

ПОЛУЧЕНИЕ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ СВЧ - ГИДРОЛИЗОМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Болтовский В.С.,

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь.

Некрасов Д.В.,

Завод кормовых дрожжей, г. Мозырь, Республика Беларусь.

Микробиологическая промышленность интенсивно развивается и относится к приоритетным направлениям во многих странах, в т. ч. в Республике Беларусь. Одним из важнейших условий для развития микробиологической промышленности, особенно выпуска товароёмкой продукции (в частности, кормового белка и этилового спирта) является наличие дешевого сырья, используемого в качестве субстрата для культивирования микроорганизмов или являющегося источником получения питательных сред. Таким сырьём служит постоянно возобновляемое углеводсодержащее растительное сырьё, которое в виде отходов лесопиления, деревообработки и сельскохозяйственного производства широко используется гидролизными предприятиями для крупнотонажного получения путём переработки гидролизатов микробиологическим способом этилового спирта и кормовых дрожжей. После перепрофилирования заводов по выпуску БВК на основе *n*-парафинов нефти (наприна) гидролизное производство является основным в Республике Беларусь производителем кормового белка. В настоящее время потребности сельскохозяйственного производства в углеводных кормах и белковых кормовых добавках возрастают и удовлетворяются далеко не полностью.

Для гидролиза полисахаридов растительного сырья на предприятиях отрасли применяют аппараты периодического действия, которые уже не отвечают возрастающим требованиям. Дальнейшее увеличение объёма гидролизаппаратов с целью увеличения мощности производства ограничено снижением удельной производительности по выходу моносахаридов от сырья вследствие ухудшения макрокинетических факторов процесса гидролиза /1/.

Внедрение непрерывнодействующих аппаратов сдерживается главным образом из-за отсутствия надёжно работающих устройств для загрузки сырья и выгрузки остатка после гидролиза при повышенных температуре и давлении и необходимости использования для изготовления аппаратов дорогостоящих кислотоустойчивых сортов стали.

Для нагрева сырья и осуществления процесса гидролиза при повышенных температуре (150-190 °С) и давлении в аппаратах различных конструкций применяют технологический пар. Процесс отличается длительностью, высокой энергоёмкостью и неравномерностью нагрева реакционной массы.

Повышение интенсивности и эффективности процесса гидролиза полисахаридов растительного сырья может быть достигнуто при использовании энергии электромагнитного поля (ЭМП) сверхвысоких частот (СВЧ) широко применяемой для различных целей /2/.

Целесообразность применения энергии ЭМП СВЧ для интенсификации процесса гидролиза целлюлозы и полисахаридов растительного сырья показана, в частности, в работах /3, 4/. Авторами разработаны также устройство и технология гидролиза растительного сырья в электромагнитном поле СВЧ, позволяющие осуществлять объёмный нагрев в массе материала, что интенсифицирует процесс, существенно сокращая продолжительность нагрева по сравнению с традиционными способами. Прямое преобразование энергии ЭМП СВЧ в тепловую без промежуточных операций по нагреву и получению теплоносителей и конвективной передаче тепла материалу существенно уменьшает энергоёмкость процесса.

Технология гидролиза растительного сырья в ЭМП СВЧ заключается в пропитке сырья раствором катализатора (серной кислоты) заданной концентрации (0,5-2,5 %) в определённом по отношению к массе сырья соотношении (гидромодуль 5-15) и последующем гидролизе полисахаридов сырья (гемицеллюлоз и целлюлозы) под действием энергии ЭМП СВЧ. При этом нагрев до температуры гидролиза (200-220 °С) осуществляется под воздействием поля СВЧ частотой 2450+50 МГц (мощность генератора 1-5 кВт) при продолжительности процесса 8-10 с.

Гидролиз сырья в ЭМП СВЧ (СВЧ - гидролиз) осуществляется на специально разработанной установке /5/, следующим образом.

Измельчённое отсортированное сырьё, например, древесное, подаётся в бункер-питатель установки для СВЧ - гидролиза, из которого поступает в экструдер, обеспечивающий непрерывную подачу мелкодисперсного сырья в зону реакции гидролиза под давлением и механическую деформацию сырья, что повышает его гидролизруемость. Туда же при помощи смесителя (в котором происходит смешение концентрированной серной кислоты и горячей воды для приготовления раствора серной кислоты заданной концентрации) подаётся раствор серной кислоты в определённом по отношению к массе сырья соотношении.

Сырьё, пропитанное раствором катализатора, проходит через камеру, в которой находится реактор для осуществления процесса гидролиза в ЭМП СВЧ, создаваемом расположенными снаружи камеры СВЧ - генераторами и антеннами, находящимися внутри камеры и направляющими поток ЭМП в реакционную зону.

В реакторе под действием ЭМП СВЧ осуществляется интенсивный нагрев реакционной массы до температуры 200-220 °С, приводящий к гидролизу полисахаридов растительного сырья с образованием моносахаридов.

Гидролизатмасса подаётся в испаритель, где за счёт уменьшения давления происходит её самоиспарение, в результате чего она охлаждается. Отделение от гидролизатмассы лигнина осуществляется при помощи ленточного вакуум-фильтра.

Получаемый описанным способом гидролизат по химическому составу соответствует гидролизату, который получается по принятой в промышленности технологии и направляется на дальнейшую переработку (подготовку к ферментации и ферментацию) по схемам, принятым в гидролизном производстве для получения этилового спирта или кормовых дрожжей.

Технологической схемой предусматривается уменьшение потребления горячей воды за счёт использования воды, нагретой при отводе избыточного тепла из нижней части камеры, в которой расположен реактор, и наружной охлаждающей рубашки камеры. При малом модуле варочного раствора серной кислоты возможно использование только горячей воды, получаемой после охлаждения камеры и отвода избыточного тепла, что дополнительно снижает энергоёмкость процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. М., Лесная пром-ть, 1989.-496 с.
2. СВЧ-энергетика. Под ред. Окреса Э.-М.; Мир, 1971,-т 2.
3. Болтовский В.С., Гальперин А.С. Гидролитическая деструкция полисахаридов древесины в поле СВЧ// Гидролизная и лесохимическая промышленность. 1993.-№3.-с.5-6.
4. Некрасов Д.В., Цедрик Т.П., Болтовский В.С./ Гидролитическая деструкция полисахаридов в электромагнитном поле сверхвысоких частот// Известия АНБ (сер. хим. наук), 1995.-№3.-с.54-57.
5. Сирота Н.Н., Болтовский В.С., Протасов С.М., Некрасов Д.В. Аппарат для гидролиза растительного сырья. Заявка на получение патента Республики Беларусь №961088 от 27.11.96.

ГАЛОГЕНАЗЫ НОВОГО ТИПА В БИОСИНТЕЗЕ ГАЛОМЕТАБОЛИТОВ

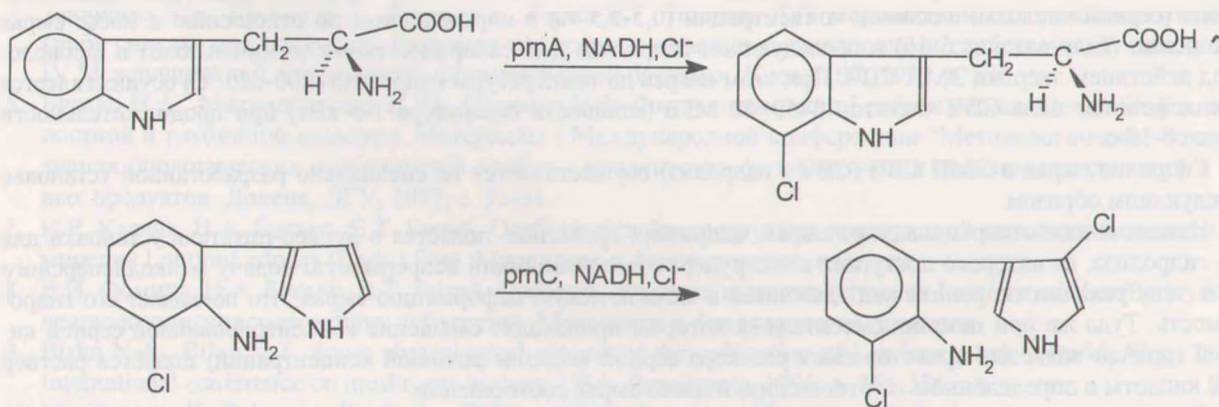
Бурдь В.Н., ван Пе К.-Х.*

Гродненский государственный университет им.Я.Купалы,
230013, г.Гродно, пер.Даватора 3/1, Беларусь

*Институт биохимии, Дрезденский технический университет, ФРГ

Из природных источников к настоящему времени выделено более 2000 соединений, содержащих галоген [1]. Наибольшее число таких соединений обнаружено в морских водорослях и микроорганизмах. Наличие галогена в молекуле обеспечивает, как правило, высокую физиологическую активность соединения, что позволяет ряд галометаболитов использовать в качестве лекарственных препаратов. Исследование биосинтеза таких антибиотиков как хлортетрациклин, пирролнитрин показало, что ферменты, осуществляющие реакцию галогенирования, должны обладать высокой специфичностью [2]. Галопероксидазы, единственная известная группа галогеназ, отличаются, напротив, широкой субстратной и низкой региоспецифичностью. Генетические исследования продуцентов хлорамфеникола и пирролнитрина [3, 4] показали, что содержащиеся в этих штаммах хлорпероксидазы не участвуют в биосинтезе названных соединений.

Из штамма *Pseudomonas fluorescens* BL915 удалось выделить кластер, содержащий гены четырех ферментов, осуществляющих превращение триптофана в пирролнитрин [5]. Среди них два фермента являются галогеназами: триптофангалогеназа (prn A) и монохлороаминопирролнитрингалогеназа (prn C) [6].



Оба фермента высокоспецифичны и требуют для осуществления реакции NADH. Сравнение молекулярных и каталитических свойств, а также соответствующих генов позволяет говорить о новой группе галогенирующих ферментов.

Используя выделенные гены и в качестве зондов, нами осуществлен скрининг хромосомальной ДНК ряда микроорганизмов, среди метаболитов которых известны галогенсодержащие вещества. Отбор микроорга-