

УДК 547.458.88:634.11.076.002.33

И.В. Москалюк, канд. техн. наук, Одес. держ. аграр. ун-т

ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ НА ЖЕЛИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

І.В. Москалюк. Вплив активності пероксидази на драглеутворюючу здатність пектинових речовин. Запропоновано спосіб отримання драглеподібних структур на основі яблучного пектину по третьому типу драглеутворення з використанням окислювально-відновлювальних ферментів. Проведено дослідження якісного та кількісного складу поліфенольних речовин в яблуках і в пектиновому екстракті, отриманому методом лужного гідролізу. Визначено роль пероксидази в процесі структуроутворення пектинових речовин на модельних розчинах.

И.В. Москалюк. Влияние активности пероксидазы на желеобразующую способность пектиновых веществ. Предложен способ получения желеобразных структур на основе яблочного пектина по третьему типу желеования с использованием окислительно-восстановительных ферментов. Проведены исследования качественного и количественного состава полифенольных веществ в яблоках и в пектиновом экстракте, полученном методом щелочного гидролиза. Определена роль пероксидазы в процессе структурообразования пектиновых веществ на модельных растворах.

I.V. Moskaliuk. The determination of jelling capacity of pectin substances of active peroxidase. The method of obtaining jelling structures on the basis of an apple pectin by the third type of jelling with the use of redox enzymes have been proposed. The research of a quality and quality content of polyphenol substances in apple and in pectin extraction obtained by the method of alkali hydrolyze has been carried out. The role of peroxides in the structure forming process of pectin substances on the model solutions has been determined.

Исследованиями, проведенными на свекловичном низкометоксилированном и низкомолекулярном пектине, установлен третий тип желеования пектиновых веществ в присутствии пероксидазы и перекиси водорода. Желеобразование осуществляется за счет перекрестного сшивания входящих в молекулярную структуру пектиновых веществ остатков феруловой кислоты, связанных с арабанами и галактанами боковых цепей молекул пектина эфирными группами, в присутствии окислительно-восстановительных ферментов.

Известно, что арабинопиранозные и галактопиранозные остатки пектиновых веществ клеточных стенок некоторых растений этерифицированы феруловой кислотой [1]. В кислотно- и щелочерастворимых фракциях пектиновых веществ свеклы содержится от 0,48 до 0,57 % (на сухую массу) остатков феруловой кислоты. Здесь же находится фермент пероксидаза, который способен катализировать их окислительную конденсацию [2, 3]. Рядом авторов предполагается, что в результате ее действия происходит поперечная сшивка пектиновых молекул при помощи диферуловых мостиков [4...6].

В связи с этим целесообразно исследовать возможность получения желеобразной структуры на основе яблочного пектина с использованием окислительно-восстановительных ферментов.

Пероксидаза относится к окислительно-восстановительным ферментам, способным активировать в присутствии перекиси водорода окисление полифенолов, которые являются донорами водорода [5]. Окисление полифенолов происходит с образованием соответствующего хинона и воды [6].

В яблоках найдено свыше 20 фенольных соединений. Максимальные количества катехинов, лейкоантоцианидинов и хлорогеновой кислоты содержат незрелые плоды. По мере их созревания количество этих полифенолов снижается, а более окисленных форм (флавонолов) увеличивается, достигая максимума в полностью созревших плодах [3]. Катехины, лейкоантоцианы и флавонолы являются мономерными формами фенольных веществ.

При выделении пектиновых веществ из яблочных выжимок полифенолы экстрагируются вместе с пектином. Установлено, что содержание полифенолов в яблоках и пектиновом экс-

тракте, полученном из свежих яблочных выжимок методом щелочного гидролиза, составляет 154 мг/100 г, а в пектиновый экстракт переходит 95,93 мг/100 г.

В составе полифенолов, широко распространенных в растительном мире, преобладают антоцианиды, лейкоантоцианидины, катехины и флавонолы, характеризующиеся различной способностью к окислению. Наиболее легко и быстро окисляются лейкоантоцианидины и катехины, хуже — антоцианиды и флавонолы.

В связи с этим проведены исследования качественного и количественного состава полифенольных веществ в яблоках и пектиновом экстракте, полученным методом щелочного гидролиза (см. таблицу).

Полифенольные вещества яблок и пектинового экстракта.

Продукт	Массовая доля полифенолов в 100 г продукта, мг			
	Антоцианиды	Лейкоантоцианидины	Катехины	Флавонолы
Яблоки	10,2	78,0	40,50	15,86
Пектиновый экстракт	9,2	52,5	38,75	1,13

Следовательно, в составе полифенолов яблок и пектинового экстракта основную массу составляют легко и быстро окисляющиеся катехины и лейкоантоцианидины.

Ранее проведены исследования скорости протекания реакции различных замещенных форм катехинов методом определения количества поглощенного кислорода и выделившегося углекислого газа и идентифицированы промежуточные продукты реакции [3].

Лейкоантоцианидины отличаются от катехинов способностью к гидратации за счет незамещенных гидроксильных групп в положении С3 и С5, что облегчает протекание процессов конденсации и полимеризации, взаимодействие с активными группами других соединений [5].

При производстве пектина для очистки его от фенольных и других сопутствующих веществ применяют различные методы обработки.

Однако полностью удалить фенольные вещества без ухудшения качества пектина практически невозможно [7]. Проведенные исследования показали, что в стандартном пектине присутствует от 4,0 до 7,5 мг/100 г полифенолов.

Учитывая, что в растительной ткани яблок содержится не только пероксидаза, но и другие окислительно-восстановительные ферменты, такие как полифенолоксидаза, аскорбиноксидаза, проведены исследования по определению роли пероксидазы в процессе структурообразования пектиновых веществ на модельных растворах. Для этой цели использовался яблочный пектин, выработанный на Барском пектиновом заводе, и промышленный препарат пероксидазы. Исследования проводились с 1 %-м раствором пектина, который кипятился в течение 5 мин и охлаждался до комнатной температуры. Полученный раствор разделили на две части. В одну часть раствора пектина внесли промышленный препарат пероксидазы в количестве 0,05 % от массы пектина и тщательно перемешивали до полного растворения фермента. Вторая часть раствора пектина, без внесения пероксидазы, служила контролем. Через 1 час раствор пектина с пероксидазой приобрел желеобразную консистенцию, в то время как контрольный раствор пектина остался без изменения.

Таким образом, результаты проведенных исследований на модельных растворах свидетельствуют о том, что в образовании желеобразной структуры пектиновых веществ участвует пероксидаза.

В дальнейшей работе в качестве ферментного препарата использовался водный экстракт хрена, так как в нем содержится наиболее активная пероксидаза [1, 3]. Активность пероксидазы в полученном экстракте из сухих корней хрена составляет 65,3 см³/г.

Для определения желирующей способности яблочного пектина в присутствии пероксидазы в раствор с одинаковой массовой долей пектина 0,2 г вносилось различное количество экстракта хрена, с массовой долей сухих веществ 2,7 % и активностью пероксидазы 65,3 см³/г, доводилась рН смеси до 7 и до определенного объема. Зависимость изменения вязкости раствора пектина от массовой доли окислительно-восстановительного фермента в смеси представлена на рисунке.

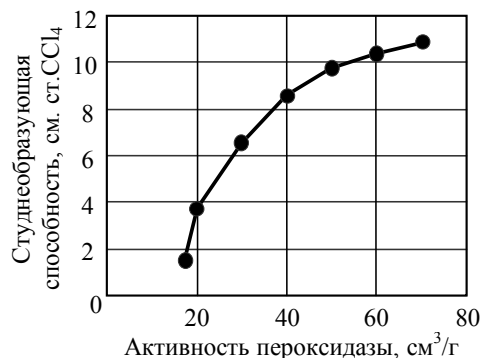
Анализируя полученные данные, следует отметить, что процесс желирования пектина не начинается при содержании в смеси 0,2г пектина и 10 см³ экстракта хрена, что по сухим веществам соответствует 0,27 г ферментной вытяжки с активностью пероксидазы 17,6 см³/г. С увеличением содержания ферментного препарата в смеси вязкость раствора пектина возрастает, приближаясь к максимальной при соотношении пектин - экстракт хрена 0,2 : 1,08.

На основе проведенных исследований и анализа полученных данных можно сделать основные выводы:

— изучена возможность получения желеобразных структур на основе яблочного пектина по третьему типу желирования с использованием окислительно-восстановительных ферментов;

— изучен качественный и количественный состав полифенольных веществ в свежих яблоках и пектиновом экстракте, полученным методом щелочного гидролиза. В составе полифенолов яблок и пектинового экстракта основную массу составляют легко и быстро окисляющиеся катехины и лейкоантоцианидины;

— исследована роль пероксидазы в процессе структурообразования пектиновых веществ на модельных растворах. Установлено, что пероксидаза участвует в образовании желеобразной структуры пектиновых веществ.



Зависимость желеобразующей способности пектина от активности пероксидазы (рН 7)

Литература

1. Андреева, В.А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений / В.А. Андреева. — М.: Наука, 1988. — 128 с.
2. Самсонова, А.Н. Современные линии и оборудование для производства сока / А.Н. Самсонова // Консерв. и овощесушил. пром-сть. — 1983. — № 5. — С. 10 — 11.
3. Скорикова, Ю.Г. Полифенолы плодов и овощей, и формирование цвета продуктов / Ю.Г. Скорикова. — М.: Пищевая пром-сть., 1973. — 232 с.
4. Кишковский, З. Н., Химия вина / З.Н. Кишковский, И.М. Скурихин. — 2-е изд, перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1988. — 254 с.
5. Цереветинов, Ф.В. Химия и товароведение свежих плодов и овощей / Ф.В. Цереветинов. — М.: Госторгиздат, 1949. Т. 1. — С. 45 — 49.
6. Кретович В.Л. Биохимия растений: учеб / В.Л. Кретович. — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1986. — 503 с.
7. Біотехнологічні основи виробництва білка і пектину з відходів переробки плодів та винограду. — В.М. Єжов, Г.Г. Валуймо, О.С. Луканін, І.Р. Клечак. — К.: Урожай, 1993. — 118 с.

Рецензент д-р. хим. наук, проф. Бельтюкова С.В.

Поступила в редакцию 30 марта 2009 г.