

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 664.292:658.562

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ВОДНОГО ГИДРОЛИЗА-ЭКСТРАКЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЕКТИНА ИЗ ВЫЖИМОК ЯБЛОЧНЫХ, ВЫСУШЕННЫХ В ВИБРОКИПАЮЩЕМ СЛОЕ

З.В. Василенко, В.В. Редько, В.И. Никулин

Исследовано влияние регулируемых факторов эксперимента (температуры, продолжительности и скорости перемешивания на стадии водного гидролиза-экстракции) на показатели качества пектина из выжимок яблочных, высушенных в виброкипящем слое. Установлена возможность полной замены стадии предварительной подготовки выжимок яблочных, высушенных в виброкипящем слое, перед извлечением пектина на стадию кратковременного водного гидролиза-экстракции при более высоких температурах и меньшей продолжительности процесса.

Введение

Классическая технология выделения пектина из растительного сырья состоит из четырёх основных групп процессов: гидролиз-экстракция пектина; очистка и концентрирование экстракта; коагуляция пектина с промывкой; сушка и кунажирование пектина. Подготовка сырья включает в себя измельчение, промывку от балластных веществ, набухание. Выжимки яблочные сушёные перед процессом гидролиза-экстрагирования пектиновых веществ промывают не менее двух раз водой (гидромодуль процесса до 1:20) с температурой 30 – 35°C [1].

Совершенствование любого технологического процесса, равно как и получения пектина, всегда имеет своей целью повышение эффективности с учётом возможного снижения затрат, повышения качества и увеличения выхода конечного продукта.

В связи с этим целью настоящей работы являлось рассмотрение и научное обоснование возможного сокращения продолжительности процесса получения пектинового препарата и повышения его качества путём исключения стадии подготовки сырья (включающей в себя измельчение, промывку от балластных веществ, набухание) с заменой её на стадию кратковременного водного гидролиза-экстракции при более высоких температурах.

В качестве традиционного способа извлечения пектина из состава выжимок яблочных сушёных была использована технология, предложенная в МВИ. МГ – 091 – 2006 [2].

Согласно вышеуказанной технологии для извлечения пектина из состава выжимок яблочных сушёных последние подвергались двукратному промыванию водой с температурой 33°C при величине гидромодуля 1:20 и постоянном перемешивании (скорость перемешивания 450 об/мин) в течение 8 мин (каждое промывание). Подготовленные таким образом выжимки подвергали далее гидролизу в присутствии раствора лимонной кислоты для перевода протопектина в растворимый пектин.

Результаты исследований и их обсуждение

Перед началом исследований был разработан план трёхфакторного эксперимента, в со-

ответствии с которым в процессе получения пектина стадия предварительного промывания выжимок была заменена на стадию водного гидролиза-экстракции с регулируемыми значениями входных параметров: температуры (t), продолжительности (τ) и скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате для проведения водного гидролиза-экстракции пектина (ω).

Образцы пектина, полученные в результате реализации плана эксперимента, были исследованы по общепринятым показателям качества, а именно: влажность, зольность, содержание балластных веществ, степень этерификации (DE), молекулярная масса (M), степень извлечения пектина из состава исходного сырья в пересчёте на сырую массу и абсолютно сухое вещество исходного сырья (DQ).

Полученные результаты эксперимента были обработаны и проанализированы с помощью пакета статистических и системных процедур Statgraphics Plus for Windows 3.0.

Результаты исследований показали, что наибольшее влияние на степень этерификации пектина, полученного на стадии водного гидролиза-экстракции, оказывают температура проведения процесса и скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате.

Максимально возможное значение показателя, не отличающееся от одноименного значения в исходном сырье, достигается при следующих параметрах процесса:

- продолжительность процесса – от 8 до 10 мин, скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате – не выше 100 об/мин.;
- продолжительность процесса – от 5 до 10 мин, температура процесса – от 75 до 90°C;
- температура процесса – от 75 до 90°C, скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не выше 300 об/мин.

Все рассматриваемые параметры, за исключением сочетанного воздействия температуры процесса и скорости вращения рабочего органа (мешалки) являются значимыми при проведении водного гидролиза-экстракции пектина.

В связи с этим поверхность отклика, описывающая влияние параметров эксперимента на степень этерификации пектина, приобретает следующий вид:

$$DE, \% = 72,9505 + 0,0893 \cdot t + 0,0978 \cdot \tau - 0,000692308 \cdot \omega + 0,00088 \cdot t \cdot \tau - 0,000233846 \cdot \tau \cdot \omega \quad (1)$$

Наибольшее значение показателя степени этерификации пектина, полученного на стадии водного гидролиза-экстракции, отмечается при следующем сочетании входных параметров с учётом их значимости:

- температура процесса в диапазоне значений от 75 до 90°C,
- продолжительность от 8 до 10 минут,
- скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не выше 100 об/мин.

Массовая доля балластных веществ и зольность опытных образцов пектина, полученных в результате водного гидролиза-экстракции в области регулируемых входных параметров эксперимента, колеблется в пределах от 0,59 до 5,38% и от 1,3 до 2,02%. Одноименные показатели, определенные для образцов пектина, полученного в результате кислотного гидролиза-экстракции, колеблются в пределах от 1,01 до 2,09% и от 0,31 до 0,7%.

Из этого следует, что количество балластных веществ и веществ, нерастворимых в воде, осаждаемых с пектином, полученным в результате водного гидролиза-экстракции, выше одноименных показателей, определённых для образцов пектина, полученных в результате кислотного гидролиза-экстракции. Это объясняется извлечением в процессе водного гидролиза-экстракции параллельно с пектиновыми веществами сопутствующих им веществ, относимых к разряду балластных.

В традиционной технологии с предварительным двукратным промыванием выжимок перед осуществлением кислотного гидролиза-экстракции балластные вещества удаляются частично с промывными водами.

Для того чтобы избрать оптимальные значения входных параметров процесса получения

пектина с позиции наименьшего содержания в нём сопутствующих веществ, выполнили следующий анализ.

Поскольку при температуре водного гидролиза-экстракции 40°C совместно с пектиновыми веществами извлекается наибольшее количество балластных веществ, был проанализирован в первую очередь температурный фактор.

Результаты исследований показали, что:

– наименьшее количество балластных веществ осаждается совместно с пектином, полученным на стадии водного гидролиза-экстракции (вместо предварительного двукратного промывания выжимок), при температуре в диапазоне значений от 60 до 90°C, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не более 100 об/мин, продолжительности процесса до 10 минут.

– наименьшее количество золы обнаруживается в образцах пектина, полученных на стадии водного гидролиза-экстракции при температуре в диапазоне значений от 80 до 90°C, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не более 325 об/мин, продолжительности процесса до 10 минут.

Обобщив полученные данные, пришли к заключению, что наименьшее количество балластных и зольных веществ осаждается с пектином, полученным на стадии водного гидролиза-экстракции при температуре от 80 до 90°C, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не более 100 об/мин, продолжительности процесса до 10 минут.

С помощью факторного анализа были установлены оптимальные входные параметры эксперимента с целью получения пектина с большей молекулярной массой. Наиболее существенное влияние на величину молекулярной массы оказывала скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате для проведения водного гидролиза-экстракции, а также сочетанное воздействие регулируемых параметров температуры проведения процесса водного гидролиза-экстракции пектина и продолжительности данной стадии.

Остальные параметры и их сочетания оказывали меньшее влияние.

Уравнение, с помощью которого можно описать поверхность отклика при изучении влияния входных параметров эксперимента на величину молекулярной массы пектина (M), имеет следующий вид:

$$M = -44098,4 + 1141,25 \cdot t + 7164,83 \cdot \tau + 102,976 \cdot \omega - 124,202 \cdot t \cdot \tau - 0,570677 \cdot t \cdot \omega - 0,689538 \cdot \tau \cdot \omega \quad (2)$$

Наиболее оптимальными параметрами из диапазона рассматриваемых для получения пектина с наибольшей молекулярной массой являются следующие: температура процесса от 75 до 90°C, продолжительность от 5 до 7 минут, скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не ниже 200 об/мин.

Одной из важнейших технологических характеристик процесса получения пектина является показатель степени извлечения пектина из состава исходного сырья. Результаты эксперимента показали, что на стадии водного гидролиза-экстракции из состава выжимок яблочных, высушенных в виброкипящем слое, выделяется от 5 до 30% от общего количества пектина, экстрагируемого из исходного сырья и осаждаемого этиловым спиртом.

Наибольшее количество пектина извлекается из состава выжимок яблочных, высушенных в виброкипящем слое инертного материала, на стадии водного гидролиза-экстракции при температуре в диапазоне значений от 70 до 90°C, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате от 200 до 325 об/мин, продолжительности процесса от 7 до 10 минут.

Уравнение поверхности отклика, описывающее зависимость величины показателя степени извлечения пектина из состава исходного сырья на стадии гидролиза-экстракции от влияния регулируемых параметров эксперимента, имеет следующий вид:

$$DQ = 4,29575 - 0,00955 \cdot t - 0,5485 \cdot \tau - 0,0358077 \cdot \omega + 0,000666154 \cdot t \cdot \omega \quad (3)$$

Наиболее значимыми факторами, оказывающими воздействие на прочность студней пектина в сравнении с контрольным образцом, являются температура и сочетание температуры и скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате.

Менее ощутимое влияние оказывает скорость вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате. Причём существенно разница в величине прочности студней между опытными и контрольным образцом наблюдается при снижении температуры, при которой осуществляется водный гидролиз-экстракция, снижении скорости перемешивания, но увеличении продолжительности процесса.

Оптимальные значения показателя прочности студня наблюдаются в регулируемом диапазоне значений температуры до 70°C, продолжительности процесса от 5 до 10 минут, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате от 100 до 325 об/мин.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что при извлечении пектина из состава выжимок яблочных, высушенных в виброкипящем слое, с целью возможного сокращения продолжительности процесса получения и повышения качества готового пектинового препарата пектина возможно исключение стадии подготовки сырья (включающей в себя измельчение, промывку от балластных веществ, набухание) с заменой её на стадию кратковременного водного гидролиза-экстракции при более высоких температурах. Показано, что оптимальные значения показателей качества пектина, извлекаемого на стадии водного гидролиза-экстракции, отмечаются при температуре процесса не выше 75°C, продолжительности от 8 до 10 минут, скорости вращения рабочего органа (мешалки) в аппарате не выше 100 об/мин.

Литература

- 1 Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение /Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. -- М.: Дели принт, 2007. -- 276 с.
- 2 Методика выполнения измерений. Определение массовой доли пектина, осаждаемого спиртом, в выжимках яблочных сушёных. МВИ. МГ – 091 – 2006. Составители: Василенко З.В., Никулин В.И., Седакова В. А., Могилёв, 2005. – 8 с.

Поступила в редакцию 22.10.2010