością wyższą od teoretycznej o około 8%. W wielu hodowlach uzyskano wyniki bliskie teoretycznym. Mimo, że w przeprowadzonych doświadczeniach hodowlach drożdży uzyskane wskaźniki zużycia melasy były wyższe od teoretycznych, to na ich podstawie wyraźnie widać wpływ postępu technicznego i doboru odpowiedniego szczepu drożdży na wydajność przemysłowej hodowli. W latach 90. na wyprodukowanie 1 kg drożdży w przeliczeniu na D_{30} zużywano w Polsce od około 1,4 do ponad 2 kg melasy a czasami i więcej. Przyjmując wartość



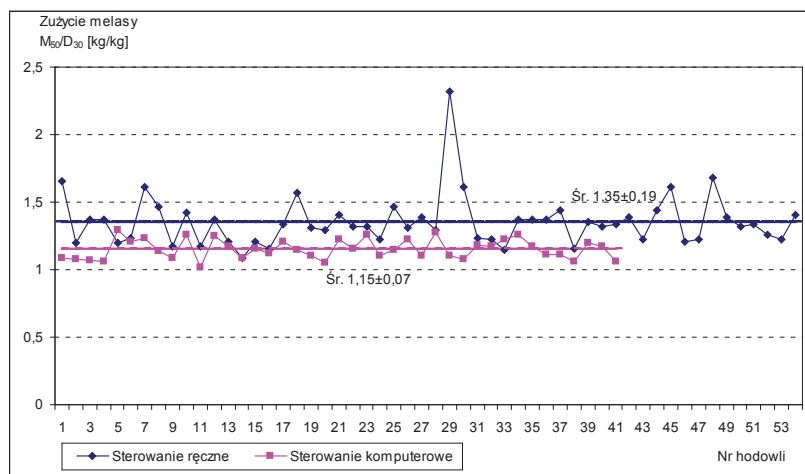
Rys. 1. Uzysk drożdży w kadzi zarodkowej.

Źródło: Badania własne



Rys. 2. Wskaźnik wydajności produkcji.

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Wskaźnik zużycia melasy.

Źródło: Badania własne

średnią na poziomie 1,7 kg, oznacza to, że obecnie zużycie jest niższe o ponad 30% i potwierdza celowość wprowadzania automatycznego sterowania procesem hodowli drożdży.

LITERATURA

- [1] LIPIŃSKA E., GNIEWOSZ M., ĆWIL A. 2010. Opracowanie przyspieszonego testu przechowalniczego do oceny stabilności prasowanych drożdży piekarskich. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego. Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie. Tom 20/37 nr 2, 16-19.
- [2] LIPIŃSKA E., HAĆ-SZYMAŃCZUK E., CHINIEWICZ A. 2011. Czynniki determinujące przydatność technologiczną wybranych szczepów drożdży piekarskich. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt 566 część I, 317-325.
- [3] LIPIŃSKA E., SOBCZAK E. 1996. Przydatność szczepu 102 drożdży *S. cerevisiae* w skali przemysłowej w porównaniu z dotychczas stosowanymi w ciągłej produkcji w wytwórni w Józefowie k. Błonia. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (1), 18-20.
- [4] PN-A-79005-4. 1997. Drożdże – Metody badań – Oznaczanie suchej masy.
- [5] RACZYŃSKA-CABAJ A., LIPIŃSKA E., SOBCZAK S. 2003. Magnez w technologii drożdźownictwa. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (1), 22-27.
- [6] SOBCZAK E. 1986. Potencjalne możliwości zwiększenia wydajności drożdży piekarskich z melasy. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (9), 15-17.
- [7] SOBCZAK E. 1991. Wpływ wybranych czynników na wydajność drożdży piekarskich z melasy. Przegląd Piekarski i Cukierniczy (2), 16-18.

TECHNICAL DEVELOPMENT IN GROWTH PROCESS OF BAKER'S YEASTS FOR INDUSTRIAL SCALE PRODUCTION

SUMMARY

In the article the results of conducted regarding comparison of a manual and computer system based method of nourishments dosage in growth process on molasses medium of seed yeasts for industrial scale production were presented. Research results were presented in form of indexes such as index of molasses usage.