

21 marca 1932 r.

C12c 11/10

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 15487.

Kl. 6 a 15.

M. Fischl's Söhne
(Wiedeń, Austria)
i Franz Rosenberg
(Limersach pod Klagenfurt, Austria).

Sposób i urządzenie do otrzymywania drożdży przewietrzanych.

Zgłoszono 17 grudnia 1929 r.

Udzielono 23 stycznia 1932 r.

Pierwszeństwo: 18 grudnia 1928 r. (Austria).

Z przejściem od tak zwanego starego sposobu wiedeńskiego do sposobu przewietrzania drożdży około roku 1890 rozpoczęła się nowa epoka rozwoju fabrykacji drożdży. Zgodnie z tym sposobem przezroczystą uwolnioną od kielków brzezki poddawano fermentacji, wdmuchując znaczne ilości powietrza; jednocześnie zastosowano większe rozcieńczenia, aby tworzący się alkohol nie hamował przedwcześnie rozmnażania się drożdży. W ten sposób zwiększenie wydajności drożdży osiągnano kosztem zmniejszenia wydajności alkoholu. Około roku 1910 powstał nowy sposób przewietrzania, dający znacznie większą wydajność drożdży przy

jednoczesnem dalszem zmniejszeniu produkcji alkoholu; wyniki te osiągnano dzięki jeszcze większemu, niż dotychczas, rozcieńczeniu brzezki (w celu całkowitego usunięcia granicy, poza którą tworzący się alkohol mógłby przeszkadzać rozmnażaniu się drożdży) i zapomocą jeszcze silniejszego, niż dotychczas stosowano, przewietrzania. Jednakże korzyść osiągnana ze zwiększenia wydajności drożdży jest w praktyce nie tak wielka, ponieważ praca powyższym sposobem z wielkimi ilościami rozcieńczonej brzezki jest bardzo uciążliwa i kosztowna.

Dalszem wydarzeniem epokowym w rozwoju techniki drożdźnictwa jest wprowa-

dzenie t. zw. „zasady dopływu”. Według sposobu tego do drożdży podczas przeróbki nie dodawano od razu całej ilości płynnej pożywki potrzebnej do wywoływania rozmnażania, lecz początkowo nastawiano drożdże do fermentacji ze stosunkowo małą ilością roztworu cukrowego a resztę cukru (i zwykłych materiałów potrzebnych do rozwoju drożdży) dodawano następnie okresowo lub w sposób ciągły, w miarę ich zużycia w procesach biologicznych drożdży. W ten sposób pomimo stale niskiej zawartości cukru w fermentującej cieczy można było przerabiać stosunkowo dużą ilość surowców w ograniczonej przestrzeni fermentacyjnej na drożdże prasowane i spirytus (albo na same drożdże prasowane). Niskie stężenie cukru w fermentującej brzeczce niezbędne do otrzymania wysokiej wydajności drożdży utrzymuje się tu bez szkodliwego wpływu na przebieg procesu rozmnażania, nieuniknionego przy użyciu bardzo dużych ilości roztworów rozcieńczonych. Ten sposób „dopływowy” ukazał się prawie jednocześnie w Niemczech, Austrii i na Węgrzech około roku 1915, a następnie rozwinął się specjalnie w Danii do postaci nadających się w praktyce, które następnie wyparły wszelkie inne dotychczas używane sposoby. Daje on bardzo dużą wydajność produktu znacznie mniej wartościowego w porównaniu z produktem otrzymywanym według dawniejszych sposobów.

Wynalazek niniejszy zmienia zasadniczo sposób dopływowy. Sposób ten różni się od starych metod (t. zw. metod nastawiania), a z drugiej strony od sposobu dopływowego tem, że jest „sposobem fazowym” ponieważ proces rozmnażania drożdży podzielony jest na pewną ilość poszczególnych fermentacji częściowych (faz), których początek i koniec jest dokładnie określony.

Punktem wyjściowym badań które doprowadziły do wynalazku stanowi równanie wyprowadzone przez Eulera dla zbioru $a+x$, otrzymanego z ilości posiewu a w czasie t . Równanie to (patrz Euler-Lindner „Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung”, Berlin 1915, str. 253)

$$0.4343 k't = \log(a + x) - \log a$$

jest słuszne przy założeniu, że każda komórka rozmnaża się niezależnie od innej (co ma miejsce dopóty, dopóki przez zbyt wielkie nagromadzenie się komórek nie zbraknie ciał odżywczych w pożywce albo też tworzą się w niej ciała działające hamująco, trucizny i t. d.); z równania tego wynika, że ilość drożdży w danych warunkach wzrasta logarytmicznie wraz z czasem. Doświadczenia Eulera i innych badaczy dowiodły, że stała rozmnażania $k = 0.4343 k'$ jest dokładną miarą szybkości przyrostu drożdży (Euler-Lindner str. 255), tak iż stałe rozmnażania służą do charakterystyki drożdży (Euler-Lindner str. 257).

Wychodząc z tych samych założeń drogą matematyczną zasadnicze równanie Eulera dla rozmnażania drożdży otrzymano w postaci

$$q = a \cdot e^{\vartheta t} \quad (\text{Równanie I})$$

w równaniu tem q oznacza ilość drożdży obecną po pewnym czasie t , a ilość drożdży, z którą proces rozmnażania rozpoczęto, zaś e zasadę naturalnego logarytmu i ϑ stałą rozmnażania k' równania Eulera. Z tego wynika

$$\vartheta = \frac{1}{t} (\ln q - \ln a)$$

albo uwzględniając logarytm Briggs'a otrzymuje się:

$$\vartheta = \frac{\ln 10}{t} (\log q - \log a) = 2.30259 \left(\frac{\log q - \log a}{t} \right)$$

W ten sposób otrzymuje się

$$\frac{\partial t}{2.30259} = -\log q - \log a \quad \text{albo}$$

$$0.4343 \partial t = \log q - \log a$$

zupełnie zgodnie z równaniem Eulera.

Z równania zasadniczego $q = a \cdot e^{\partial t}$ przy założeniu pewnej wartości dla ∂ i a daje się obliczyć ilości drożdży q w określonych czasach t . Na fig. 1 rysunku wyrażono te wartości w kg substancji suchej drożdży dla pięciu przyjętych współczynników rozmnażania ($\partial=0,055; 0,08; 0,10; 0,129$ i $0,155$) w stosunku do czasu rozmnażania t od jednej do 28 godzin przyczem ilość drożdży macierzystych a wynosiła 10 kg. Na zasadzie tych wyliczonych wartości q przedstawiono graficznie odpowiednie krzywe wzrostu drożdży w czasie (krzywe rozmnażania) a do e , wyobrażające rozmaity przebieg rozmnażania odpowiadający danym wartościom współczynnika rozmnażania ∂ .

Dla porównania z temi teoretycznymi krzywymi rozmnażania badano analitycznie liczne fermentacje przeprowadzane w skali laboratoryjnej, ustalając wartości q z godziny na godzinę, w drodze ważenia i wykreslano praktyczne krzywe rozmnażania, odpowiadające tym wartościom. W ciągu tych badań eksperymentalnych stwierdzono bardzo ważne nowe fakty, stanowiące podstawę wynalazku. Okazało się, że przez równomierne stopniowe doprowadzanie pożywki przy utrzymywaniu odpowiednio wysokich rozcieńczeń można z jednej strony zapobiegać obniżaniu się ilości pożywki, a z drugiej gromadzeniu się ciał hamujących, tworzących się podczas fermentacji, w takim stopniu, że ilość drożdży przy pracy w zakresie laboratoryjnym w ciągu fermentacji aż do 30 godzin wzrasta prawidłowo według krzywej logarytmicznej wraz z czasem, a zatem rozmnażanie drożdży we wszystkich stadiach można prowa-

dzić odpowiednio do podanego równania podstawowego. Dalej stwierdzono, że, zmieniając warunki pracy (zmiana ilości pożywki, rozcieńczenie, temperatura i ilość powietrza) można osiągnąć również rozmaity przebieg wzrostu w przybliżeniu do różnych teoretycznych krzywych rozmnażania (fig 1), a więc utrzymując stałe rozmaite współczynniki rozmnażania ∂ przy użyciu jednej i tej samej rasy drożdży siewnych. Wreszcie okazało się, że przez rozmnażanie drożdży przy wartości ∂ równej 0,05 do 0,09 otrzymuje się drożdże z dobrą wydajnością o sile pędnej, podobnej do siły, jaką wykazują drożdże otrzymane zapomocą sposobu nastawiania, lecz przewyższając je trwałością, natomiast przy wartości ∂ równej 0,09 do 0,155 otrzymuje się drożdże o normalnej sile pędnej drożdży procesu dopływowego, lecz o znacznie większej trwałości i z większą wydajnością; powyżej wartości ∂ przekraczającej 0,155, aż do 0,22 otrzymuje się bardzo wysoką wydajność drożdży jeszcze zdalnych do użytku.

Jednakże przeniesienie tych ważnych wyników do przemysłu stanowiło znaczną trudność, ponieważ przy wytwarzaniu drożdży na wielką skalę nie udawało się żadną ze znanych metod otrzymać stałego współczynnika rozmnażania drożdży ∂ , ani tak ograniczyć jego wahań, ażeby wzrost w ciągu całego procesu wytwarzania przebiegał w przybliżeniu według krzywej logarytmicznej.

Otóż zasadnicza myśl wynalazku polega na tem, ażeby zamiast jednego ciągłego procesu wytwarzania drożdży stosować proces rozmnażania podzielony na pewną ilość krótkich, a zatem łatwo dających się opanować procesów cząstkowych (faz), w których wzrost drożdży dałby się regulować zgodnie z zasadniczym równaniem Euler'a dla każdej poszczegółnej fazy i których krzywe rozmnażania, takby się ze sobą łączyły, żeby przebieg rozmnażania, jako

całość odpowiadał, w przybliżeniu równaniu zasadniczemu (równanie 1). W ten sposób teoretycznie oznaczony cel pracy osiągnięto zapomocą zasad technicznych dzięki temu, że proces rozmnażania drożdży rozłożono na następujące po sobie kolejno bezpośrednio fermentacje cząstkowe o coraz większej pojemności, tworzące zamknięte same w sobie procesy rozmnażania, przy czym drożdżom na początku każdej poszczególnej fazy daje się cały roztwór pożywki potrzebny w tej fazie i proces rozmnażania w każdej fazie prowadzi się aż do wyczerpania (albo prawie do wyczerpania) cukru fermentującego, wprowadzonego na początku danej fazy, zaś drożdże otrzymane w fazie poprzedniej bez oddzielania służą jako drożdże nastawne dla fazy następnej. Najlepiej jest rozmnażać ilość drożdży siewnych, wprowadzoną na początku całego procesu fermentacji (korzystnie czyściej hodowli laboratoryjnej), albo też ilość drożdży macierzystych, dodaną na początku rozmnażania fazowego aż do ostatecznego oddzielenia zbioru drożdży, w ciągłym zetknięciu ze środowiskiem pożywkowym.

Aby taką fermentację fazową jako całość przeprowadzić możliwie w przybliżeniu do teoretycznej krzywej rozmnażania równania zasadniczego (równania 1) ilość pożywek danych drożdżom na początku poszczególnych faz trzeba w przybliżeniu tak dobrać, ażeby ilość drożdży w każdej fazie poprzez wszystkie stadia fermentacji zwiększała się o pewną określoną wartość, wzrastającą od fazy do fazy, dzięki idealnym warunkom, zgodnie z którymi ilość drożdży stale wzrasta w zależności logarytmicznej od czasu, odpowiednio do równania zasadniczego $q = a \cdot e^{\frac{\vartheta t}{n}}$; w równaniu tem q oznacza ilość drożdży obecną po pewnym czasie t , a ilość drożdży, z którą rozpoczęto proces rozmnażania, zaś e zasadę naturalnego logarytmu, podczas gdy ϑ oznacza czynnik rozmnażania, który nale-

ży dobrać zależnie od żądanych właściwości drożdży i wydajności, wahający się od 0,05 do 0,22. Z tego wynika, że dodatek cukru w poszczególnych fazach musi wzrastać stale od wartości $< \frac{Z_n}{n}$ (przyczem Z_n oznacza całkowitą ilość cukru, zaś n ilość faz), do wartości $> \frac{Z_n}{n}$. Dalej wykres krzywych rozmnażania drożdży przedstawionych na fig. 1 i odpowiadających teoretycznemu równaniu zasadniczemu wykazuje, że poszczególne ilości cukru, jakie należy dodać na początku poszczególnych faz wzrastają od fazy do fazy od wartości znacznie niższej od $\frac{Z_n}{n}$ w pierwszych fazach fermentacji wstępnej, natomiast w fazach fermentacji głównej wzrastają od fazy do fazy znacznie silniej, a wzrost ten jest tem silniejszy, im większy jest współczynnik ϑ . Pożywki potrzebne do pokrycia zapotrzebowania przez drożdże azotu i fosforu należy wprowadzać w podobnych warunkach, jak poszczególne ilości cukru. W ten sposób dodawanie pożywek jest w szerokich granicach niezależne od rozcieńczenia i jest określone miarą rozmnażania drożdży w sensie równania Euler'a. Ponieważ współczynnik ϑ wpływa na właściwość i wydajność drożdży, służy on do określania ilości pożywek w poszczególnych fazach. W wykonaniu praktycznym wynika samo przez się, że temperaturę fermentacji i ilość powietrza należy odpowiednio dobierać, a poza odpowiednim doborem ilości pożywek fermentację należy prowadzić w temperaturze tem cieplejszej i w tem mocniejszym stopniu stosować przewietrzanie, im wyższy jest czynnik ϑ krzywej rozmnażania drożdży, do której powinien być dostosowany cały przebieg procesu rozmnażania.

Oдноśnie ilości faz, na które należy podzielić cały proces rozmnażania w danej jednostce czasu tak, aby z całą pewnością

zapobiec zmianom środowiska pożywkowego (zmniejszania się ilości ciał pożywnych gromadzenia się ciał hamujących) w poszczególnych zamkniętych w sobie procesach rozmnażania, jako odchyleniom od zasadniczego równania Euler'a, doświadczalnie stwierdzono, że w poszczególnych fazach należy osiągać, co najwyżej podwojenie ilości drożdży, a cały czas trwania procesu fermentacji t_n stanowi 16 do 36 godzin, przyczem proces rozmnażania drożdży dzieli się korzystnie na 5 do 8 faz.

Oparty na tych zasadach przebieg procesu otrzymywania drożdży, w celu sprawdzenia każdorazowo dobranych warunków pracy, należy badać analitycznie, ważąc ilość drożdży obecną na początku i na końcu każdej fazy; zapomocą tak znalezionej wartości dla $q_1, q_2, \dots, q_n$ kreśli się krzywą rozmnażania drożdży i porównywa z krzywymi, odpowiadającymi zasadniczemu równaniu Euler'a (fig. 1). Dzięki tej nowej metodzie obserwacji procesu, warunki pracy, dobrane na zasadzie ogólnych prawideł, można tak wysubtelnić na drodze doświadczenia, że w specjalnych praktycznych warunkach pracy proces rozmnażania zostaje zbliżony do równania zasadniczego 1 przy określonym współczynniku Φ , odpowiadającym wzrostowi drożdży we wszystkich stadiach aż do końca fermentacji.

W ramach tych ogólnych zasad opracowano na drodze dalszych doświadczeń kilka postaci wykonania procesu fazowego, ułatwiających przebieg procesu w przybliżeniu do jego przebiegu teoretycznego.

Normalnie nie zaleca się dzielić całego czasu trwania fermentacji na okresy równe. Wogóle otrzymuje się znacznie lepsze wyniki, jeśli czas trwania fermentacji pierwszych faz (w których odbywa się fermentacja wstępna) jest większy niż $\frac{t_n}{n}$ (przyczem t_n oznacza cały czas trwania fermentacji, zaś n ilość faz). Czas trwania

faz, następujących po fermentacji wstępnej, opada poniżej wartości $\frac{t_n}{n}$, a dopiero w ostatnich fazach zbliża się do tej wartości.

W fazach następujących po fermentacji wstępnej zaleca się po wytworzeniu nowego pokolenia drożdży wprowadzić okres spoczynku, pozwalając drożdżom dojrzeć przed dostarczeniem im dalszych porcyj pożywienia. Trwanie tych przerw dojrzewania zaleca się powiększać od fazy do fazy.

Dalej korzystnie jest wprowadzać na początku fazy możliwie jednocześnie całą ilość pożywek, potrzebną do rozmnażania drożdży w poszczególnych fazach czyli wprowadzać środowisko pożywkowe możliwie szybko i równomiernie. W ten sposób wyzyskuje się właściwość drożdży, polegającą na zdolności absorpcji na powierzchni drożdży pożywek, znajdujących się w roztworze.

Krzywą rozmnażania drożdży zapomocą fermentacji fazowej wykonanej w wielkim przemyśle w myśl powyższych zasad w siedmiu fazach przedstawiono graficznie na fig. 2. Czas trwania poszczególnych faz $t_1, (t_2 - t_1), \dots, (t_7 - t_6)$ odłożono na osi odciętych, zaś ilość drożdży siewnych a oraz ilości drożdży $q_1, q_2, \dots, q_7$, wytworzone na końcu poszczególnych faz, odłożono na osi rzędnych. Cały proces przebiega według krzywej logarytmicznej i zgadza się doskonale z przebiegiem krzywych teoretycznych według fig. 1, a zwłaszcza z krzywą d , której współczynnik Φ odpowiada wartości 0,129.

Fig. 3 rysunku przedstawia odpowiednią krzywą czasu przemiany cukru i analitycznie badany przebieg tej przemiany. Czasy fermentacji w poszczególnych fazach, zgodnie z fig. 2 odłożono na osi odciętych, zaś ilości dodanego cukru na osi rzędnych. Analitycznie badana zawartość cukru w poszczególnych fazach zaznaczona jest liniami gru-

bemi, zaś każdorazowa zawartość cukru inwertowanego linjami cienkimi. Okazuje się, że ilości cukru inwertowanego wzrastają przy przejściu z poszczególnych faz, co należy przypisać temu, że cukier trzcinowy rozszczepiony przez inwertazę zostaje czasowo związany i skutkiem tego przy analizie nie ujawnia się jako cukier inwertowany, a dopiero później ujawnia się bądź jako cukier inwertowany lub też zostaje przyswojony. Okresy dojrzewania wzrastające w miarę procesu rozmnażania drożdży w poszczególnych krzywych zużycia cukru występują wyraźnie w wyższych fazach.

Aby uwydatnić zalety niniejszego sposobu w porównaniu z dotychczas znanymi sposobami otrzymywania drożdży, należy jeszcze zaznaczyć, że drożdże we wszystkich dotychczasowych sposobach, zwłaszcza w procesie dopływowym, wprowadza się w stanie dojrzewania do mocno rozcieńczonego roztworu pożywki, natomiast według sposobu niniejszego cały proces fermentacji nie wymaga specjalnych generacji drożdży nastawnych, jako takich oddzielanych i odciskanych z roztworu, przyczem drożdże, z wyjątkiem wprowadzonych stosunkowo w niewielkiej ilości pierwszych drożdży macierzystych, względnie hodowli laboratoryjnej, w ciągu całego procesu stale znajdują się w stanie czynnym. Wprowadzanie drożdży dojrzewających do mocno rozcieńczonego roztworu pożywki pociągą za sobą osłabienie drożdży, ponieważ na-

stępuje tutaj osmotyczna wymiana materiałów protoplazmy drożdżowej, co wynika już z tego, że drożdże, posiane w czystym mocno rozcieńczonym roztworze, zaczynają fermentować dopiero po pewnym czasie. Ten czas indukcji, potrzebny do doprowadzenia drożdży odcisniętych i zasianych w rozcieńczonej brzeczce do stanu komórki zdolnej do życia, odpada zupełnie przy zastosowaniu niniejszego sposobu.

Dalsza zaleta procesu fazowego, w porównaniu z dotychczas znanymi sposobami, polega na możliwości przerywania fermentacji po skończeniu jednej lub drugiej fazy, zależnie od tego jakie wydajności oraz jakie właściwości drożdży należy otrzymać, co wyrażono graficznie na figurze 2, gdzie krzywa nie zmieniając swego kształtu i położenia odpowiednio zostaje skrócona.

Urzeczywistnienie procesów wzrostu, odpowiadających różnym krzywym równania pierwszego, można uprościć i bardziej udoskonalić, ustalając zgóry rachunkowo przyrost drożdży i tem samem określony dodatek cukru dla każdej planowo dobrej wartości ϑ .

Zakładając, że równanie Euler'a jest słuszne dla każdej poszczególniej fazy,

dla pierwszej fazy służy równanie

$$q_1 = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1},$$

dla drugiej fazy równanie:

$$q_2 = q_1 \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)},$$

dla trzeciej fazy równanie:

$$q_3 = q_2 \cdot e^{\vartheta_3 (t_3 - t_2)} = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} \cdot e^{\vartheta_3 (t_3 - t_2)}$$

Fermentacja fazowa, jako całość daje się więc wyrazić równaniem:

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1} \cdot e^{\vartheta_2 (t_2 - t_1)} \cdot e^{\vartheta_3 (t_3 - t_2)} \cdot \dots \cdot e^{\vartheta_n (t_n - t_{n-1})}$$

albo:

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_1 t_1 + \vartheta_2 (t_2 - t_1) + \vartheta_3 (t_3 - t_2) \dots \vartheta_n (t_n - t_{n-1})}$$

(równanie II).

a oznacza ilość posianych drożdży, zaś e zasadę logarytmu naturalnego, obie te wartości są znane, n oznacza zastosowaną ilość faz. Współczynniki wzrostu ϑ_1 do ϑ_n mogą zgodnie z powyższym tak mało się zmieniać, o ile cały przebieg krzywej rozmnażania ma odpowiadać krzywej równania 1, że zamiast ϑ_1 do ϑ_n można wprowadzić do równania stałe ϑ (ϑ_c). Przyjmując odpowiednie wartości t_1 , $(t_2 - t_1)$ i t. d., gdy czas trwania fermentacji we wszystkich fazach jest jednakowy (tak, iż czas trwania fermentacji odpowiada wartości $\frac{t_n}{n}$, bądź też gdy trwanie faz odpowiednio zmienia się stopniowo według poprzednio wymienionych prawideł, to dobierając określoną wartość dla ϑ_c odpowiadającą żądanym właściwościom drożdży i wydajności można obliczyć wartości dla $q_1, q_2 \dots q_n$, czyli ilości drożdży, które muszą się wytworzyć na końcu faz, aby drożdże zachowały zwykłą pewną miarę szybkości przyrostu i wzrastały w zależności logarytmicznej od czasu:

$$\log q_1 = \log a + \vartheta_c t_1 \log e$$

$$\log q_2 = \log q_1 + \vartheta_c (t_2 - t_1) \log e \quad \text{i t. d.}$$

Zamiast wyliczonych stąd wartości $q_1, q_2, \dots, q_n$ można jako podstawy do wykonania procesu w praktyce, oczywiście zależnie od pojemności urządzeń, stosować wielokrotne znalezionych wartości.

Dalej również ilości cukru, jakie należy dodać do drożdży na początku poszczególnych faz, aby na końcu tych faz mogły się utworzyć ilości drożdży q_1 do q_n , obliczone dla określonego czynnika rozmnażania ϑ_c , dają się ustalić drogą rachunku.

Z założenia, że zużywanie pożywek po-

winno odpowiadać przebiegowi wzrostu według równania Euler'a, czyli że musi ono wzrastać w zależności logarytmicznej od czasu, wynika niewątpliwie, że równanie Euler'a w swej postaci pierwotnej (równanie 1) oraz w postaci wyprowadzonej dla fermentacji fazowej (równanie II) również musi się nadawać do określenia stosunku między zużyciem cukru, a czasem.

Jeśli przez z_1 oznaczyć ilość cukru potrzebną do wytworzenia w pierwszej fazie przy współczynniku rozmnażania ϑ_c i w czasie t_1 z ilości wagowej a pierwszych drożdży macierzystych nowej ilości wagowej drożdży q_1 i jeśli dalej oznaczyć przez u wagę cukru, potrzebnego do wytworzenia drożdży macierzystych a , zaś literą ξ_1 czynnik asymilacyjny dla tego procesu cząstkowego to:

$$z_1 = u \cdot e^{\xi_1 t_1}$$

analogicznie dla drugiej fazy:

$$z_2 = z_1 \cdot e^{\xi_2 (t_2 - t_1)}$$

i wogóle:

$$z_n = z_{n-1} \cdot e^{\xi_n (t_n - t_{n-1})}$$

(równanie III)

Z rozważań dla wprowadzenia ϑ_c do równania II można przyjąć również stały czynnik asymilacji ξ . Dalej ϑ_c i ξ_c muszą dla tej samej krzywej rozmnażania być jednakowe, a zatem wynika z równania II

$$\vartheta_c = 2.30259 \frac{\log q_n - \log q_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

dalej z równania III:

$$\xi_c = 2.30259 \frac{\log z_n - \log z_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

$$\vartheta_c = \xi_c = 2.30259 \frac{\log q_n - \log q_{n-1}}{t_n - t_{n-1}} = 2.30259 \frac{\log z_n - \log z_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

$$\log z_n - \log z_{n-1} = \log q_n - \log q_{n-1}$$

$$\log z_n = \log q_n - \log q_{n-1} + \log z_{n-1}$$

(równanie IV)

W równaniu IV wyraża się zależność między ciężarem drożdży, a zużyciem cukru przy danej mierze szybkości przyrostu drożdży. Ilość cukru jaką należy dodać na początku pierwszej fazy otrzymuje się z równania:

$$\log z_1 = \log q_1 - \log a + \log u$$

dla drugiej fazy:

$$\log z_2 = \log q_2 - \log q_1 + \log z_1 \quad \text{i t. d.}$$

Doświadczenie wreszcie doprowadziło do najlepszej postaci wykonania procesu fazowego, która tylko pod jednym względem odchyła się od uprzednio opisanego sposobu obliczenia, a mianowicie, że przy wprowadzaniu stosunkowo dużej ilości drożdży macierzystych (a) do fermentacji fazowej ϑ dobiera się stałe tylko dla fermentacji wstępnej, podczas gdy w pierwszych fazach obliczania zamierzonych do otrzymania ilości drożdży według równania II zakłada się wartości ϑ niższe od wartości ϑ_c . Tak więc, np., prowadząc proces rozmnażania drożdży według krzywej rozmnażania $\vartheta_c = 0,10$ w siedmiu fazach, korzystnie jest przyjąć dla ϑ_1 i ϑ_2 wartości poniżej 0,10 i dopiero dla ϑ_3 do ϑ_7 przyjąć stałą wartość 0,10. Przytem korzystnie jest dla ϑ_1 dobrać wartość jeszcze mniejszą niż ϑ_2 .

Na podstawie tych zasad matematycznych proces otrzymywania drożdży można dostosować teoretycznie w przybliżeniu zgodnie z rozmaitymi wymaganiami, co do wydajności względnie właściwości wytwarzanych drożdży, a w każdym razie znacz-

nie pewniej niż to było możliwe zapomocą jakiegokolwiek sposobu doychczasowego. Zwłaszcza można proces dostosować do żądanych określonych właściwości drożdży, dotyczących ich składu chemicznego oraz zawartości w nich enzymów, a dalej korzystnego fizjologicznego stanu drożdży sprzyjającego ich trwałości. Oczywiście oprócz wszelkich innych możliwości można również, stosując odpowiedni dobór drożdży siewnych (drożdży macierzystych) wywierać wpływ na właściwości drożdży otrzymywanych.

Różne fazy fermentacji można korzystnie prowadzić w rozmaitych naczyniach. Na fig. 4 przedstawiono schematycznie urządzenie do wykonania sposobu, przy czem na rysunku tym liczbami 1, 2, 3, 4 i 5 oznaczono naczynia fermentacyjne o wzrastającej pojemności, połączone zapomocą zamykalnych przewodów odgałęzionych 6, 7, 8 i 9 ze wspólną rurą 11, doprowadzającą powietrze. Przewody odgałęzione kończą się na dnie naczyń i zaopatrzone są w odpowiednie narządy do rozprowadzania powietrza. Liczbą 12 oznaczono przewód doprowadzający roztwór pożywkowy, od którego odgałęziają się zamykalne przewody 13, 14 i 15, których wyloty znajdują się w naczyniach 1, 2 i 3 w pobliżu ich górnej części. Czwarty przewód odgałęziony 16 ma wylot w zbiorniku 17, umieszczonym ponad naczyniami 4 i 5. Naczynia 1, 2, 3 i 4 połączone są zamykalnymi syfonami 18, 19 i 20, prowadzącymi od dna jednego naczynia do pokrywy następnego, leżącego niżej. Do dna naczynia 4 przyłączona jest pompa 21, a w przewodzie ssawczym tej pompy znajduje się odgałęzienie 22 syfonu 20. Przewód ciśnieniowy 23 prowadzi do kranu trójdrożnego 24, od którego odgałęziają się dwie rury 25 i 26. Jeden przewód rurowy 25 ma wylot w zbiorniku 17, zaś z dna tego zbior-

nika wyprowadzone są dwa przewody zamknięte 27 i 28, połączone z naczyniami 4 i 5; drugi przewód rurowy 26 ma wylot bezpośrednio w naczyniu 5.

Przy pomocy powyższego urządzenia proces wykonywa się w sposób następujący. Do naczynia fermentacyjnego 1 wprowadza się odpowiednią ilość roztworu pożywki i drożdży siewnych, korzystnie czystej hodowli laboratoryjnej, i pozostawia się ją do rozmnażania. Po upływie odpowiedniego czasu fermentacji otwiera się zawór syfonu 18, skutkiem czego zawartość naczynia 1 przechodzi do naczynia 2, gdzie następuje pierwsza faza rozmnażania z przewietrzaniem, po dodaniu odpowiedniej ilości roztworu pożywkowego. Następnie naczynie fermentacyjne 3 załadowuje się roztworem pożywkowym z drugiej fazy, aby następnie po otworzeniu zaworu w syfonie 19 przeprowadzić do naczynia 3 zawartość naczynia 2. Może być korzystnym prowadzenie w pierwszych trzech naczyniach fermentacyjnych absolutnie czystej hodowli, co znacznie lepiej zapewnia otrzymywanie drożdży o bardzo dużej trwałości. Z naczynia fermentacyjnego 3 można po otwarciu syfonu 20 przetłoczyć roztwór pożywkowy do naczynia 4, do którego dopływa roztwór pożywkowy ze zbiornika 17, przez otwarty przewód odgałęziony 27. Zamiast tego jednakże można zawartość naczynia 3 już przed wprowadzeniem do naczynia 4 zmieszać z

roztworem pożywki w naczyniu 17 i w tym przypadku otwiera się zawór przewodu 22, odgałęzionego od syfonu 20 a kran trójdrożny 24 nastawia się tak, że zapewnia on komunikację między przewodami rurowymi 23, 25, a zamyka drogę do przewodu 26. Również i zawartość naczynia 4 można bezpośrednio albo poprzez zbiornik 17 wprowadzić do naczynia 5. W jednym przypadku przy zamkniętym przewodzie 22 kran 24 jest tak nastawiony, że łączy rury 23 i 26, a zamyka przewód 25, zaś w drugim przypadku kran 24 zamyka przewód 26, a zapewnia komunikację między rurami 23 i 25. Z naczynia, użytego jako ostatnie, przeprowadza się drożdże do rozdzielaczy albo pras, do czego służą przewody 29 i 30 przyłączone do dna naczynia.

Jeśli proces fermentacji ma się odbywać w siedmiu fazach, to w naczyniach fermentacyjnych 4 i 5 odbywa się kilka faz kolejno, jeśli dla faz tych nie zastosowano specjalnych naczyń fermentacyjnych.

Zależnie od tego, jak prowadzi się przebieg rozmnażania drożdży można z brzojki alkohol oddestylowywać, albo też odciągania alkoholu nie stosować.

Przykład I. (Otrzymywanie drożdży o dobrej sile pędnej i specjalnie dobrej trwałości przy wydajności około 85% włącznie z drożdżami nastawnymi). 7 faz. Całkowity czas trwania fermentacji 26,5 godzin. Trwanie poszczególnych faz:

$$t_1 = 6, (t_2 - t_1) = 4, (t_3 - t_2) = 3, (t_4 - t_3) = 3\frac{1}{4},$$

$$(t_5 - t_4) = 3, (t_6 - t_5) = 3\frac{1}{2}, (t_7 - t_6) = 3\frac{3}{4} \text{ godz.}$$

$$\vartheta_1 = 0,06, \vartheta_2 = 0,12, \vartheta_3 \text{ do } \vartheta_7 \text{ czyli } (\vartheta_c) = 0,155$$

a (ciężar drożdży macierzystych wprowadzonych do pierwszej fazy) wynosi 10 kg (substancja sucha).

q_1 do q_7 otrzymuje się z wyliczenia następującego:

$$\begin{aligned} q_1 &= 14,30 \text{ kg suchej wagi} \\ q_2 &= 23,16 \text{ " "} \\ q_3 &= 36,88 \text{ " "} \\ q_4 &= 61,03 \text{ " "} \\ q_5 &= 97,16 \text{ " "} \\ q_6 &= 167,2 \text{ " "} \\ q_7 &= 298,9 \text{ " "} \end{aligned}$$

Aby wyliczyć odpowiednie wartości dla z_1 do z_7 należy naprzód określić wartość u (ilość cukru zużytą do otrzymania drożdży nastawnych a). Melasę przyjmuje się jako 50% roztwór cukru. Ciężar substancji suchej pomnożony przez współczynnik 3,5 daje ciężar drożdży, stąd też wartości a równej 10 kg suchej wagi odpowiada wartość

$$\text{dla } u \text{ równa } \frac{3,5 \cdot 10 \cdot 100}{2,85} = 20,6 \text{ kg cukru.}$$

(Jeśli nie nastawia się drożdży macierzystych, lecz otrzymuje się macierzyste drożdże z czystej hodowli sposobem ciągłym, to dla u należy wstawić ilość cukru zużytą w poprzedniej fermentacji zaczynowej, poprzedzającej właściwą fermentację fazową).

$$\begin{aligned} z_1 &= 29,53 \text{ kg} \\ z_2 &= 47,5 \text{ „} \\ z_3 &= 75,97 \text{ „} \\ z_4 &= 125,7 \text{ „} \\ z_5 &= 200,2 \text{ „} \\ z_6 &= 344,3 \text{ „} \\ z_7 &= 615,7 \text{ „} \end{aligned}$$

$q_7 = 298,9$ kg suchej substancji, t. j. 298,9 . 3,5 = 1046,2 kg drożdży, $z_7 = 615,7$ kg cukru, t. j. 1231,4 kg 50%-wej melasy. Wydajność: $1046,20 : 1231,4 = 84,96\%$.

Jeżeli kadź fermentacyjna, w której odbywa się ostatnia faza fermentacji ma po-

jemność około 380 hektolitrów, to można w niej otrzymać około 1000 kg drożdży. Przy tych założeniach powyższe obliczenie daje bezpośrednio dane liczbowe robocze. Ilości melasy, jakie należy dodać, są następujące:

$$\begin{aligned} \text{dla fazy 1. } &(29,5 - 20,6) \times 2 = 18 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 2. } &(47,5 \times 2) - 59 = 95 - 59 = 36 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 3. } &(76 \times 2) - 95 = 152 - 95 = 57 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 4. } &(126 \times 2) - 152 = 252 - 152 = 100 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 5. } &(200 \times 2) - 252 = 400 - 252 = 148 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 6. } &(344 \times 2) - 400 = 688 - 400 = 288 \text{ kg melasy} \\ \text{dla fazy 7. } &(616 \times 2) - 688 = 1232 - 688 = 544 \text{ kg melasy.} \end{aligned}$$

Melasę przeznaczoną do przeróbki na drożdże starannie się czyści według jakiegokolwiek ze znanych metod, przyczem zaleca się stosowanie klarownego roztworu melasy o kwasowości, mianowanej lakmusem, wynoszącej 0,6 do 1,2. Dalej przygotowuje się wodne roztwory soli pożywkowych, z których jeden zawiera 30% wagowych siarczanu amonowego (zwany w dalszym ciągu Am.s.) i drugiego roztworu zawierającego 15% superfosfatu (zwany dalej Ss).

Jeśli do posiewu stosować czystą hodowlę laboratoryjną, to do naczynia fermentacyjnego 1 po rozcieńczeniu do około 14

stopni Ballinga wprowadza się 40 kg powyższego roztworu melasy, 5 l roztworu Am.s. i 10 l roztworu Ss, poczem tak otrzymany roztwór pożywkowy wyjaławia się jeszcze raz w tem naczyniu i po ostudzeniu zaszczenia się czystą hodowlą drożdży i pozostawia do rozmnożenia w ciągu około 15 do 20 godzin przy średniej temperaturze około 24°C . Powinno się wytworzyć około 10 kg drożdży, licząc na wagę substancji suchej. Drożdże te stosuje się jako drożdże nastawne dla właściwej fermentacji fazowej, która w poniższych przykładach zachodzi w siedmiu fermentacjach cząstkowych.

Faza 1.	20 kg melasy,	3 litry roztworu Am.s.	5 litrów roztworu Ss
Faza 2.	40 " "	5 " "	10 " " "
Faza 3.	60 " "	9 " "	18 " " "
Faza 4.	100 " "	15 " "	30 " " "
Faza 5.	150 " "	25 " "	40 " " "
Faza 6.	300 " "	60 " "	80 " " "
Faza 7.	550 " "	100 " "	120 " " "

W fazie pierwszej dojrzałe drożdże nastawne, zaś we wszystkich następnych fazach drożdże otrzymane w fazach poprzednich wprowadza się do odpowiednio przygotowanego roztworu pożywkowego fazy następnej. Zaleca się, w miarę postępu fermentacji fazowej, stosować roztwory pożywkowe melasowe stale coraz bardziej rozcieńczone, tak iż w pierwszej fazie pracuje się z roztworem melasy o stężeniu od 10° do 15° Bg, zaś w ostatniej fazie z roztworem melasy o stężeniu od 3° do 6° Bg. Dalej wskazanem jest utrzymywanie kwasowości roztworu w takich granicach, ażeby w miarę postępu fermentacji kwasowość ta stale się zmniejszała, tak iż w w pierwszej fazie kwasowość miareczkowana badana lakmusem wynosi 4 do 6°, zaś w ostatniej 0,2 do 0,6°. W tym celu w pierwszych fazach dodaje się kwasy, zaś w następnych fazach kwas siarkowy, uwalniający się z siarczanu amonowego w przypadku, gdyby stopień kwasowości wbrew oczekiwa-

niom nie obniżał się, zobojętnia się znanymi środkami zobojętniającymi.

Przewietrzanie wzrasta od fazy do fazy i dosięga w ostatniej fazie 12 m³ powietrza na hektolitr fermentującej brzezki.

Przy dodaniu fermentujących drożdży z poprzedniej fazy do roztworu pożywkowego fazy następnej, należy zwracać uwagę na dokładne zmieszanie obu części. Gdy ostatnia fermentacja częściowo jest skończona, drożdże się odwirowuje i odciska.

Zamiast stosować czystą hodowlę drożdży i drożdże te odpowiednio rozmnażać w naczyniu fermentacyjnym 1 można również w zakresie poprzednich przykładów wprowadzić do naczynia 2 bezpośrednio 10 × × 3,5 = 35 kg odpowiednich drożdży nastawnych.

Przykład III. (Otrzymanie drożdży o bardzo dobrej sile pędnej z wydajnością 60%). 7 faz. Cały czas trwania fermentacji oraz czas trwania poszczególnych faz, jak w przykładzie I.

$$\vartheta_1 = 0,03, \vartheta_2 = 0,075;$$

$$\vartheta_8 - \vartheta_7 (\vartheta_c) = 0,10 \times a = 10\frac{1}{3} \text{ kg drożdży suchej wagi.}$$

Zgodnie z rachunkiem według przykładu I otrzymuje się następujące liczby:

$$q_1 = 11,97, q_2 = 16,16, q_3 = 21,82, q_4 = 30,19, q_5 = 40,75, q_6 = 57,83, q_7 = 84,13 \text{ kg drożdży (waga w stanie suchym).}$$

$$u = 29,2 \text{ kg cukru}$$

$$z_1 = 34,96, z_2 = 47,19, z_3 = 63,55, z_4 = 88,16, z_5 = 119,00, z_6 = 168,8, z_7 = 245,6 \text{ kg cukru.}$$

Zależnie od pojemności urządzenia należy wartości znalezione dla u i z_1 do z_7 pomnożyć przez odpowiedni współczynnik, poczem obliczyć ilości dodawanej melasy dla poszczególnych faz dokładnie, jak w przykładzie pierwszym. Przewietrzanie i temperaturę reguluje się odpowiednio, aby dostosować przebieg fermentacji do wartości q w poszczególnych fazach. Temperatura waha się od 22 do 28°C, a ilość powietrza od 2 do 7 m³ na hl fermentującej

cieczy. Dodawanie pożywek, zawierających azot i fosfor, następuje podobnie do dodawania cukru. Otrzymywanie alkoholu opłaca się w tym przypadku.

Na fig. 5 przedstawiono stosunek między wagą drożdży, a zużyciem cukru w poszczególnych fazach, przyczem ciężary drożdży odłożono na osi rzędnych, zaś ilości cukru dodawane na początku faz odłożone na osi odciętych. Linja *a* odpowiada wartości ϑ równej 0,10, zaś linja *b* wartości ϑ równej 0,155, linja *c* wykazuje wartości otrzymane w praktyce przy wykonaniu sposobu według przykładu pierwszego.

Cechą wspólną sposobu dopływowego i sposobu fazowego jest stopniowe dodawanie pożywek. Natomiast różnica między temi sposobami polega na tem, że w sposobie fazowym proces rozmnażania drożdży jest rozłożony na kolejno po sobie następujące fermentacje cząstkowe w naczyniach o zwiększającej się pojemności, stanowiące zamknięte w sobie procesy rozmnażania, przyczem dodaje się do drożdży na początku każdej poszczególnej fazy, jak w procesie nastawnym, całą ilość roztworu pożywkowego potrzebną dla tej fazy i proces rozmnażania w każdej fazie prowadzi się, aż do wyczerpania, albo prawie do wyczerpania fermentującego cukru, wprowadzonego na początku danej fazy. Natomiast w procesie dopływowym we wszystkich jego odmianach (co najwyżej z wyjątkiem otrzymywania drożdży nastawnych w pierwszych pokoleniach), przez zastąpienie każdorazowo zużytej pożywki utrzymuje się stale takie samo, albo podobne rozcieńczenie, zaś w procesie fazowym pożywka zawiera na początku każdej fazy poszczególne materiały odżywcze w stosunkowo dużym nadmiarze. Ilość materiałów pożywkowych podanych drożdżom w każdej fazie określa się nie w stosunku do objętości brzeczki (a więc z uwzględnieniem stężenia), lecz tak się odmierza, ażeby ilość drożdży wzrastająca

od fazy do fazy mogła się zwiększyć w każdej następnej fazie o pewną określoną miarę. Od procesów nastawnych proces fazowy różni się bardzo znacznie tem, że w fazach następujących kolejno po sobie stale stosuje się coraz większe ilości cieczy, ponieważ drożdże otrzymane w fazie poprzedniej (bez oddzielania) służą do pewnego stopnia jako posiew dla fazy następnej.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób otrzymywania drożdży przewietrzanych, przy okresowym dodawaniu pożywek, przyczem proces rozmnażania drożdży rozbija się na bezpośrednio po sobie następujące fermentacje cząstkowe a wytworzone w poprzedzającej fermentacji cząstkowej drożdże służą bez oddzielania za posiew do następującej fermentacji cząstkowej, znamienny tem, że fermentacje cząstkowe o wzrastającej objętości (fazach) tworzą zamknięte w sobie procesy rozmnażania w drodze dostarczania drożdżom na początku każdej poszczególnej fazy całkowitego roztworu pożywkowego dla tej fazy, a proces rozmnażania prowadzi się w każdej fazie prawie do zużycia wprowadzonego na początku tej fazy fermentującego cukru.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tem, że ilość pożywki, dodawanej do drożdży na początku poszczególnych faz, odmierza się tak, aby ilość drożdży w każdej fazie poprzez wszystkie stadia fermentacji wzrastała o pewną wielkość zwiększającą się od fazy do fazy, wynikającą z idealnego warunku, że ilość drożdży wzrasta w zależności logarytmicznej do czasu zgodnie z równaniem zasadniczem $q = a.e^{\vartheta t}$, przyczem w równaniu tem q oznacza ilość drożdży obecną po pewnym czasie t , a — ilość drożdży, z jaką rozpoczęto proces rozmnażania, zaś e — zasadę logarytmu naturalnego, podczas gdy ϑ

oznacza współczynnik rozmnażania, który zależnie od żądanych właściwości drożdży i wydajności należy dobrać między wartościami 0,05 i 0,22.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamieny tem, że dodatek cukru w poszczególnych fazach stale się zwiększa od wartości $< \frac{Z_n}{n}$, gdzie z_n oznacza całkowitą ilość cukru, zaś n ilość faz, do wartości $> \frac{Z_n}{n}$, przyczem ilości cukru, jakie należy dodawać na początku poszczególnych faz w stadiach wstępnych fermentacji, wzrastają, począwszy od wartości dużo niższej od $\frac{Z_n}{n}$, od fazy do fazy słabo, natomiast w fazach fermentacji głównej wzrastają od fazy do fazy silnie, przyczem przyrost ten jest tem szybszy, im większy dobrać współczynnik rozmnażania ϑ w teoretycznem równaniu zasadniczem $q = a \cdot e^{\vartheta t}$.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamieny tem, że pożywki, potrzebne do pokrycia zapotrzebowania azotu i fosforu przez drożdże, wprowadza się w poszczególnych fazach w podobnych warunkach, jak cukier.

5. Sposób według zastrz. 1 — 4, znamieny tem, że czas trwania poszczególnych faz tak się odmierza w ramach całego okresu trwania fermentacji, że w każdej z tych faz osiąga się co najwyżej po-

dwojenie ilości drożdży, przyczem cały czas trwania procesu fermentacji wynosi korzystnie od 16 do 36 godzin, zaś proces rozmnażania rozkłada się celowo na 5 do 9 faz.

6. Sposób według zastrz. 1 do 5, znamieny tem, że czas trwania fermentacji w pierwszej fazie, w której odbywa się fermentacja wstępna, jest większy niż $\frac{t_n}{n}$ (przyczem t_n oznacza cały czas trwania fermentacji, zaś n ilość faz), podczas gdy czas trwania fermentacji faz następujących po fermentacji wstępnej zrazu spada do wartości $< \frac{t_n}{n}$, a w fazach ostatnich zbliża się do tej wartości $\frac{t_n}{n}$.

7. Sposób według zastrz. 1 — 6, znamieny tem, że drożdżom wytworzonym w fazach następujących po fermentacji wstępnej pozwala się dojrzeć przed dostarczeniem im nowego dodatku pożywki, przyczem trwanie tych przerw dla dojrzewania wzrasta od fazy do fazy.

8. Sposób według zastrz. 1 — 7, znamieny tem, że całą ilość pożywki, przeznaczoną dla danej fazy, wprowadza się na początku danej fazy możliwie jednocześnie.

9. Sposób według zastrz. 1 — 8, znamieny tem, że liczby stosunkowe ilości drożdży q_1 do q_n , które mogą być wytworzone przy końcu poszczególnych faz od 1 do n , oblicza się z równania:

$$q_n = a \cdot e^{\vartheta_c t_1 + \vartheta_c (t_2 - t_1) + \vartheta_c (t_3 - t_2) \dots \vartheta_{c_l} (t_n - t_{n-1})},$$

zaś odpowiednie ilości cukru z równania:

$$\log z_n = \log q_n - \log q_{n-1} + \log z_{n-1}$$

10. Sposób według zastrz. 9, znamieny tem, że przy wprowadzaniu stosunkowo dużej ilości drożdży macierzystych (a) do fermentacji fazowej dobrana wartość

(ϑ_c) służy tylko do obliczania faz następujących po fermentacji wstępnej, natomiast ilości drożdży, które mogą się wytworzyć przy końcu faz fermentacji wstępnej, oblicza się na zasadzie niższych wartości dla ϑ , przyczem korzystnie jest, gdy ϑ_1 ma wartość niższą niż ϑ_2 .

11. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1 — 10, znamienne tem, że składa się z włączonych kolejno po sobie naczyń fermentacyjnych (1, 2, 3, 4, 5) o zwiększającej się pojemności, przyłączonych zapomocą zamykalnych przewodów (6, 7, 8, 9, 10) do wspólnego przewodu doprowadzającego powietrze, a zapomocą zamykalnych przewodów (13, 14, 15, 27, 28) do wspólnego przewodu doprowadzającego roztwór pożywki.

12. Urządzenie według zastrz. 11, znamienne tem, że włączone kolejno przewody, łączące naczynia fermentacyjne (1, 2, 3, 4), wykonane są jako syfony (18, 19, 20), prowadzące od dna jednego naczynia do pokrywy następnego naczynia leżącego niżej.

13. Urządzenie według zastrz. 11 i 12, znamienne tem, że do przewodu (12), łączącego kolejno naczynia fermentacyjne (1—5), włączony jest mieszalnik (17), połączony z jednej strony z przewodem doprowadzającym brzeczkę, a z drugiej — za pośrednictwem pompy — z poszczególnymi naczyniami fermentacyjnymi, aby umożliwić wprowadzanie zawartości każdej poprzedniej kadzi, po zmieszaniu jej z roztworem pożywki, do następnej kadzi fermentacyjnej.

M. Fischl's Söhne.
Franz Rosenberg.
Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

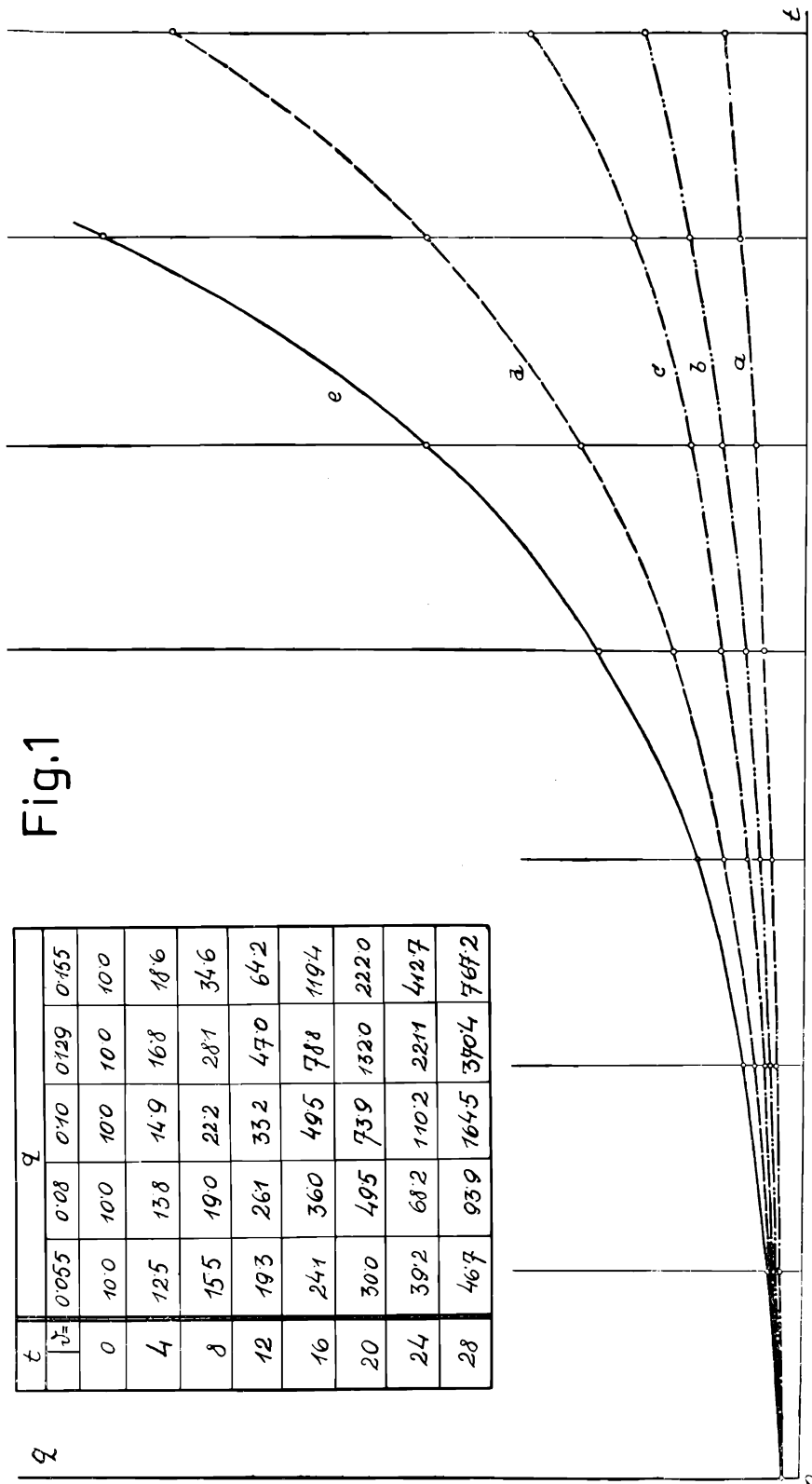


Fig.2

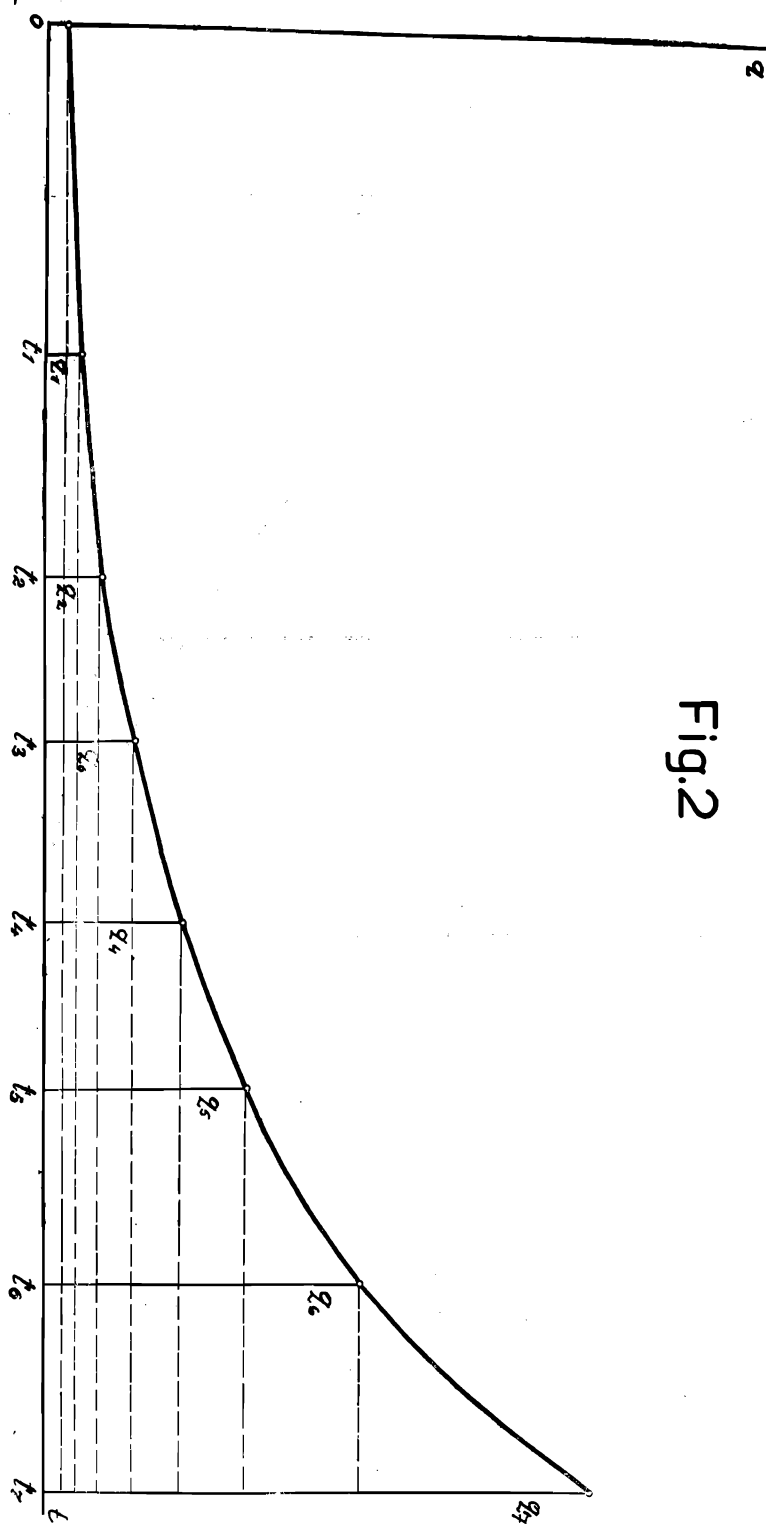
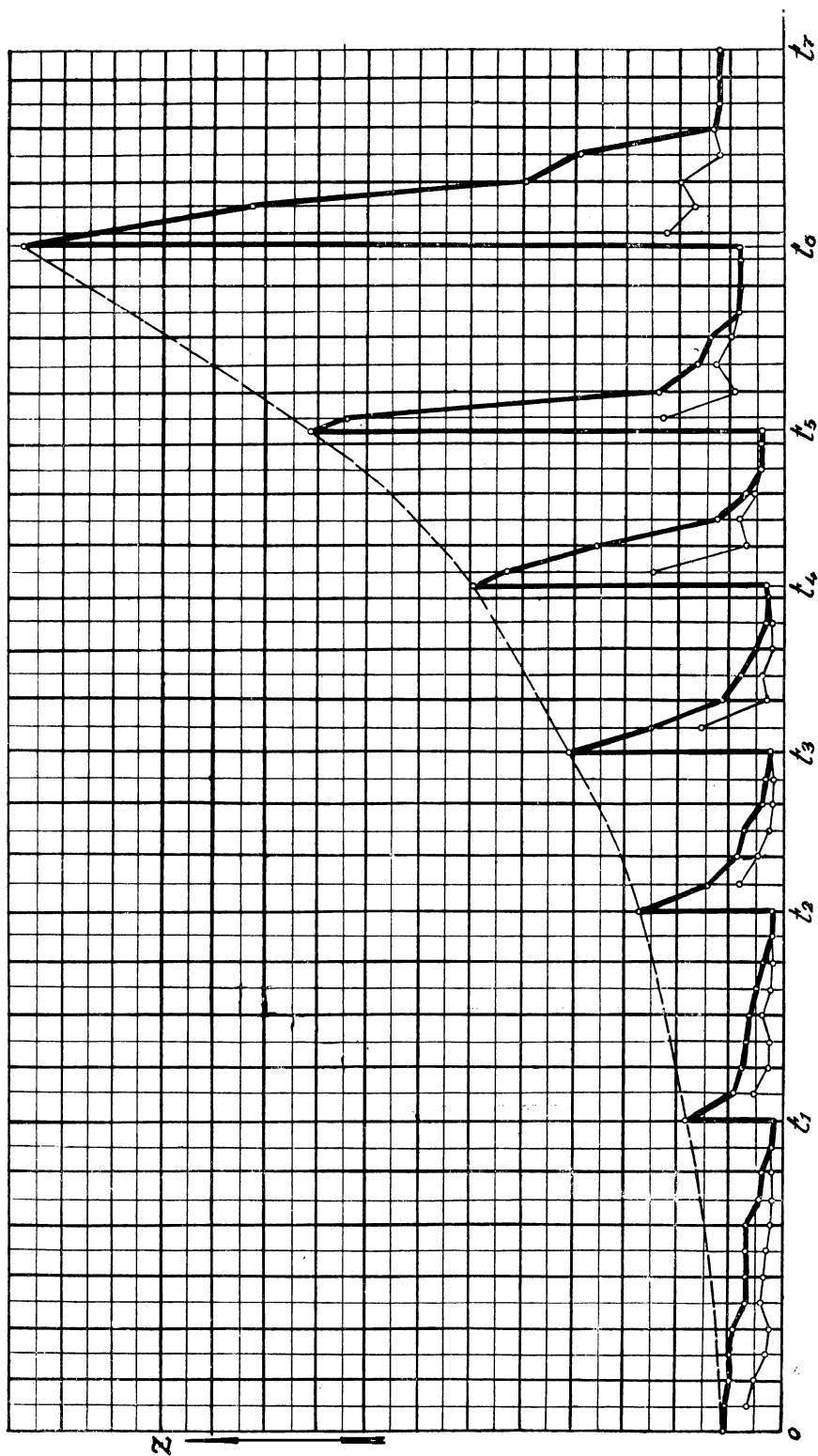


Fig.3



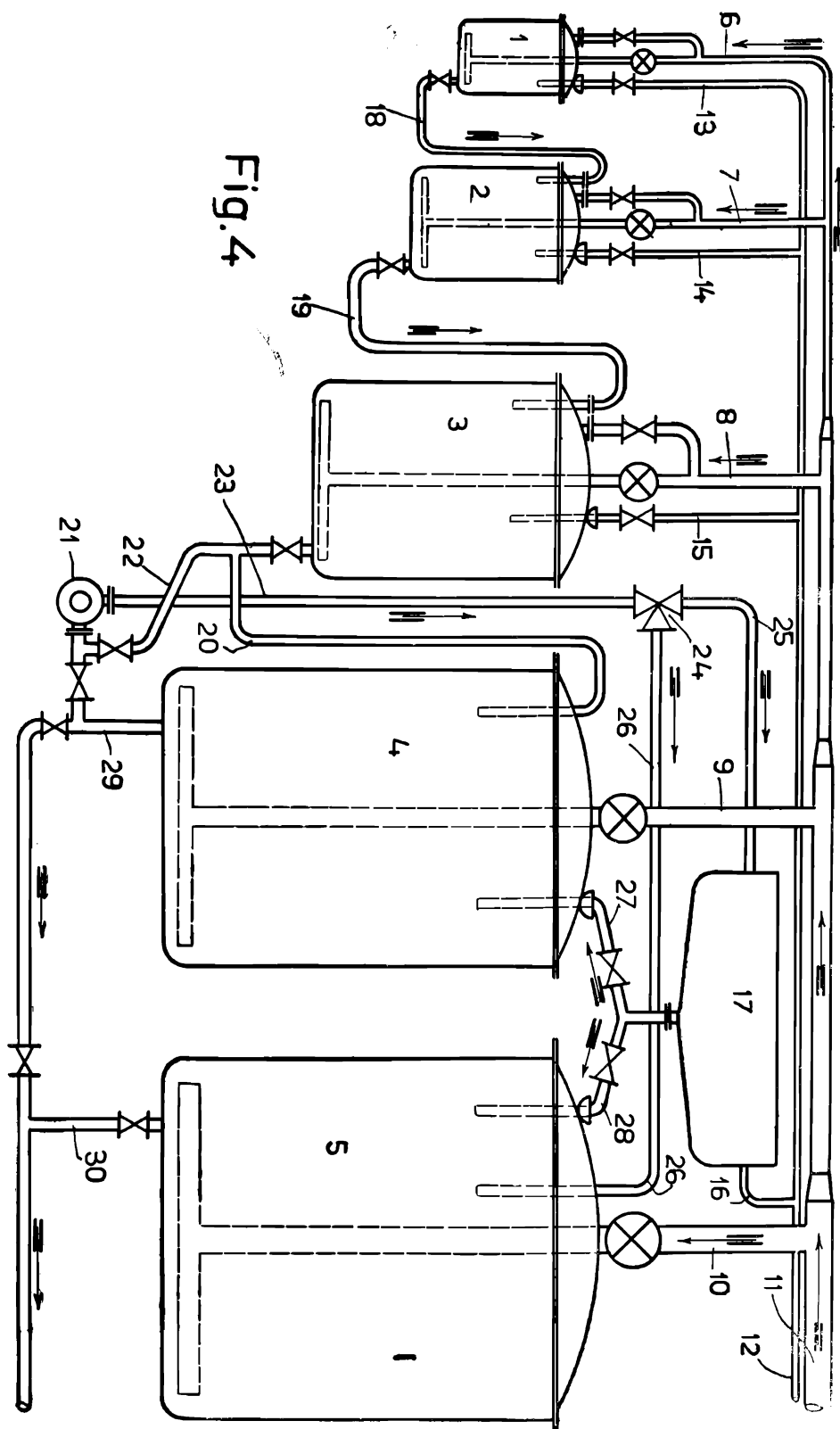


Fig. 4

