

HODOWLA CIĄGŁA DROŻDZY PIEKARSKICH

Jerzy Pietkiewicz, Władysław Leśniak

Instytut Technologii Przemysłu Chemicznego i Spożywczego AE
we Wrocławiu

Mimo licznych, znanych od wielu lat patentów [2, 7, 11] problem hodowli ciągłej drożdży piekarskich nie znalazł dostatecznego opracowania. Wynika to z faktu, że drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, należące do najbardziej zbadanych pod względem morfologii i fizjologii, stwarzają w praktyce wiele przeszkód uniemożliwiających wprowadzenie ciągłej metody ich produkcji. Zasadniczą przeszkodą jest występowanie infekcji oraz na ogół niska jakość, a zwłaszcza ich trwałość i aktywność fermentacyjna.

W 1958 r. w Czechosłowacji opracowano sposób hodowli ciągłej drożdży piekarskich w układzie dwustopniowym z równą objętością brzezki w obu fermentorach [1]. W 1960 r. Plevako [15] przedstawił stosowany w ZSRR w skali produkcyjnej sposób hodowli ciągłej drożdży piekarskich w układzie dwustopniowym. Pierwsza ciągła produkcja drożdży piekarskich w dużej skali została wprowadzona w 1959 r. w Anglii w drożdźowni firmy „Distillers Co” w Dovecourt i była opatentowana oraz opisana przez Olsena i Shera [10, 11, 16]. Proces hodowli przebiegał w sześciu fermentorach o pojemności roboczej 40 m³. Jako pożywkę stosowano mieszaninę melasy buraczanej i trzcinowej o rozcieńczeniu 1:8, która była doprowadzana do pierwszych pięciu fermentorów. Przefermentowaną brzezkę odbierano w sposób ciągły ze stałą szybkością z ostatniego fermentora, w którym następowało dojrzewanie drożdży. Ciągłą hodowlę prowadzono przez 5 do 7 dni. Stężenie drożdży w stanie stałym wynosiło około 19 g/dm³. Zastosowanie tej hodowli umożliwiło zwiększenie zdolności produkcyjnej zakładu o 35% w stosunku do hodowli okresowej.

Większość omawianych w literaturze badań dotyczy hodowli prowadzonych na zasadzie chemostatu. Mało jest natomiast doniesień dotyczących hodowli prowadzonych na zasadzie nutristatu. Ostatnio badaniem hodowli ciągłych *Candida utilis*, prowadzonych na zasadzie nutristatu, zajmował się Leśniak [4], a hodowli ciągłych *Saccharomyces cerevisiae* - Pietkiewicz [12].

Celem badań prowadzonych w ramach przedstawionego opracowania było porównanie wskaźników technologicznych i jakości drożdży uzyskiwanych w różnych sposobach prowadzenia hodowli ciągłych z automatycznym dozowaniem pożywki melasowej na zasadzie nutristatu w zależności od zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w brzeczce oraz wybór sposobu hodowli ciągłej zapewniający uzyskiwanie drożdży piekarskich o dobrej jakości z wysoką wydajnością i produktywnością.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach stosowano drożdże *Saccharomyces cerevisiae* Mautner szczep I-Sc/191 pochodzący z Muzeum Czystych Kultur Instytutu Przemysłu Fermentacyjnego w Warszawie. Jako pożywkę do hodowli ciągłych stosowano sterylny roztwór melasy buraczanej zawierający 5% wag. cukru w przeliczeniu na glukozę (melasa o rozcieńczeniu 1:10) i uzupełniony dodatkiem (na 100 g melasy): 6 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 1,4 cm³ 85% H_3PO_4 ; 1,5 cm³ 12% autolizatu drożdżowego. Do regulowania pH w czasie hodowli stosowano 2,5% NH_4OH , a jako środek przeciwpiany - kwas oleinowy.

Hodowle prowadzono w warunkach sterylnych w fermentorach własnej konstrukcji o pojemności roboczej 2,5 dm³, wyposażonych w mieszadło turbinowe i barboterowy system napowietrzania [14]. Każdy fermentor wyposażony był w układy do pomiaru, rejestracji i regulacji pH, tlenu rozpuszczonego w brzeczce, temperatury, poziomu piany w brzeczce oraz analizatory zawartości tlenu i dwutlenku węgla w gazach odlotowych z fermentora. Każdą hodowlę ciągłą poprzedzano procesem hodowli okresowej w celu uzyskania drożdży o jednakowej aktywności fizjologicznej. Hodowlę ciągłą prowadzono w temperaturze 30°C, przy pH 4,5 i stężeniu tlenu rozpuszczonego w brzeczce wyższym od wartości krytycznej przez 72 godziny stosując automatyczne dozowanie pożywki melasowej o zawartości 5% wag. cukrów.

W czasie hodowli oznaczano: zawartość biomasy - metodą turbidymetryczną [8], stężenie cukrów - metodą Lane-Eynona w modyfikacji Ziobrowskiego [18], stężenie etanolu - metodą chemiczną z zastosowaniem dwuchromianu potasowego [17]. Jakość drożdży oznaczano metodami podanymi w Polskiej Normie PN-73/A-9005 [3]. Hodowle ciągłe prowadzono w następujących układach:

- jednostopniowym z automatycznym dozowaniem pożywki; pożywkę dozowano w zależności od zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w brzeczce [9], w hodowlach tych brzeczka wypływała z fermentora w sposób ciągły rurką przelewową do odbieralnika;

- jednostopniowym z automatycznym dozowaniem pożywki i automatycznym odbiorem brzeczki; do dozowania pożywki i odbioru brzeczki zastosowano zmodyfikowany „Oxyster”, który sterował zarówno pracą pompy dozującej pożywkę, jak i pompy odbierającej brzeczke z fermentora [5];

- dwustopniowym jednostrumieniowym; pożywkę melasową dozowano do pierwszego fermentora na podstawie zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w drugim fermentorze [6];

- dwustopniowym dwustrumieniowym; pożywka melasowa była dozowana do każdego fermentora w zależności od zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w zawartej w niej brzeczce;

- trójstopniowym jednostrumieniowym, w którym pożywkę melasową dozowano do pierwszego fermentora na podstawie zmian zawartości tlenu rozpuszczonego w brzeczce zawartej w trzecim fermentorze [6];

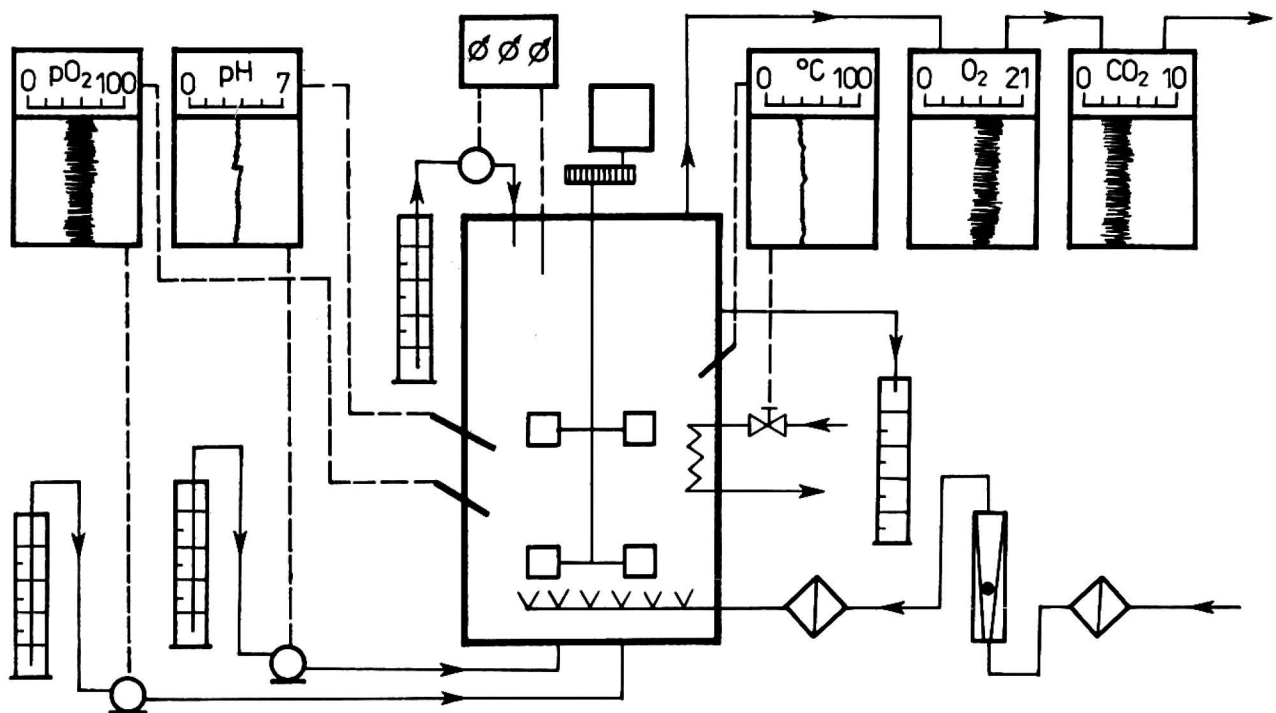
- trójstopniowym trójstrumieniowym, w którym pożywka melasowa była dozowana do każdego fermentora w zależności od zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w zawartej w nich brzeczce.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań otrzymane w hodowlach ciągłych prowadzonych w różnych układach z automatycznym dozowaniem pożywki melasowej przedstawiono w tabeli 1. Wskazują one na występowanie znacznych różnic w wydajności i produktywności w poszczególnych sposobach prowadzenia hodowli ciągłych. W hodowli ciągłej prowadzonej w układzie jednostopniowym z automatycznym dozowaniem pożywki, produktywność biomasy wynosiła $3,16 \text{ g/dm}^3\text{h}$, a wydajność $123,17\% D_{27}/M_{50}$. Najkorzystniejsze wskaźniki uzyskano w procesie hodowli

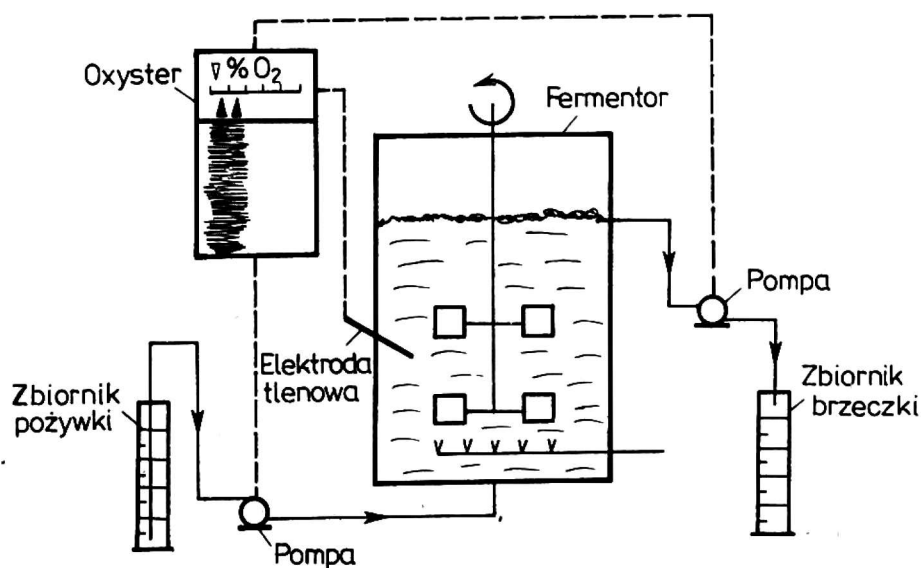
Parametry technologiczne hodowli ciągłych prowadzonych w różnych układach z automatycznym dozowaniem pożywki melasowej o zawartości cukrów 50 (w g/dm³)

Hodowla ciągła w układzie	Szybkość rozcień- czenia (w h ⁻³)	Zawartość biomasy w odbie- ranej brzeczce (w g/dm ³)	Zawartość etanolu w odbie- ranej brzeczce (w g/dm ³)	Wydaj- ność D _{100/M} 100 (w %)	Wydaj- ność D _{27/M} 50 (w %)	Produk- tywność (w g/dm ³ /h)	Wskaźnik zużycia melasy (w M ₅₀ /D ₂₇)
Jednostopnio- wym z automa- tycznym dozo- waniem pożyw- ki	0,095	33,29	0,2	66,58	123,17	3,16	0,81
Jednostopnio- wym z automa- tycznym dozo- waniem pożyw- ki i automa- tycznym odbio- rem brzeczki	0,093	34,27	0,1	68,54	126,80	3,19	0,79
Dwustopniowa jednostrumie- niowa	0,065	24,34	0,5	48,68	90,06	1,59	1,11
Dwustopniowa dwustrumie- niowa	0,087	32,30	0,2	64,60	119,51	2,81	0,84
Trójstopniowa jednostrumie- niowa	0,077	24,31	1,0	48,62	89,95	1,87	1,11
Trójstopniowa trójstrumie- niowa	0,083	32,86	0,2	65,72	121,58	2,70	0,82



Rys. 1. Schemat fermentora z aparaturą kontrolno-pomiarową

ciągłej prowadzonej w układzie jednostopniowym z automatyczną regulacją dozowania pożywki i odbioru brzezki. Zastosowana w tej hodowli automatyczna regulacja odbioru brzezki przyczyniła się do zapewnienia lepszego wykorzystania substancji zawartych w pożywce do syntezy biomasy [12]. Produktywność biomasy w tym procesie wynosiła $3,19 \text{ g/dm}^3\text{h}$, wydajność - $126,8\% D_{27/M_{50}}$.

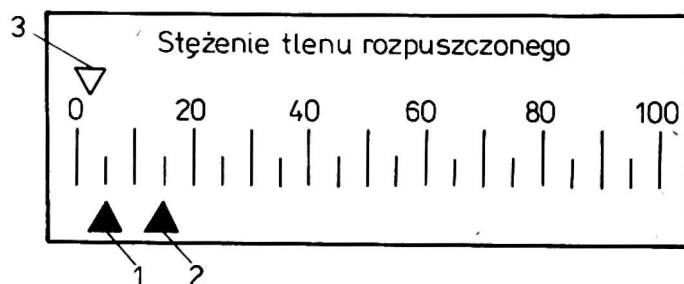


Rys. 2. Schemat regulacji dozowania pożywki i automatycznego odbioru brzezki w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie jednostopniowym

W hodowlach ciągłych wielonaczyniowych jednostrumieniowych przy stosowaniu sposobu regulacji dozowania pożywki do pierwszego fermentora doprowadza się znacznie więcej cukrów niż to wy-

nika z szybkości ich przyswajania przez drożdże. W wyniku tego w pierwszym fermentorze poza wzrostem drożdży zachodził również proces fermentacji cukrów z wytworzeniem etanolu i dwutlenku węgla (efekt Grabtree). Zjawisko to jeszcze wyraźniej wystąpiło w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie trójstopniowym jednostrumieniowym. Wytworzony w pierwszym fermentorze etanol przepływał wraz z brzeczką do następ(nego)nych fermentor(a)ów i tam jako źródło węgla ulegał asymilacji przez drożdże. W hodowli prowadzonej w układzie dwustopniowym jednostrumieniowym produktywność biomasy wynosiła $1,59 \text{ g/dm}^3\text{h}$, a wydajność $90,06\% D_{27}/M_{50}$, natomiast w hodowli prowadzonej w układzie trójstopniowym jednostrumieniowym odpowiednio $1,87 \text{ g/dm}^3\text{h}$ i $89,95\% D_{27}/M_{50}$. Niska produktywność i wydajność biomasy w tych hodowlach wynikała z hamowania szybkości wzrostu drożdży przez wysokie stężenie cukrów w pierwszym fermentorze oraz ze strat etanolu związanych z jego unoszeniem się wraz z gazami odlotowymi i częściowym odprowadzeniem razem z brzeczką wypływającą z ostatniego fermentora [13].

W hodowlach prowadzonych w układach wielostopniowych wielostrumieniowych, stanowiących połączenie dwóch lub trzech hodowli jednostopniowych, uzyskano niższe wydajności i produktywności niż w hodowlach jednostopniowych. Wyniki te były jednak znacznie korzystniejsze niż w hodowlach wielostopniowych jednostrumieniowych. Wyniki badań jakości drożdży piekarskich uzyskanych w omawianych metodach hodowli przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 3. Schemat regulatora w zmodyfikowanej oxysterze; 1 - zadajnik służący do sterowania pracą pompy odbierającej brzeczkę, 2 - zadajnik służący do sterowania pracą pompy dozującej pożywkę, 3 - wskaźnik zawartości tlenu rozpuszczonego

We wszystkich hodowlach uzyskiwano drożdże o niskiej jakości, nie spełniające wymagań zawartych w PN-72/A-79002. Badania jakości drożdży odbieranych z brzeczką z fermentora wykazały małą ich trwałość, długi czas podnoszenia ciasta oraz podwyższoną zawartość białka.

Jakość drożdży otrzymywanych w badanych rodzajach hodowli ciągłej

		Hodowla ciągła w układzie					
Wskaźnik jakości	Jednostka	Jednostop- niowym z automat. dozowaniem pożywki	jednostop- niowym z automat. dozowaniem pożywki i aut. odblorem brzeczki	dwustop- niowym jedno- strumie- niowym	dwustop- niowym dwustru- mienio- wym	trójstop- niowym jedno- strumie- niowym	trójstop- niowym trój- strumie- niowym
Zawartość azotu	% s.s	7,53	7,39	7,31	7,42	7,24	7,37
Zawartość białka	% s.s	47,06	46,19	45,69	46,37	45,25	46,06
Zawartość fosforu	% P ₂ O ₅ s.s	3,91	3,74	3,64	3,70	3,51	3,67
Czas podnoszenia ciasta							
- łączny	min.	178	182	164	176	162	178
- pęd I + II + III		92+48+38	96+50+36	84+48+32	88+50+38	82+46+34	90+52+36
Trwałość drożdży	h	72	72	96	72	96	72

Kształtowanie się parametrów technologicznych oraz jakości drożdży otrzymanych w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie dwustopniowym, w którym drugi fermentor pełnił rolę dojrzewalnika

Cechy jakości otrzymanych drożdży

Dla całego układu

Dojrzewalnik

Fermentor

Czas podnoszenia ciasta (w min)

wskaznik zużycia masy o zawartości 50% cukru do wyprod. 1 g drożdży D₂₇

zawartość fosforu jako P₂O₅ (%)

zawartość białka (%)

zawartość azotu (%)

szybkość rozcieńczenia (w h⁻¹)

czas podwojenia (w h)

właściwa szybkość wzrostu (w h⁻¹)

zawartość białasy (w g/dm³)

czas dojrzewania (h)

szybkość rozcieńczenia (w h⁻¹)

produktyność białasy (w g/dm³h)

zawartość białasy (w g/dm³)

czas podwojenia białasy (w h)

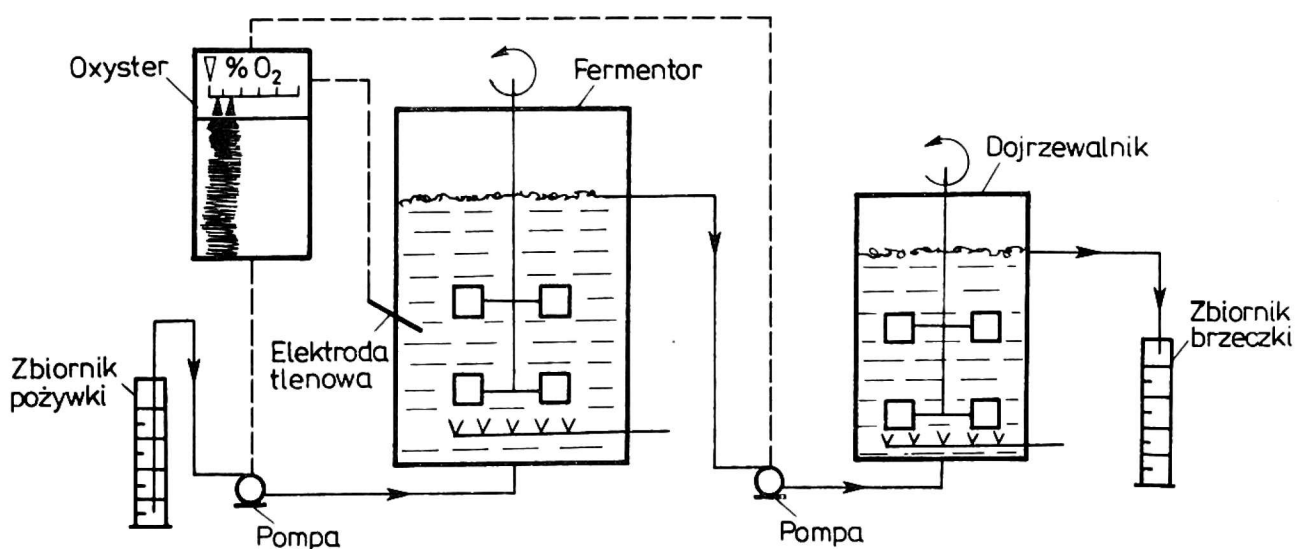
szybkość rozcieńczenia (w h⁻¹)

natężenie dopływu powietrza (w dm³/h)

Numer hodowli

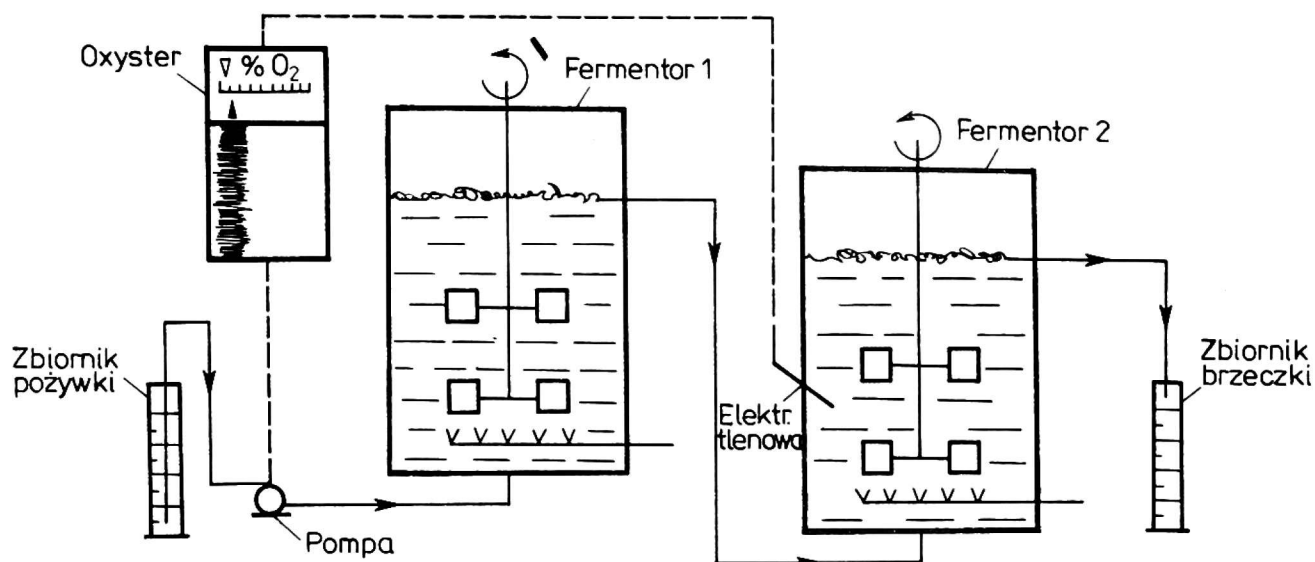
Numer hodowli	szybkość rozcieńczenia (w h ⁻¹)	czas podwojenia białasy (w h)	zawartość białasy (w g/dm ³)	produktyność białasy (w g/dm ³ h)	szybkość rozcieńczenia (w h ⁻¹)	czas dojrzewania (h)	zawartość białasy (w g/dm ³)	czas podwojenia (w h)	szybkość rozcieńczenia (w h ⁻¹)	właściwa szybkość wzrostu (w h ⁻¹)	zawartość białasy (w g/dm ³)	zawartość azotu (%)	zawartość białka (%)	zawartość fosforu jako P ₂ O ₅ (%)	I ped	II ped	III ped	Razem	Trwałość termostatowa (w h)
1	0,233	0,093	7,45	34,27	3,19	próba kontrolna (bez dojrz.)	0,093	3,19	68,54	126,8	0,79	7,40	46,25	3,71	97	50	37	184	72
2	0,234	0,094	7,37	34,19	3,21	1,0	35,68	0,042	16,50	0,086	3,07	7,17	44,81	3,18	80	33	29	142	104
3	0,233	0,093	7,45	34,30	3,19	0,5	36,25	0,027	25,67	0,079	2,86	6,92	43,25	2,97	73	28	25	126	128
4	0,235	0,094	7,37	34,15	3,21	0,33	36,10	0,018	38,50	0,073	2,64	6,74	42,13	2,61	75	30	25	130	128
5	0,234	0,094	7,37	34,21	3,22	0,25	36,14	0,013	53,31	0,068	2,46	6,50	40,63	2,34	77	28	23	128	120

W następnym etapie badań zajęto się więc poprawą jakości drożdży produkowanych metodą ciągłą. W tych badaniach do produkcji biomasy komórkowej zastosowano hodowlę ciągłą w układzie jednostopniowym z automatycznym dozowaniem pożywki melasowej i automatycznym odbiorem brzezki, ponieważ w tym sposobie hodowli osiągnięto największą produktywność i wydajność biomasy. W celu poprawienia jakości drożdży zastosowano ich dojrzewanie w dodatkowym fermentorze (dojrzewalniku), do którego doprowadzono brzeczkę z pierwszego, głównego fermentora. Możliwość regulacji objętości przebywającej w dojrzewalniku brzezki, w zakresie od $0,24$ do $0,96 \text{ dm}^3$, przy objętościowym natężeniu przepływu brzezki wynoszącym około $0,24 \text{ dm}^3/\text{h}$, pozwalała uzyskać różne czasy dojrzewania drożdży od około 1 do 4 godzin. Wyniki badań hodowli ciągłych w tym układzie przedstawiono w tabeli 3.

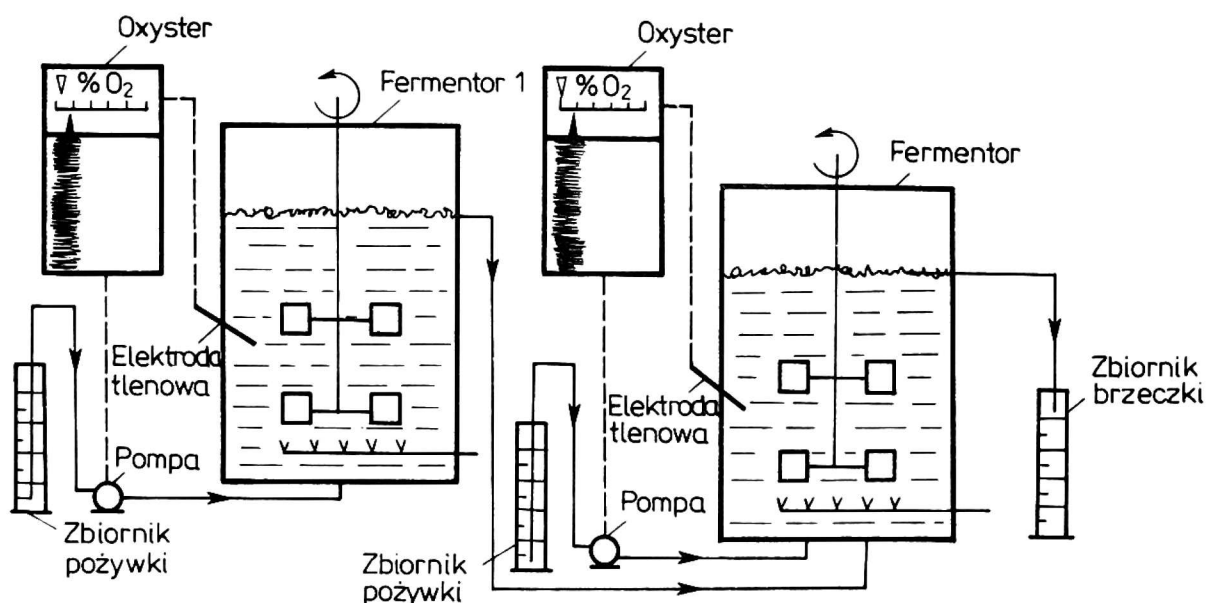


Rys. 4. Schemat automatycznej regulacji dozowania pożywki i odbioru brzezki w dwustopniowej jednostrumieniowej hodowli ciągłej z zastosowaniem dojrzewania drożdży

We wszystkich hodowlach w stanie stałym stężenie biomasy w pierwszym fermentorze wynosiło około 34 g/dm^3 , szybkość rozcieńczenia - około $0,94 \text{ h}^{-1}$, a produktywność - około $3,2 \text{ g/dm}^3\text{h}$. W drugim fermentorze (dojrzewalniku) następował powolny przyrost biomasy drożdży, o czym świadczy wysoki czas podwojenia, który wzrastał od 16,5 do 53,31 godzin wraz ze wzrostem czasu przebywania brzezki (czas dojrzewania) od 1 do 4 godzin. Wraz ze wzrostem czasu dojrzewania nieznacznie wzrastała wydajność, malała natomiast produktywność (od $3,06$ do $2,46 \text{ g/dm}^3\text{h}$) oraz zawartość białka i fosforu w otrzymywanych drożdżach. Najwyższą trwałość termostatową - 128 godzin - posiadały drożdże, które dojrzewały



Rys. 5. Schemat regulacji dozowania pożywki w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie dwustopniowym jednostrumieniowym

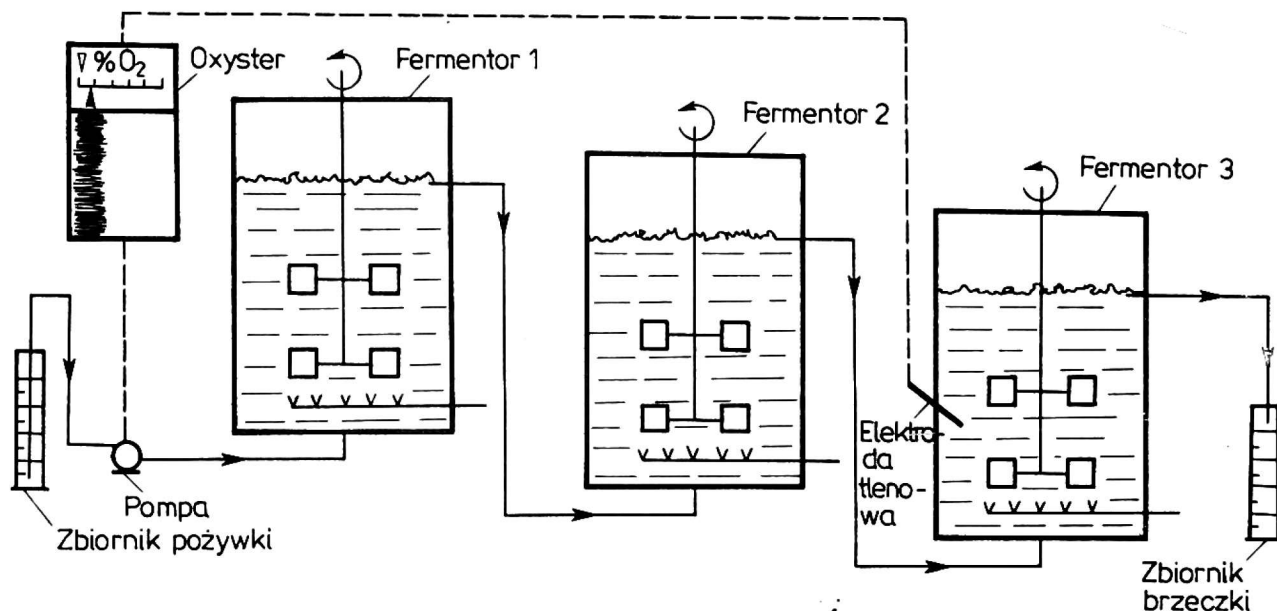


Rys. 6. Schemat regulacji dozowania pożywki w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie dwustopniowym dwustrumieniowym

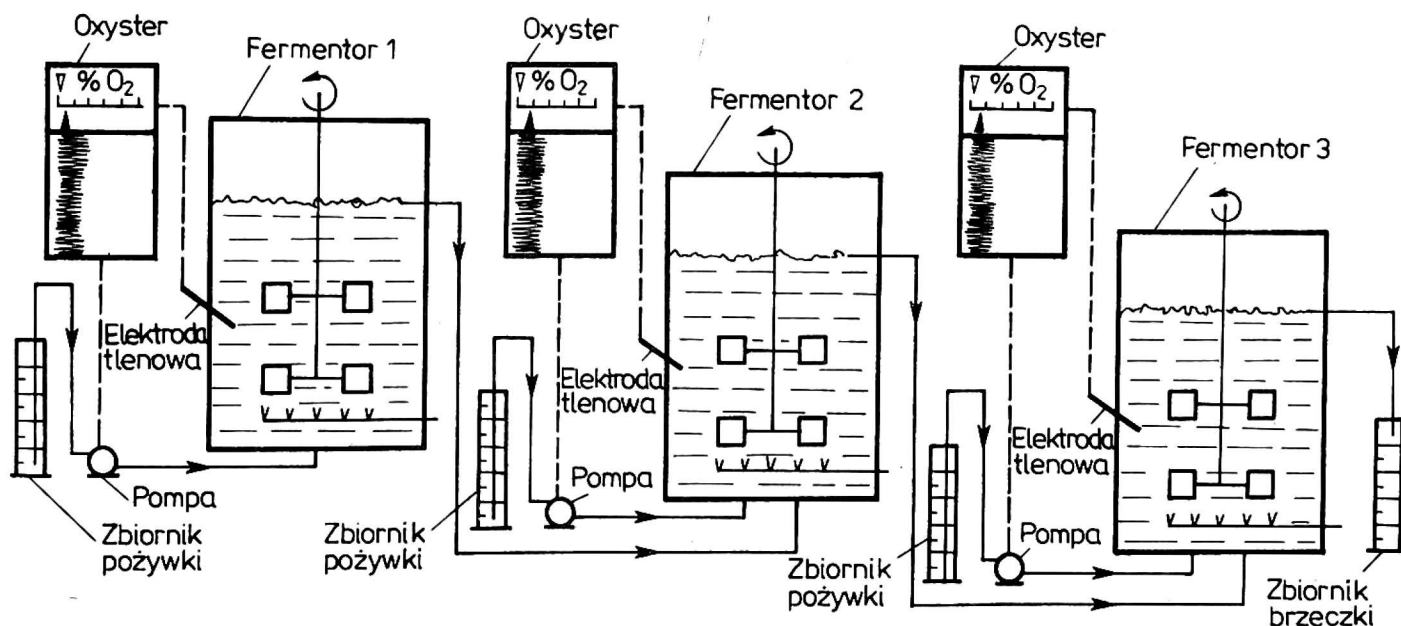
przez 2 i 3 godziny. Po dwugodzinnym dojrzewaniu czas podnoszenia ciasta wynosił 126 minut ($73+28+25$). Zastosowanie dwugodzinnego dojrzewania drożdży przyjęto za wystarczające, gdyż jakość drożdży ulegała znacznej poprawie i spełniała warunki jakościowe przewidziane dla drożdży piekarskich w normie krajowej (PN-72/A-79002).

Wyniki przeprowadzonych badań wykazują możliwość zastosowania w skali przemysłowej ciągłej hodowli drożdży piekarskich prowadzonej w układzie dwustopniowym. Proponowany sposób charakteryzuje się tym, że w pierwszym fermentorze, do którego pożywkę dozuje się automatycznie na podstawie zmian stężenia tlenu roz-

puszczonego w brzeczce, następuje wzrost komórek drożdży z wysoką produktywnością i wydajnością, natomiast w drugim fermentorze (dojrzewalniku) następuje poprawa cech jakościowych drożdży. Taki dwustopniowy układ zapewnia korzystną jakość drożdży przy zachowaniu wysokiej produktywności hodowli ciągłej.



Rys. 7. Schemat regulacji dozowania pożywki w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie trójstopniowym jednostrumieniowym



Rys. 8. Schemat automatycznej regulacji dozowania pożywki w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie trójstopniowym trójstrumieniowym

Przy wprowadzaniu opracowanej metody hodowli w skali technicznej nie należałoby przewidywać większych trudności aparaturowych, ponieważ można wykorzystać w tym celu już istniejące fermentory uzupełniając je tylko aparaturą pomiarowo-kontrolną.

Poważną przeszkodę mogą natomiast stanowić sygnalizowane w literaturze fachowej zakażenia, których wyeliminowanie wymagałoby utrzymywania szczególnej czystości mikrobiologicznej oraz sterylizacji nie tylko melasy, ale wody i pełnego wyjaławiania powietrza.

WNIOSKI

1. Spośród stosowanych sposobów prowadzenia hodowli ciągłych jedno- i wielostopniowych, jedno- oraz wielostrumieniowych największą produktywność i wydajność biomasy otrzymano w hodowli ciągłej prowadzonej w układzie jednostopniowym z automatycznym dozowaniem pożywki i automatyczną regulacją odbioru brzezki. W tym sposobie uzyskiwano wydajność $126,8\% D_{27/M_{50}}$, a produktywność wynosiła $3,19 \text{ g/dm}^3\text{h}$.

2. W hodowlach ciągłych wielostopniowych jednostrumieniowych na skutek nadmiaru pożywki cukrowej w pierwszym fermentorze tworzył się etanol, co prowadziło, pomimo zużywania etanolu w następnych fermentorach, do obniżenia wydajności hodowli.

3. W hodowlach ciągłych wielostopniowych wielostrumieniowych osiągnano większe wydajności i produktywność, aniżeli w hodowlach ciągłych wielostopniowych jednostrumieniowych, ale mniejsze niż w hodowlach ciągłych jednostopniowych.

4. We wszystkich sposobach prowadzenia hodowli ciągłych uzyskiwano drożdże niskiej jakości.

5. Warunkiem otrzymywania dobrej jakości drożdży piekarskich w procesie hodowli ciągłej jest zastosowanie ich dojrzwania; w tym celu należałoby dodać do układu dalszy fermentor (dojrzwalnik).

6. Drożdże uzyskiwane w procesie hodowli ciągłej z automatycznym dozowaniem pożywki i automatyczną regulacją odbioru brzezki w zależności od zmian stężenia tlenu rozpuszczonego w brzezce, poddane dwugodzinnemu procesowi dojrzwania, odpowiadają wymaganiom stawianym drożdżom piekarskim pod względem zawartości białka, fosforu, czasu podnoszenia ciasta i trwałości.

LITERATURA

1. Beran K.: (W) Continuous Cultivation of Microorganisms. A Symposium NCSAV, Praha 1958.

2. Daranyi S.C.: Pat. USA nr 2 035 048, 1936.
3. Drożdże. Metody badań. PN-73/A-79005.
4. Leśniak W.: Studia nad ciągłą hodowlą drożdży *Candida utilis* z zastosowaniem nutristatu jako podstawy regulacji dozowania substratu. Praca habilitacyjna. Pr. Nauk., AE Wrocław, 168, 1980.
5. Leśniak W., Miśkiewicz T., Pietkiewicz J., Ziobrowski J., Michałowski J.: Pat. Polski, 108 041, 1980.
6. Leśniak W., Pietkiewicz J., Ziobrowski J.: Pat. Polski 109047, 1980.
7. Málek I.: Kontinuální kultivace mikroorganismů. Československé Akademie Věd., Praha 1964.
8. Miśkiewicz T.: Przem. Ferment. Rol., 22, 3, 17, 1978.
9. Miśkiewicz T., Leśniak W., Ziobrowski J.: Biotechnol. Bioeng., 17, 1829, 1975.
10. Olsen A.J.C.: Chem. Ind., 16, 4, 416, 1960.
11. Olsen A.J.C.: Pat. W. Brytanii nr 299 336, 1928.
12. Pietkiewicz J.: Badania nad hodowlą ciągłą drożdży piekarskich, Praca doktorska. Inst. Technol. Przem. Chem. Spoż., AE Wrocław, 1979.
13. Pietkiewicz J., Leśniak W.: Pr. Nauk., AE Wrocław, 199, 7-27, 1982.
14. Pietkiewicz J., Leśniak W., Ziobrowski J.: Przem. Ferment. Owoc. Warz., 2, 15-18, 1981.
15. Plevako E.A.: (W). Proc. Second Symp. on Continuous Cultivation of Microorganisms. Ed. By Málek et al. Academic Press. New York 1962.
16. Sher H.N.: Pat. USA nr 3 032 476, 1962.
17. Sobczak E.: Przem. Ferment. Rol., 19, 8-9, 5, 1975.
18. Ziobrowski J.: Przem. Spoż., 18(1), 45, 1964.

E. Петкевич, В. Лесняк

ПОСТОЯННАЯ КУЛЬТУРА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Р е з ю м е

В статье дается краткий обзор литературы касающейся проведенных до настоящего времени исследований по постоянной культуре хлебопекарных дрожжей, а также рассматриваются результаты собственных исследований авторов по одно- и многоступенчатой (одно- и многоструйной) постоянной культуре с автоматическим дозированием мелассовой питательной среды в зависимости от изменений концентрации растворенного в бражке кислорода. Наивысшая продукция и производительность биомассы были получены в культуре проводимой в одноступенчатой системе с автоматическим дозированием и отбором питательной среды. Во всех способах ведения культуры получали дрожжи низкого качества. После применения созревания дрожжей их качество значительно улучшалось. С этой целью одноступенчатой системе прибавляли еще один

ферментер малого объема, образуя таким способом одноструйную двух-ступечатую систему, в которой в первой ступени происходило размножение и рост дрожжевых клеток с высокой продукцией и производительностью, тогда как во втором ферментере (созревателе) происходил двухчасовой процесс созревания дрожжей. Такой способ ведения культуры обеспечивал получение хорошего качества хлебопекарных дрожжей с продукцией составляющей $134,1\% D_{27}/M_{50}$ и производительностью - $2,86 \text{ г/дм}^3/\text{час}$.

J. Pietkiewicz, W. Leśniak

CONTINUOUS CULTURE OF BAKING YEASTS

S u m m a r y

A short review of the literature of hitherto investigations on continuous culture of baking yeasts is given as well as the results of authors' own investigations on one- and many-stage (one- and many-stream) continuous culture at automatic batching of molasse nutrient medium, depending on the concentration degree changes of oxygen dissolved in wort are presented. The highest output and productivity of biomass was reached in the culture run in the one-stage system with automatic batching and taking up the nutrient medium. In all culture running systems low-quality yeasts were obtained. After application of ripening of the yeasts their quality considerably improved. For this purpose to the culture run according to the one-stage system still one small-volume fermenter was added, forming thus a two-stage one-stream system, in which at the first stage of the system multiplication and growth of yeast cells with high productivity took place, whereas in another fermenter (ripeners) ran the two-hour process of yeast ripening. Such a culture enabled to obtain good-quality baking yeasts at output of $134.1\% D_{27}/M_{50}$ and productivity $2.86 \text{ g/dm}^3/\text{h}$.