

Влияние электрогидравлической обработки сахаросодержащего растительного сырья на переход составляющих в экстрагент

Ю.В. СЛИВА, канд. техн. наук, Л.М. ХОМИЧАК, д-р техн. наук
 Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (Киев),
 +38 (044) 527-82-78

ПОПОВА И.В., канд. техн. наук
 Национальный университет пищевых технологий (Киев), +38 (044) 245-47-81

При осуществлении наиболее распространенного способа гидролиза инулина путём обработки его растворов минеральной кислотой при нагревании получают фруктозу и олигосахариды низшей степени полимеризации, чем инулин, т.е. инуло-олигосахариды. Полученные при этом вещества загрязнены, как правило, продуктами дегидратации последующей конденсации фруктозы и образованными в результате красящими веществами [1].

В настоящее время в пищевых технологиях все больше используются различные физические методы влияния как на исходное сырьё, так и на конечные продукты. Одним из таких методов является электроискровой разряд в жидкости, в результате которого возникает электрогидравлический эффект. Под действием последнего и за счет других физических явлений при этом происходит механический разрыв молекул инулина по месту гликозидных связей между фруктозными структурными единицами с последующим присоединением молекулы воды, т.е. частичный гидролиз молекул инулина. Некоторая часть молекул инулина при этом превращается в конечный продукт полного гидролиза — фруктозу.

Эффект гидролиза достигается в нейтральной среде, без добавления химических реагентов и не сопровождается образованием окрашенных побочных продуктов.

Для определения оптимальных условий гидролиза инулина с помощью электрогидравлической обработки (ЭГО) исследования проводили следующим образом: инулин разводили в воде при комнатной температуре до содержания сухих веществ (СВ) в растворе или суспензии от 2 до 30%. В случае приготовления суспензии ее хорошо перемешивали. Порошки цикория для приготовления предварительно замачивали в воде на 72 ч для набухания зерен полисахарида, что в дальнейшем способствовало самому полному гидролизу образцов. Приготовленный раствор или суспензию подвергали ЭГО при напряжении 35—40 кВ с применением от 5 до 75 высоковольтных импульсных разрядов. В результате установлено, что наиболее благоприятным режимом ЭГО для осуществления гидролиза инулина является напряжение 35—40 кВ с применением 25—30 импульсов, при этом степень гидролиза составляет 65% без ухудшения качественных характеристик образованных продуктов. Также установлено, что использование ЭГО для

гидролиза инулина обеспечивает нейтральную реакцию исходной реакционной среды, отсутствие примесей других химических агентов, т.е. чистоту образуемых фруктозо-олигосахаридных смесей в сравнении с традиционными способами гидролиза.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Известно, что под действием магнитного поля, возникающего в результате высоковольтного разряда в жидкости, происходит поляризация химических связей в молекулах [2, 7]. При этом молекулы воды, которые имеют постоянный дипольный момент, ориентируются относительно магнитного поля, причем углы поворотов дипольных молекул под воздействием переменного магнитного поля отвечают частоте изменений такого поля. Подобное явление наблюдалось и для молекул органических веществ, например белков [4].

Однако в естественной молекуле инулина существует определенное распределение электронной плотности, в частности на атомах кислорода (*название кислорода согласно Международной номенклатуре химических элементов*). Очевидно, что влияние электромагнитного поля должно обусловить перераспределение электронной плотности в молекуле полисахарида, в том числе изменение значений эффективных зарядов на локальных атомах кислорода. А это, в свою очередь, должно привести к изменениям

еакционной способности глико-
•идных связей в реакции гидроли-
а инулина.

По-видимому, изменение режи-
ов ЭГО ведет к перераспределе-
ию эффективных зарядов на ато-
ах молекул инулина и продуктов
о гидролиза. А это, в свою оче-
едь, приводит к смещению равно-
есия в системе: или в образовании
родуктов гидролиза, или в реком-
пнции низкомолекулярных про-
ектов в олигомеры высшей степе-
и полимеризации.

С целью определения целесооб-
зности применения ЭГО в техно-
эгии получения сахара из свеклы
ы изучали действие ЭГО на белко-
эле вещества сахаросодержащего
зстительного сырья — сахарной
зеклы, для чего была проведена се-
мя опытов на модельных растворах
диффузионном соке с использо-
шим метода дискового электро-
ореза в системе Лемли [3]. Данная
етодика проста в выполнении, не
ебует сложного оборудования и
звolyет получить сведения о ка-
;ственном и количественном со-
аве белков продуктов, а также ко-
лчественно охарактеризовать каж-
>й белковый компонент отдельно.
Отличительной чертой дисково-
»электрофореза является полиме-
вация в пластине двух гелей: раз-
зчего мелкопористого и, непос-
;дственно над ним, «концентри-
ющего», с большими порами,
спользование концентрирующе-
> геля дает возможность эффек-
тного определения белков в ди-
тазоне от 1000 до 400000 Дальтон
la) без применения специальных
гтодических приемов. Варьирова-
ле плотности полиакриламидно-
геля в рамках данной системы
ш изменении процента полиак-
иамида при формировании пла-
вны дает возможность достичь

максимально эффективного разли-
чения белковых полос в той зоне
молекулярных масс, которая необ-
ходима для конкретного белкового
препарата.

Электрофорез проводили на ап-
парате Hooper Mighty Small
(Amersham Biosciences) при силе
тока 19 мА для «концентрирующе-
го» и 36 мА — для распределяюще-
го гелей. Визуализацию полипеп-
тидных зон проводили окрашива-
нием в 0,1%-ном растворе кумаси
G-250, 25%-ном изопропиловом
спирте и 10%-ной уксусной кисло-
те в течении 10—15 мин с последу-
ющим отмыванием 10%-ным ра-
створом уксусной кислоты.

Для выяснения действия ЭГО на
модельные растворы белковых ве-
ществ использовали растворы яич-
ного овальбумина (0,1% к массе
раствора) в дистиллированной
воде с применением эксперимен-
тальной установки [5] при напря-
жении 35 кВ с 5, 10, 15, 20 и 25-ю
импульсами. Уже после обработки
5-ю импульсами в отобранной
пробе наблюдалось помутнение
раствора. С увеличением количе-
ства импульсов наблюдалась дена-
турация, а спустя некоторое время
— и осаждение белка. После обра-
ботки отобранные пробы исследо-
вали на качественные изменения
методом нативного жидкостного
электрофореза.

Молекулярная масса белка для
всех образцов независимо от коли-
чества импульсов составляет 45
кДа, что соответствует молекуляр-
ной массе яичного овальбумина.
Но после ЭГО визуально наблюда-
лась коагуляция и, со временем,
осаждение белка.

Таким образом, в результате ЭГО
модельного раствора яичного бел-
ка не наблюдалось изменения ка-
чественного состава овальбумина

по сравнению с контрольным об-
разцом.

Влияние ЭГО на количество и
качество белков пива с использова-
нием этой же методики было иссле-
довано в работе [6], и аналогично
не было обнаружено качественных
изменений белковых веществ.

Далее была проведена серия ис-
следований по влиянию ЭГО сме-
си стружки сахарной свеклы с эк-
страгентом на переход протеинов в
диффузионный сок. Стружку са-
харной свеклы смешивали с водой
в соотношении 1:2. Затем смесь
подвергали обработке электроиск-
ровыми разрядами в камере уста-
новки 5, 10 и 15-ю импульсами при
напряжении 35 кВ. После обработ-
ки отбирали пробы экстрагента, в
которых так же, как и во время об-
работки модельных растворов, на-
блюдалась коагуляция белковых
веществ, присутствующих в экстра-
генте, а спустя некоторое время —
и их осаждение.

Для определения качественного
состава и молекулярной массы бел-
ковых веществ, которые перешли в
экстрагент, электрофорез проводи-
ли в 4 вариантах разведения: без
разведения, с разведением 1:2, 1:10
и 1:50.

Во всех случаях в исследуемых
образцах молекулярная масса бел-
ков, содержащихся в экстрагенте
после ЭГО стружки сахарной свек-
лы в водной среде, составляла 47 и
70 кДа и не зависела от количества
импульсов при ЭГО в заданном ди-
апазоне. Не наблюдалась деструк-
ция белковых составляющих в эк-
страгенте, что свидетельствует о
том, что ЭГО как модельных ра-
створов яичного белка, так и ткани
сахарной свеклы в водной среде не
вызывает образования и накопле-
ния продуктов распада белковых
составляющих, но приводит к коа-

гуляции с последующим осаждением скоагулированных протеинов.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Исследовано влияние электрогидравлической обработки (ЭГО) на фрагментацию инулина в водных растворах при комнатной температуре без добавления химических агентов. Установлены оптимальные режимы ЭГО (25—30 высоковольтных импульсов при напряжении 35—40 кВ для 30%-ных суспензий инулина) для получения фруктозоинулоолигосахаридных смесей, которые при этом не содержат примесей и красящих веществ.

По исследованиям молекулярной массы белков, содержащихся в экстрагенте после ЭГО стружки сахарной свеклы в водной среде, установлено, что она составляет 47 и 70 кДа и не зависит от количества импульсов при ЭГО в заданном диапазоне.

Полученные результаты сравнительных анализов белковых составляющих в необработанных и обработанных образцах смеси сахарной свеклы с экстрагентом дают возможность утверждать, что ЭГО не вызывает деструкции протеинов, но во время обработки электроискровыми разрядами как модельных растворов, так и диффузионных соков наблюдается коагуляция белковых веществ с последующим их осаждением, что способствует уменьше-

нию их содержания в экстрагентах и повышению качества последних.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бобровник Л.Д.* Кинетика гидролиза инулина / Л.Д. Бобровник, Н.Ю. Зинченко, А.А. Герасименко // *Сахарная промышленность*. — 1984. - № 9. - С. 28-29.

2. *Бобровник Л.Д.* Углеводы в пищевой промышленности / Л.Д. Бобровник, Г.А. Лезенко. — Киев: Урожай, 1991. - 112 с.

3. *Духин С.С.* Электрофорез / С.С. Духин, Б.В. Дерягин. — М.: Наука, 1976. - 328 с.

4. *Способ* получения фруктозных сиропов из инулинсодержащего сырья: А.С. № 1392105 СССР / Л.Д. Бобровник, И.С. Гулый, А.С. Ефимов, Н.В. Ремесло, Г.А. Лезенко. - Заявл. 14.10.1985. №4004100; опубл. 03.01.1988.

5. *Вплив* електрогідролічного ефекту на мікрофлору дифузійного соку / Ю.В. Слива, Л.М. Хомічак, В.М. Логвін, А.І. Маринін // *Цукор України*. - 2005. - №4. - С. 20-22.

6. *Українець А.І.* Розроблення технології та апаратури для подовження терміну зберігання харчових продуктів; автореф. дисс. д-ра техн. наук. - Київ, 1999. - 43 с.

7. *Aschengreen N.* Production of Glucose-Fructose Syrup // *Process Biochemistry*. - 1975. - Vol.10, № 4. - P.17—18.

2009 год для украинской компании «Астра-Флора» ознаменовался началом сотрудничества с предприятиями Республики Куба. Переговорный процесс по вопросам совместного украинско-кубинского сотрудничества вела фирма ТАТО ІЮ, представляющая интересы компании «Астра-Флора» за рубежом.

Во время предварительных переговоров состоялась первая встреча украинских специалистов сахарной промышленности с директором Управления внешних связей Министерства сахарной промышленности Республики Куба *Рафаэлем Суаресом Ривакоба*, директором по качеству и производственной безопасности научно-исследовательского института сахарной промышленности Республики Куба *Марлен Альфонсо Лорензо* и доктором наук, директором по науке и технологическим инвестициям НИИ «ИСИНАЗ» *Рубеном Мондуи Гонзалезом*. В ходе встреч был подписан меморандум совместного украинско-кубинского сотрудничества, приоритетным направлением которого является поиск резервов повышения выхода сахара-сырца и улучшение его качественных показателей.

Основные направления повышения выхода готовой продукции и улучшения его качества — это совершенствование технологического процесса производства и рациональное использование вспомогательных материалов, в частности флокулянта фирмы «ТАТО ІЮ», изготовленного в Украине, известного на заводах Украины и стран СНГ под названием «Т-Флок». Отличительной особенностью данного препарата является то, что он не только улучшает седиментационные и фильтрационные свойства осадка, но и существенно повыша-

Аннотация. В статье рассмотрено и проанализировано влияние электрогидравлической обработки (ЭГО) сахаросодержащего сырья на его составляющие. В качестве сырья рассматривались цикорий и сахарная свекла. В результате, определено действие ЭГО на инулин цикория и белковые вещества сахарной свеклы.

Summary. In the article influence of the electrohydraulic working of the sugar contains raw material on its components is examined. Chicory and sugar beet were used as raw material. As a result, influence of electrohydraulic working on inulin of chicory and protein substances of sugar beet is determined.

Ключевые слова: инулин, гидролиз, олигосахариды, электрогидравлическая обработка, протеины, электрофорез, коагуляция.

Key words: inulin, hydrolysis, oligosaccharides, electrohydraulic working, proteins, electrophoresis, coagulation.