

Ободович А. Н.

Институт
технической
теплофизики
НАН Украины

УДК 663.1(075+536.2.5)

ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ ВВОД ЭНЕРГИИ В ТЕХНОЛОГИИ БРОДИЛЬНОГО И ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вивчена можливість застосування дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ) в технології бродильного і хлібопекарського виробництва. Встановлено, що використання методу ДІВЕ в технології виробництва спирту з крохмальовмісної сировини дозволить скоротити тривалість процесу від 72 до 40 годин, збільшити міцність бражки від 9,0 до 10,4 про %.

Активация хлібопекарських дріжджів за допомогою роторно-пульсаційних апаратів (РПА) збільшує їх підйомну силу на 12 – 14 % і тим самим на цю ж величину знижує витрату при випічці одиниці готової продукції.

Ключові слова: бражка, дискретно-імпульсне введення енергії, роторно-пульсаційний апарат.

Possibility of the discrete pulse input of energy (DPIE) application at the fermentative and bakery industry was studied. It is obtained, that using DPIE method in technology of the production alcohol from starch allows to reduce the process duration on 72 to 40 hours, to increase mash strength on 9,0 to 10,4 %.

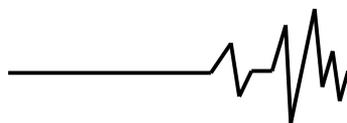
The baker's yeast activation by the rotor-pulse device increases their lifting capacity on 12-14 % and due to this consumption reduces on this quantity in baking unity of the finished product.

Key words: mash, discrete pulse input of energy, rotor-pulse device.

Дискретно-импульсный ввод энергии (ДИВЭ) нашел широкое применение в пищевых теплотехнологиях [1], однако в бродильной промышленности практически не использовался. В ИТТФ НАН Украины были проведены исследования, базирующиеся на методе ДИВЭ, на основе которых предложена технология и оборудование для интенсификации процессов спиртового брожения и улучшения технологических свойств хлебопекарных дрожжей. Суть метода заключается в том, что обрабатываемая среда

подвергается пульсационному воздействию комплекса гидродинамических явлений: действию больших скоростей и ускорений, динамике роста и схлопывания парагазовых пузырьков, разрушению тонких пленок жидкости, созданию кавитационных камер и мощной турбулентности на межфазной поверхности. Перечисленные процессы возникают при обработке сред в роторно-пульсационных аппаратах (РПА)

Целью работы является изучение влияния ДИВЭ на технологические свойства



хлебопекарных дрожжей и на процесс сбраживания крахмалосодержащего сусла при производстве спирта.

Конструктивно данная установка состоит из бункера объемом 0,1 м³, роторно-пульсационного узла, насоса, электродвигателя, корпуса и трубопровода для рециркуляции готового продукта. Основным рабочим органом аппарата является роторно-пульсационный узел, который включает установленные на валу электродвигателя диск с лопатками - своеобразное рабочее колесо центробежного насоса и два статора, между которыми находится ротор. При вращении ротора происходит поочередное совпадение пазов ротора и статоров, что вызывает значительные знакопеременные перепады давления, высокоградиентные течения в зазорах, а также большие градиенты сдвиговых напряжений. Возникают локальные скорости сдвига потока обрабатываемой среды от (50 до 500)·10³ 1/с и частоты импульсов от 3 до 30 кГц.

При изучении сбраживания сусла в процессах спиртового производства путем роторно-пульсационной обработки исследования проводились по следующей методике [2]. В сусло из крахмалосодержащего сырья вводили дрожжи и перемешивали при температуре 28-29 °С в приемном сборнике. После включения РПА смесь проходила через ловушку, которая предохраняет аппарат от попадания в него посторонних включений, и поступала во внутреннюю полость роторно-пульсационного аппарата, где подвергалась высокочастотной обработке. Далее бражка рециркулировала по контуру и подавалась в приемный сборник. Такая обработка

выполнялась непрерывно в течение 38 – 40 часов до полного сбраживания углеводов и низкомолекулярных декстринов, которые находятся в сусле.

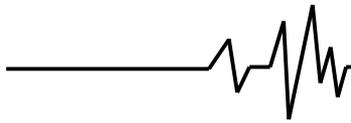
В ходе экспериментальных исследований зрелая бражка подвергалась химическому анализу. Полученные физико-химические показатели зрелой бражки свидетельствуют о сокращении продолжительности процесса сбраживания от 72 до 40 часов и увеличении крепости бражки от 9,0 до 10,4 об. % по сравнению с показателями классического периодического способа сбраживания. Сопоставление данных представлено в табл. 1. Увеличение скорости спиртового брожения свидетельствуют о том, что благодаря интенсивной роторно-пульсационной обработке поверхность контакта между активным центром ферментов дрожжей и субстратом существенно увеличивается, возрастает скорость удаления углекислого газа и возникают благоприятные условия для аэрации (подвода кислорода воздуха). Вследствие этого происходит ускорение промежуточных реакций образования спирта и его выхода из единицы сырья.

Таким образом, предлагаемая схема сбраживания сусла из крахмалосодержащего сырья имеет ряд преимуществ по сравнению со стандартной периодической схемой. Она позволяет существенно сократить продолжительность процесса брожения, а следовательно, и расход электроэнергии, а также улучшить на 28...30 % физико-химические показатели бражки, и, как следствие, увеличивает выход спирта из единицы сырья.

Физико-химические показатели зрелой бражки

Таблица. 1

Мелано-активация сбраживания	К-во дрожжевых клеток, млн./мл	К-во выделившегося CO ₂ , г	рН зрелой бражки	Содержание в зрелой бражке				
				Этанола, об. %	Углеводов, %		Нерастворенного крахмала, %	Дрожжевых клеток, млн/мл
					общих	растворимых		
классическая	181	12,4	4,17	8,42	0,542	0,391	0,136	137
предлагаемая	190	15,5	4,15	10,42	0,407	0,294	0,102	139



На втором этапе данной работы было изучено влияние роторно-пульсационного воздействия на технологические свойства хлебопекарных дрожжей. Качество дрожжей определяли по основному показателю – подъемной силе [3] по методу А. И. Островского.

В процессе исследования 1250 гр. дрожжей растворяли в 20 л воды и проводили механоактивацию полученной дрожжевой суспензии. За цикл механоактивации принимали процесс, когда весь объем дрожжей суспензии подвергался одноразовой роторно-пульсационной обработке. Пробы активированных дрожжевых суспензий из дрожжей Харьковского и Львовского заводов отбирали через 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 циклов обработки.

Полученные результаты представлены на рис 1. Как видно, подъемная сила хлебопекарных дрожжей производства Харьковского завода после 30 циклов обработки увеличивается и составляет 13 мин, в то время, как до механоактивации она составляла 15 мин. Дальнейшее увеличение количества циклов обработки дрожжевой суспензии практически не увеличивает подъемную силу, а ведет лишь к дополнительным затратам электроэнергии. Дрожжи производства Львовского завода имели изначально более слабую подъемную силу, которая составляла 19 мин. В данном случае для успешной механоактивации этих дрожжей потребовалось 40 циклов обработки, при этом максимальная подъемная сила достигла 17 мин.

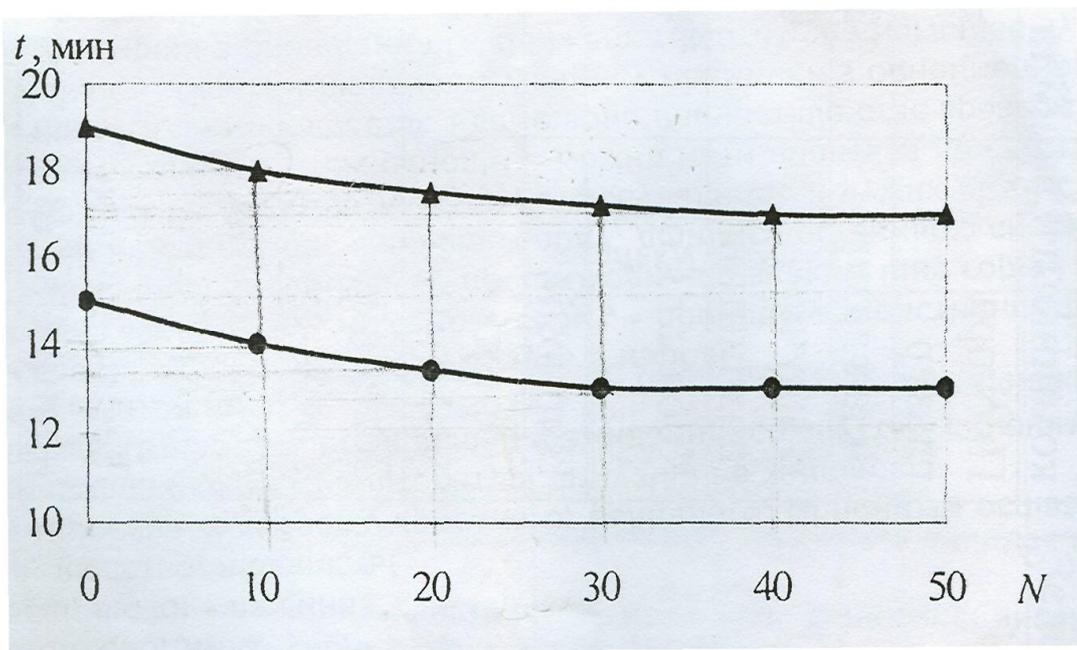


Рисунок 1. Зависимость подъемной силы дрожжей (t) от кратности обработки (N).

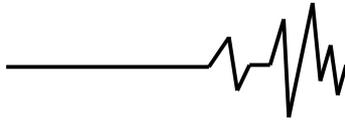
Обозначения: ● – дрожжи производства Львовского завода; ▲ – дрожжи производства Харьковского завода.

Таким образом, установлено, что активация дрожжевой суспензии посредством РПА позволяет увеличить подъемную силу дрожжей на 12-14 %, но количество циклов обработки для достижения данного результата зависит от начальных физико-химических показателей дрожжей. Так как изначально Харьковские дрожжи имели более высокое качество, то есть зимазный комплекс их ферментов был активнее, то для дрожжей Львовского производства потребовалось на 10

циклов обработки больше. Вероятно, увеличение подъемной силы дрожжей происходит за счет активации зимазного комплекса их ферментов посредством физико-химических процессов трансформации энергии.

Выводы

Применение дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) в технологии



производства спирта из крахмалосодержащего сырья позволит сократить продолжительность процесса сбраживания от 72 до 40 часов и увеличить крепость бражки от 9,0 до 10,4 об % по сравнению с показателями классического периодического способа сбраживания. Активация хлебопекарных дрожжей с применением роторно-пульсационных аппаратов (РПА) позволит увеличить подъемную силу дрожжей на 12 – 14 %. Как следствие, на эту же величину уменьшится их массовая доля при выпуске единицы готовой продукции, что соответственно приводит к снижению ее себестоимости.

Литература

1. Долинский А.А., Басок Б.И., Гулый С.И. и др. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях. - Киев: Научная книга, 1996. – 208 с.
2. Басок Б.И., Ободович О.М., Коба А.Р., Піроженко І.А. Деклараційний патент на винахід "Спосіб зброджування суслу з сировини, що містить крохмаль". №54118, кл. 7 С12F3/00. – Київ, 2003. – Бюл. № 2.
3. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. М.: Пищевая промышленность, 1980. – 560 с.