

УДК 663.81

Интенсификация технологии получения сока из плодово-ягодного сырья с высоким содержанием пектина

Канд. техн. наук **И.А. Панкина**, pankina_ilona@mail.ru
канд. техн. наук **Е.С. Белокурова**, oldseadog@inbox.ru

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий
194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

Исследовали процесс ферментации растительного сырья при производстве соков для изучения возможности более глубокой переработки сырья и интенсификации процесса. Использовали сырье отечественного и зарубежного производства: яблоки сортов «Голден» и «Северный Синап», виноград сортов «Алиготе» и «Томпсон». Влияние процессов ферментации на выход и качество соков изучали с помощью ферментного препарата гидролитического действия Pectinex BE XXL, который в количестве 0,04 г растворяли в 100 г воды и вносили в мезгу. Обработку мезги осуществляли «холодным» способом при температуре 18–20°C в течение 60 минут. Контрольным образцом являлась проба без ферментативной обработки. Показано влияние Pectinex BE XXL на показатели интенсивности получения сока (продолжительность сокоотделения и фильтрация) и на выход продукта. Определено, что продолжительность фильтрации при использовании ферментного препарата сократилась: для яблочного сока – в 1,43 раза, виноградного – в 1,75 раза. При этом выход яблочного сока увеличился на 12%, а виноградного сока – на 14% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: технология получения сока; глубокая переработка сырья; ферментирование; растворимые сухие вещества; растительное сырье; мезга.

DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-1-36-41

Intensification of juice extraction technology from fruit raw materials with high pectin content

Ph.D. **Elena S. Belokurova**, oldseadog@inbox.ru
Ph.D. **Iona A. Pankina**, pankina_ilona@front.ru

*Saint-Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great
High School of Biotechnology and Food Technologies
50, Novorossiyskaya str., St. Petersburg, 194021, Russia*

Fermentation process of vegetable raw materials for juice production is investigated to study a possibility of a deeper processing of raw materials and to intensify the process. The raw materials of domestic and foreign origin were used: Golden and Northern Sinap apples, Aligote and Thompson grapes. The influence of fermentation on the yield and quality of juice was analyzed by Pectinex BE XXL – an enzyme preparation of hydrolytic action which was dissolved in water (0.04 g per 100 g of water) and brought in alburnum. Processing of alburnum was carried out by the "cold" way at the temperature of 18–20°C for 60 minutes. A sample without enzymatic processing was used as the control one. The influence of Pectinex BE XXL on the indicators of juice extraction intensity (secretion duration and filtration) and on the product yield is shown. Filtration duration when the enzyme preparation is used is shown to be reduced: for apple juice – by 1.43 times, for grape juice – by 1.75 times. At the same time apple juice yield is increased by 12%, and grape juice yield – by 14% compared with the control sample.

Keywords: juice extraction technology; deep processing of raw materials; fermentation; soluble solids; vegetable raw materials; alburnum.

Введение

В структуре питания человека должны преобладать фрукты и овощи, являющиеся основными источниками витаминов, макро- и микроэлементов, эссенциальных микронутриентов, клетчатки, пектинов и др. Высоким содержанием различных микронутриентов отличаются фруктово-ягодные соки.

В плодах различных видов ягод и косточковых фруктов природное содержание пектинов считается высоким. Однако пектины существенно снижают выход сока. В связи с этим остро стоит задача по

созданию безотходных и ресурсосберегающих технологий производства соков [1], для чего в первую очередь необходимо уменьшить отходы производства. Ежегодно в консервной отрасли России и стран СНГ образуется около 275 тыс. тонн яблочных выжимок, из которых на промышленную переработку используется только 37 тыс. тонн [2].

Одним из эффективных методов извлечения сока из различных плодов и ягод на сегодняшний день является диффузия, заключающаяся в противоточном выщелачивании растительной мезги водой. Это позволяет увеличить выход соковой продукции. Однако такой способ сокоотделения требует установки дополнительного оборудования для диффузии, а качественные показатели соков из-за разбавления их водой, приводящей к снижению содержания сухих веществ на 0,7–2%, уступают сокам, полученным методом прессования [3].

В европейских странах наибольшее распространение получили способы извлечения сока из плодово-ягодного сырья с применением ферментных препаратов различного действия [4].

По своей химической природе пектины относятся к углеводам, и поскольку они являются кислыми полисахаридами клеточной стенки растений, для их извлечения и деградации требуется применение или различных кислот, или комплексных аппаратных и биологических методов [5]. Молекулы пектина имеют цепеобразное строение. Гомогалактуриновое ядро состоит из многих остатков D-галактуроновой кислоты, соединенных между собой 1,4- α -гликозидной связью. Структурная формула отдельной цепочки пектина может быть представлена в следующем виде [6, 7].

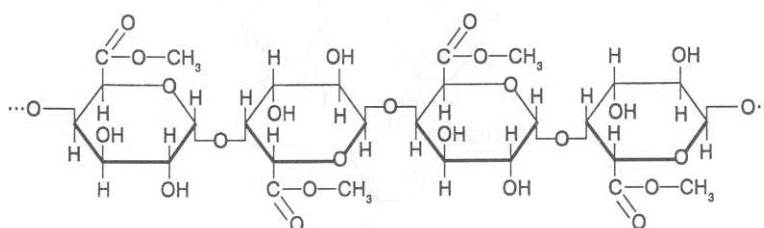


Рисунок 1 – Строение молекулы пектина

Согласно современной номенклатуре, в пектиновых веществах различают протопектин, пектин, пектиновую кислоту и пектинаты, пектовую кислоту и пектаты [7]. Целенаправленное применение пектолитических ферментных препаратов приводит к разрыву длинной молекулы пектина, что увеличивает выход сока и скорость фильтрации [8, 9].

При ферментации сырья для достижения необходимого эффекта в первую очередь необходим гидролиз прямолинейных участков молекулы пектина. С этой целью следует выбирать препараты с высокой пектинметилэстеразной, полигалактураназной и пектинлиазной активностью. Это означает, что ферментные препараты, применяемые для осветления сока, пригодны и для обработки мезги [10].

Ферменты представляют собой обладающие биокаталитическими свойствами, высокомолекулярные, простые или сложные белки, которые синтезируются всеми организмами. Они активно участвуют в реакциях обмена веществ в клетках живых организмов. Фрукты содержат большое количество природных ферментов, однако их активности недостаточно для протекания ряда необходимых биохимических реакций в течение короткого времени инкубирования [11].

Для обработки мезги в соковом производстве в настоящее время используются различные ферментные препараты пектолитического действия, которые не только увеличивают выход соковой продукции, но и способствуют оптимизации экстрагирования красящих веществ используемого сырья. Кроме того в производстве соков применяют также амилолитические ферменты, способствующие расщеплению крахмала сырья на сахара, улучшая тем самым внешний вид сока и повышая его стойкость при хранении [11–13].

С целью повышения выхода сока необходимо наиболее полно экстрагировать сухие вещества из перерабатываемого сырья и снизить количество отходов сокового производства, а именно мезги. С этой целью разработаны и используются ферментные препараты. Обычно это препараты комплексного действия, различающиеся количественным соотношением различных групп ферментов. Ферменты позволяют ускорить процесс сокоотделения, полнее экстрагировать растворимые сухие вещества

и ускорить процесс фильтрации [14]. Перед выбором ферментного препарата для гидролиза пектинов в выбранном сырье необходимо провести исследование - выделить и установить физико-химические и структурные особенности пектиновых полисахаридов используемого сырья. Однако это очень затратно, поскольку требуется дорогостоящее оборудование, реактивы и время для исследований. В связи с этим производители работают с ферментными препаратами на основании общих рекомендаций поставщиков ферментов, которые подходят для любого плодово-ягодного сырья [15].

Целью исследования явилась разработка интенсивной технологии получения сока из плодово-ягодного сырья с высоким содержанием пектина с помощью ферментного препарата Pectinex BE XXL. Ферменты пектолитического действия могут применяться на разных стадиях технологического процесса и при различных температурных режимах. Производители ферментных препаратов дают общую рекомендацию, но в каждом конкретном случае способ использования фермента зависит от качества перерабатываемого сырья.

В связи с поставленной целью основная задача состояла в разработке технологического режима применения данного ферментного препарата для конкретного плодово-ягодного сырья.

Анализ литературных источников показал, что ферментные препараты различаются по способу действия и могут добавляться на разных этапах процесса сокоотделения [11].

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования было выбрано сырье отечественного производства – яблоки сортов «Голден» (Республика Крым, урожай 2015 г.) и «Северный Синап» (Ленинградская область, урожай 2015 г.), а также виноград сортов «Алиготе» (Республика Крым, урожай 2015 г.) и «Томпсон» зарубежного производства.

Объектом исследования также был выбран фермент Pectinex BE XXL – ферментный препарат пектолитического действия, предназначенный для обработки мезги, который рекомендуется добавлять перед прессованием.

В настоящей работе предложены рецептура и технология приготовления сока в лабораторных условиях. 500 г свежих яблок промывали, очищали от плодоножек, косточек и семенных гнезд. Затем нарезали и пропускали через бытовую соковыжималку. Полученные в результате обработки сок и мезгу взвешивали, фиксировали результаты.

Аналогично готовили и виноград: промывали, отжимали сок с помощью бытовой соковыжималки. Измеряли количество полученного сока, а оставшиеся выжимки, содержащие косточки и мезгу обрабатывали ферментным препаратом.

Поскольку использовался ферментный препарат гидролитического действия, то перед внесением в мезгу 0,04 г фермента Pectinex BE XXL растворяли в 100 г воды. Количество воды было выбрано из такого расчета, чтобы водный раствор полностью покрыл мезгу.

Согласно рекомендациям производителя по использованию данного ферментного препарата, обработка мезги осуществлялась при комнатной температуре (18–20°C) в течение 60 минут. Контрольным образцом являлась проба без ферментативной обработки.

За время действия фермента пектиновые вещества разрушились, ткань разрыхлилась, клетки разъединились, и мезга значительно легче выделила сок. Далее мезгу пропускали через лабораторный пресс. Образовавшееся количество сока отделяли и измеряли объем. Затем сок отфильтровывали.

Количество готового сока определяли измерительным методом с помощью мерных цилиндров со шкалой деления 1 мл. Содержание сухих веществ определяли рефрактометрически по показателю преломления. Активную кислотность (pH) и окислительно-восстановительный потенциал Eh (mV) определяли на приборе рН-410.

Результаты и их обсуждение

Продолжительность фильтрации и объем полученного сока приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Продолжительность фильтрации и объем полученного сока

Выход сока	Сок яблочный (усредненные показатели по двум сортам яблок)		Сок виноградный (усредненные показатели по двум сортам винограда)	
	Контрольный образец	Опытный образец	Контрольный образец	Опытный образец
V сока, в мл	322	360	315	360
V сока, в % от массы сырья	65	72	63	72
Продолжительность фильтрации, мин	40	28	35	20

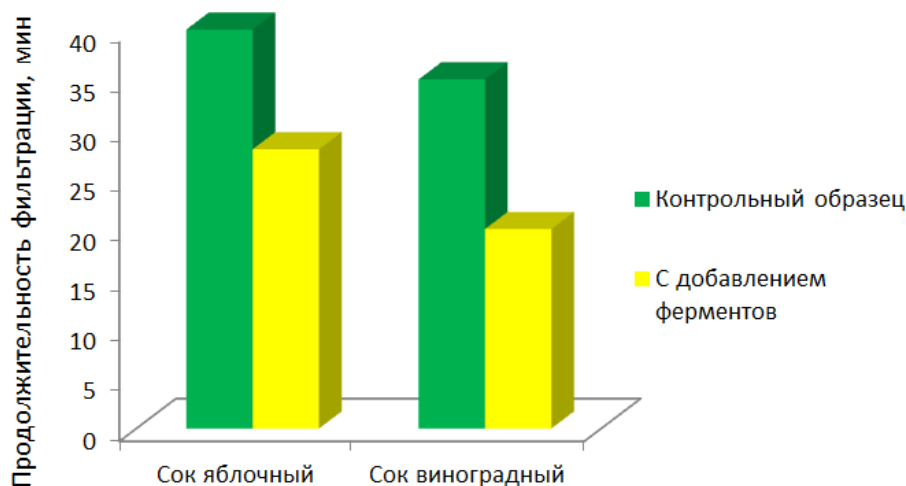


Рисунок 2 – Продолжительность фильтрации соков в зависимости от способа обработки образцов

По результатам исследования было определено влияние фермента Pectinex VE XXL на продолжительность сокоотделения и фильтрации (показатели интенсивности получения соков) и физико-химические показатели качества получаемых соков, которые представлены в таблице 2. Доказано, что продолжительность фильтрации в обоих случаях заметно сократилась: для яблочного сока в 1,43 раза, а для виноградного – в 1,75 раза, что свидетельствует о глубоком расщеплении высокомолекулярных компонентов сырья. Показано, что выход яблочного сока увеличился на 12%, а виноградного сока – на 14% по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества полученных соков

	Сок яблочный		Сок виноградный	
	Контроль	Опытная проба	Контроль	Опытная проба
Содержание растворимых сухих веществ, %	15,8±0,2	10,4±0,2	17,2±0,2	16,8±0,2
Показатель преломления	1,3557	1,3485	1,3590	1,3585
pH	4,00	3,65	3,70	3,70
Eh, mV	203	223	220	217

Исследования показали, что содержание растворимых сухих веществ уменьшается в обоих случаях, но в виноградном соке незначительно, а в яблочном соке – существенно. Это свидетельствует о том, что виноградные выжимки содержат значительно больше растворимых сухих веществ, чем яблочная мезга. Также можно отметить, что значения pH для яблочного сока уменьшается почти на 10%, а в случае с виноградным соком изменений практически нет.

Выводы

Для увеличения выхода соковой продукции и повышения конкурентоспособности производства необходимо применять технологии более глубокой переработки сырья для снижения безвозвратных потерь.

Для интенсификации сокоотделения из мезги можно применять разные процессы: диффузию и ферментацию. Процесс диффузии мезги более трудоемкий, чем процесс ферментации, поэтому ферментативный гидролиз мезги нашел более широкое распространение.

Пектолитические ферментные препараты увеличивают количество получаемого сока и уменьшают продолжительность процесса его производства.

Исследуемый ферментный препарат Pectinex VE XXL оказался эффективным при обработке яблочной и виноградной мезги.

Сокращение продолжительности фильтрации имеет место при обработке как яблочного, так и виноградного сырья, но эффективнее для винограда.

Ферментный препарат Pectinex VE XXL и предложенный режим обработки мезги рекомендуется использовать для интенсификации процесса сокоотделения при получении виноградного сока, т. к. сокращается продолжительность процесса получения сока, увеличивается его выход и улучшается качество. При производстве яблочного сока данный ферментный препарат ускоряет процесс отделения сока, но из-за добавления воды при гидролизе уменьшается количество растворимых сухих веществ при небольшом увеличении объема, поэтому для яблочной мезги данный фермент малоэффективен.

Исследования в данном направлении продолжаются с другими видами сырья и использованием различных температурных режимов.

Литература

1. Белокурова Е.С., Дмитриченко М.И. Качество и конкурентоспособность продовольственного сырья и пищевых продуктов: монография. СПб.: Изд-во СПб гос. ун-та сервиса и экономики, 2009. 119 с.
2. Красноселова Е.А., Донченко Л.В. Сравнительные аналитические характеристики пектиновых веществ изучаемых сортов яблок // Молодой ученый. 2015. № 5.1. С. 89–93.
3. Ильева Е.С., Мельник И.В. Технология получения фруктовых сиропов из диффузионных соков // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. II междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2013.
4. Kumar S. Role of enzymes in fruit juice processing and its quality enhancement. *Advances in Applied Science Research*, 2015, no. 6(6), pp. 114–124.
5. Sharma H.P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices. A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016, V. 57, Issue 6, pp. 1215–1227.
6. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 229 с.
7. Heldt H-W., Piechulla B. *Plant Biochemistry*. Academic Press, 2010, 656 p.
8. Панкина И.А., Белокурова Е.С. Исследование процессов биodeградации углеводов яблочного сока // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2016. № 4. С. 58–64.
9. Панкина И.А., Дзино Н.А. Физико-химические исследования плодово-ягодных напитков // Материалы IV международной научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 27 апреля 2016 г.). Кемерово: КемТИПП, 2016. С. 278–280.
10. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Ферментация традиционного растительного сырья для получения функциональных пищевых продуктов // Актуальная биотехнология. 2015. № 1(12). С.13–17.
11. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии /пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня и А.В. Орещенко. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.
12. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Инновационные технологии получения ферментированных напитков функционального назначения // Вопросы питания. 2016. № 2. С. 133–134.
13. Белокурова Е.С., Панкина И.А. Экспериментальное исследование фруктовых соков // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие технических наук в современном мире» (Воронеж, 11 декабря 2016). Воронеж, 2016. С.70–72.
14. Алексеенко Е.В. Инновационные технологии переработки ягодного сырья: научные и прикладные аспекты: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 2013.
15. Singh A., Kumar S., Sharma H.K. Effect of enzymatic hydrolysis on the juice yield from bael fruit (*Aegle marmelos* Correa) pulp. *American Journal of Food Technology*. 2012, V. 7, no. 2, pp. 62–72.

References

1. Belokurova E.S., Dmitrichenko M.I. *Kachestvo i konkurentosposobnost' prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov* [The quality and competitiveness of the food raw materials and food products]. St. Petersburg, State University of Service and Economics Publ., 2009. 119 p.
2. Krasnoselova E.A., Donchenko L.V. Sravnitel'nye analiticheskie kharakteristiki pektinovykh veshchestv izuchaemykh sortov yablok [Comparative analytical characteristics of pectin substance from studied apple varieties]. *Young scientist*. 2015, no. 5.1, pp. 89–93.
3. Il'eva E.S., Mel'nik I.V. Tekhnologiya polucheniya fruktovykh siropov iz diffuzionnykh sokov [Technology of fruit syrups from diffusion juice]. *Collection of articles of the 2nd Int. scientific-practical conf. "Science yesterday, today and tomorrow"*. Novosibirsk, SibAK Publ., 2013, pp. 123–127.
4. Kumar S. Role of enzymes in fruit juice processing and its quality enhancement. *Advances in Applied Science Research*, 2015, no. 6(6), pp. 114–124.
5. Sharma H.P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices. A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016, V. 57, Issue 6, pp. 1215–1227.
6. Kovalenko L.V. Biokhimicheskie osnovy khimii biologicheskii aktivnykh veshchestv [Biochemical fundamentals of chemistry of biologically active substances]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znanii Publ., 201, 229 p.
7. Heldt H-W., Piechulla B. *Plant Biochemistry*. Academic Press, 2010, 656 p.
8. Pankina I.A., Belokurova E.S. Issledovanie protsessov biodegradatsii uglevodov yablochnogo soka [Research of processes biodegradation carbohydrates of apple juice]. *Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment*. 2016, no. 4, pp. 58–64.
9. Pankina I.A., Dzino N.A. Fiziko-khimicheskie issledovaniya plodovo-yagodnykh napitkov [Physico-chemical studies of fruit-berry drinks]. *Proceedings of the 4th International Scientific Conference "Food innovation and biotechnology"* (Kemerovo, 27 April 2016). Kemerovo, KemTIPP Publ., 2016. pp 278-280.
10. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Fermentatsiya traditsionnogo rastitel'nogo syr'ya dlya polucheniya funktsional'nykh pishchevykh produktov [Fermentation of traditional vegetable raw material for functional foods]. *Current biotechnology*. 2015, no. 1(12), pp. 13–17.
11. Schobinger U. *Fruit and Vegetable Juices*. Verlag Eugen Ulmer, 2001, 651 p. (Russ. ed.: Shobinger U. *Fruit and vegetable juices: the scientific bases and technologies*. St. Petersburg, Profession Publ., 2004. 640 p.
12. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Innovatsionnye tekhnologii polucheniya fermentirovannykh napitkov funktsional'nogo naznacheniya [Innovative technology production fermented beverages of a functional purpose]. *Food questions*. 2016, no. 2, pp. 133–134.
13. Belokurova E.S., Pankina I.A. Eksperimental'noe issledovanie fruktovykh sokov [Experimental study of fruit juices]. *Proceedings of the international scientific-practical conference "Development of technical sciences in the modern world"* (Voronezh, December 11, 2016). Voronezh, 2016, pp. 70–72.
14. Alekseenko E.V. Innovatsionnye tekhnologii pererabotki yagodnogo syr'ya: nauchnye i prikladnye aspekty [Innovative technology the processing of berry raw material: scientific and applied aspects]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 2013.
15. Singh A., Kumar S., Sharma H.K. Effect of enzymatic hydrolysis on the juice yield from bael fruit (*Aegle marmelos* Correa) pulp. *American Journal of Food Technology*. 2012, V. 7, no. 2, pp. 62–72.

Статья поступила в редакцию 10.02.2017