УДК 664.8:634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-272-284

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯБЛОЧНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Причко Татьяна Григорьевна
д-р с.-х. наук, профессор
зав. лабораторией хранения
и переработки плодов и ягод
e-mail: prichko@yandex.ru

Дрофичева Наталья Васильевна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
лаборатории хранения
и переработки плодов и ягод
e-mail: Droficheva.nata@icloud.com

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Яблоки – самое распространенное плодовое сырье, яблоня имеет наибольшие площади посадки среди плодовых культур. Плоды яблони употребляют как свежем, так и переработанном виде. Наибольшей популярностью у населения, по данным статистики, пользуются яблочные соки и их купажи. Применение биотехнологии для интенсификации технологических процессов в пищевой промышленности – это использование комплекса ферментных препаратов в технологическом процессе, способствующих деструкции растительных биополимеров, в том числе полисахаридов, на долю которых приходится значительное количество сухих веществ. Лучшие результаты по выходу яблочного сока, достигнуты при производстве плодовых соков: с использованием пектиназы, целлюлазы, амилазы, гемицеллюлазы и протеиназы. В лаборатории хранения и переработки плодов и ягод оптимизированы технологические

UDC 664.8:634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-272-284

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF APPLE RAW MATERIALS PROCESSING USING BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES

Prichko Tatyana Grigorievna
Dr. Sci. Agr., Professor
Head. of Laboratory of Storage
and Processing of Fruits and Berries
e-mail: prichko@yandex.ru

Droficheva Natalia Vasilievna
Cand.Tech.Sci.
Senior Research Associate
of Storage and Processing
of Fruits and Berries Laboratory
e-mail: Droficheva.nata@icloud.com

Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia

Apples are the most common raw materials with the largest planting areas. Apple fruits are consumed both fresh and processed. The most popular among the population, according to statistics, are apple juices and their blends. The application of biotechnology for the intensification of technological processes in the food industry is the use of a complex of enzyme preparations in the technological process that contribute to the destruction of plant biopolymers, including polysaccharides, which account for a significant amount of dry matter. The best results in the yield of apple juice are achieved in the production of fruit juices: using pectinase, cellulase, amylase, hemicellulase and proteinase. In the laboratory of storage and processing of fruits and berries, the technological parameters of processing apple raw materials using biotechnological processes – enzyme

параметры переработки яблочного сырья с применением биотехнологических процессов – ферментного гидролиза препаратами: Тринолин 4000, Тринолин ДФ, Фруктоцим П6-Л, Лафаза. Ферментные препараты вносили в равных дозах. Все обработки осуществляли в оптимальных для действия ферментов условиях, рекомендуемых производителем «Евротрейд». Проведена оценка действия препаратов на выход яблочного сока. Для проведения лабораторных экспериментов, для получения сока были выбраны наиболее распространенные на Кубани сорта яблок: Голден Делишес и Кубанское багряное. Об эффективности действия ферментных препаратов: Фруктоцим П6-Л, Тренолин ДФ, Тренолин 4000 и Лафаза судили по выходу сока. Контролем служил сок, полученный при тех же условиях, но без внесения ферментного препарата. Оптимизированы технологические параметры переработки яблочного сырья: Тренолин ДФ, Тренолин 4000 в концентрации 0,02 %, Лафаза в концентрации 0,02-0,03 %, Фруктоцим П6-Л в концентрации 0,03 %. Время ферментации всех исследованных ФП – два часа при температуре 45 ºС для обоих образцов яблок (сорт Кубанское Багряное и Голден Делишес). Предложенный режим обработки яблочного жома рекомендуется использовать для интенсификации процесса сокоотделения, так как сокращается продолжительность процесса получения сока, увеличивается его выход и улучшается качество готового продукта.

Ключевые слова: БИОТЕХНОЛОГИИ, ПРОЦЕССЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ, ФЕРМЕНТЫ, ПЕРЕРАБОТКА ЯБЛОЧНОГО СЫРЬЯ

hydrolysis with preparations: Trinolin 4000, Trinolin DF, Fructocyme P6-L, Laphase have been optimized. Enzyme preparations were introduced in equal doses. All treatments were carried out under optimal conditions for the action of enzymes, recommended by the manufacturer «Eurotrade». The effect of preporations on the yield of apple juice was evaluated. For laboratory experiments, the most common varieties of apples in the Kuban were selected to obtain juice: Golden Delicious and Kubanskoye bagryanoye. The effectiveness of the enzyme preparations: Fructocyme P6-L, Trinolin DF, Trinolin 4000 and Laphase was estimated by the juice yield. The control was the juice obtained under the same conditions, but without the introduction of an enzyme preparation. Technological parameters of processing of apple raw materials have been optimized: Trinolin DF, Trinolin 4000 in a concentration of 0.02 %, Laphase – in a concentration of 0.02-0.03 %, Fructocyme P6-L – in a concentration of 0.03 %. The fermentation time of all the studied EP is two hours at a temperature of 45 ºC for both apple samples (Kubanskoye bagryanoye and Golden Delicious varieties), the proposed apple pulp processing mode is recommended to be used to intensify the juice separation process, since the duration of the juice production process is reduced, its yield increases and the quality of the finished product improves.

Key words: BIOTECHNOLOGIES, PROCESSES, PATTERNS, ENZYMES, PROCESSING OF APPLE RAW MATERIALS

Введение. Яблоки – самое распространенное плодовое сырье, яблоня имеет наибольшие площади посадки среди плодовых культур. Плоды яб-

лони употребляют как свежем, так и переработанном виде. Наибольшей популярностью у населения, по данным статистики, пользуются яблочные соки и их купажи [1-3].

Для переработки яблок на сок на консервных предприятиях используют ферментные препараты (ФП), большую часть которых применяют на этапе обработки жома для разрушения мякоти, при выработке фруктовой кашицы или нектаров; для увеличения выхода сока; лучшего отделения веществ, ответственных за цвет и вкус. Обработка сока с участием ферментных препаратов способствует уменьшению вязкости, облегчает изготовление концентратов, упрощает процедуры осветления, фильтрования и стабилизации сока.

При производстве плодово-ягодных соков, нектаров и напитков размельчение плодовой ткани осуществляется механическим путем. Большинство видов сырья перед механическим измельчением подвергается термической обработке, которая способствует кислотному гидролизу протопектина, в результате чего плодовая ткань размягчается и легче поддается механическому измельчению [4-7].

Механические режимы обработки сырья ухудшают органолептические свойства и пищевую ценность соков и консервов. Такая продукция часто содержит недостаточно тонко измельченную мякоть, негомогенную и расслаивающуюся при хранении структуру.

Наличие в плодах яблони высокого содержания пектина для консервных предприятий несет отрицательный эффект: сокращается выход сока, снижается скорость фильтрации, ухудшается осветление [8-10].

Для улучшения качества полученного сока и сокращения производственных затрат за счет оптимизации технологических процессов необходимо проведение ферментативного гидролиза полисахаридов, способствующего деструкции клеточных стенок и повышению вследствие этого эффективности переработки сырья при получении сока [10-12].

Пектины (полисахариды) в большом количестве содержатся в плодах яблок, для их извлечения и деградации требуется применение различных кислот или комплексных биотехнологических методов [12-14], поэтому применение ферментных препаратов для обработки яблочного сырья, действие которых заключается в понижение вязкости сока за счёт расщепления значительной части пектиновых веществ, является рациональным.

В связи с этим, цель исследования – оптимизировать технологические параметры переработки яблочного сырья с использованием биотехнологических процессов.

Объекты и методы исследований. В лаборатории хранения и переработки плодов и ягод СКФНЦСВВ изучены плоды яблок (сорт Кубанское багряное, Голден Делишес), выращенные в условиях юга России; ферментные препараты (Тринолин 4000, Тринолин ДФ, Фруктоцим П6-Л, Лафаза); сок яблочный.

Опытным путем определены оптимальные параметры внесения ферментных препаратов в яблочный жом.

Все лабораторные исследования выполнены на оборудовании ЦКП (Центр коллективного пользования технологичным оборудованием по направлениям: геномные и постгеномные технологии; физиолого-биохимические и микробиологические исследования; почвенные, агрохимические и экотоксикологические исследования; пищевая безопасность) по общепринятым методикам и ГОСТам. При исследовании качественных показателей плодов яблони определяли: растворимые сухие вещества по ГОСТ ISO 2173-2013 цифровым рефрактометром PAL-3 (ATAGO); общие сахара – фотометрическим методом на фотоэлектроколориметре КФК-3-01 по ГОСТ 8756.13-87; фракционный состав сахаров (Д-глюкоза и Д-фруктоза) – по ГОСТ Р 51440-99; титруемые кислоты – титрованием в присутствии индикатора фенолфталеина по ГОСТ ISO 750-2013 [15-18].

Обсуждение результатов. С учётом существующих технологий получения сока, в измельченное сырье вносили ферментный препарат в равных концентрациях и обрабатывали в оптимальных для действия ферментов условиях, рекомендуемых производителем «Евротрейд», в течение 2-4 часов [19-20].

Об эффективности действия ферментных препаратов: Фруктоцим П6-Л, Тренолин ДФ, Тренолин 4000 и Лафаза судили по выходу сока. Контролем служил сок, полученный при тех же условиях, но без внесения ферментного препарата (рис. 1, 2, 3).

Установлена эффективность влияния ферментов на выход сока.

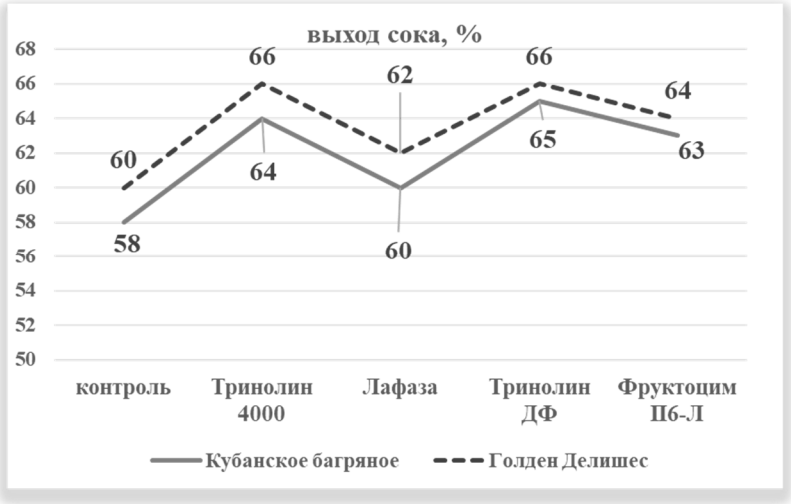

Рис. 1. Влияние концентрации ФП (0,01%) на выход яблочного сока

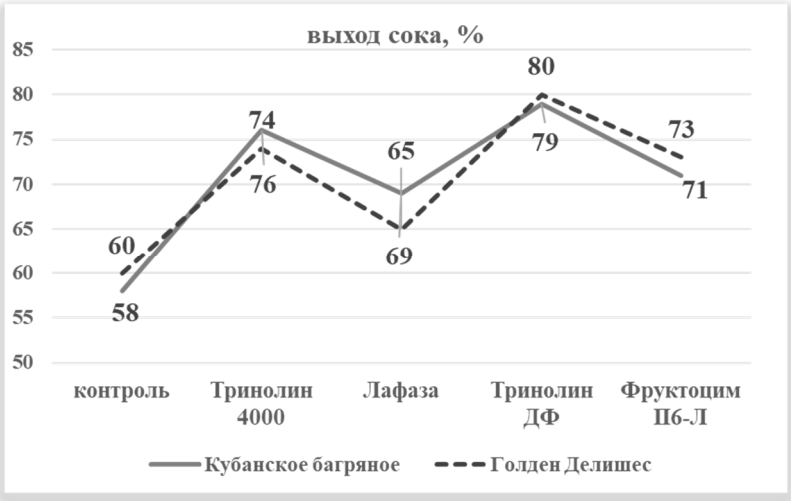

Рис. 2. Влияние концентрации ФП (0,02 %) на выход яблочного сока

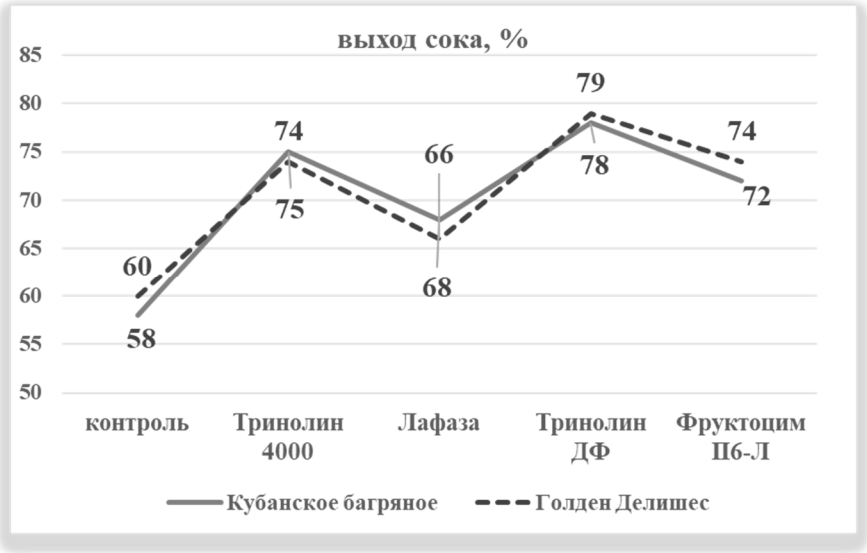

Рис. 3. Влияние концентрации ФП (0,03 %) на выход яблочного сока

Основные изменения происходят в течение первых двух часов гидролиза. Наибольший выход сока из плодов яблок был получен при использовании ферментных препаратов Тренолин ДФ, Тренолин 4000 в концентрации 0,02 % (0,74-0,80 л/кг), Фруктоцим П6-Л в концентрации 0,03 % (0,72-0,74 л/кг) и ФП Лафаза при концентрации 0,02-0,03 % (0,65-0,69 л/кг) с учетом сортовых особенностей. Наименьший выход сока при проведении биотехнологических процессов получен у ФП Лафаза.

Применение ферментных препаратов в большей концентрации, согласно ранее проведенным исследованиям, нецелесообразно, ввиду незначительного увеличения выхода яблочного сока (0,01 л).

Выход сока после применения всех исследованных ФП увеличился от 12 до 33 % с учетом сортовых особенностей и по сравнению с контрольным образцом.

В лаборатории хранения и переработки плодов и ягод проведены исследования влияния времени ферментации на выход сока плодов яблони. Ферментные препараты Тренолин ДФ, Тренолин 4000 использовались в концентрации 0,02 %; Фруктоцим П6-Л и Лафаза – в концентрации 0,03 %.

В исследованиях по определению оптимального времени контролем служил сок, полученный прессованием плодов без использования ферментативной обработки (рис. 4-7).

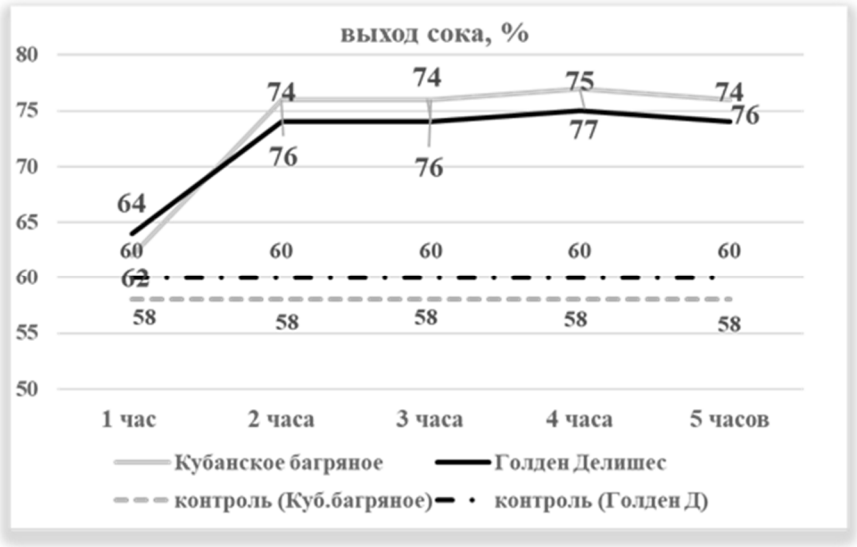

Рис. 4. Влияние времени ферментации на выход яблочного сока (ФП Тренолин 4000)

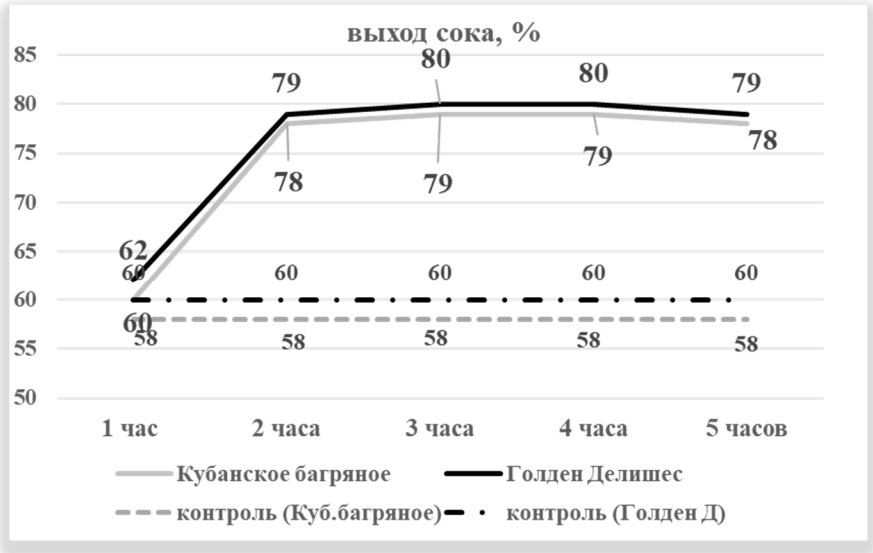

Рис. 5. Влияние времени ферментации на выход яблочного сока (ФП Тренолин ДФ)

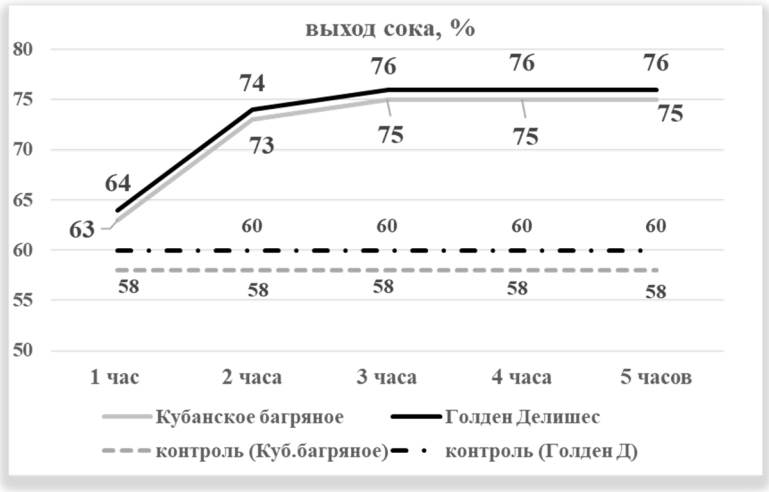

Рис. 6. Влияние времени ферментации на выход яблочного сока (ФП Фруктоцим П6-Л)

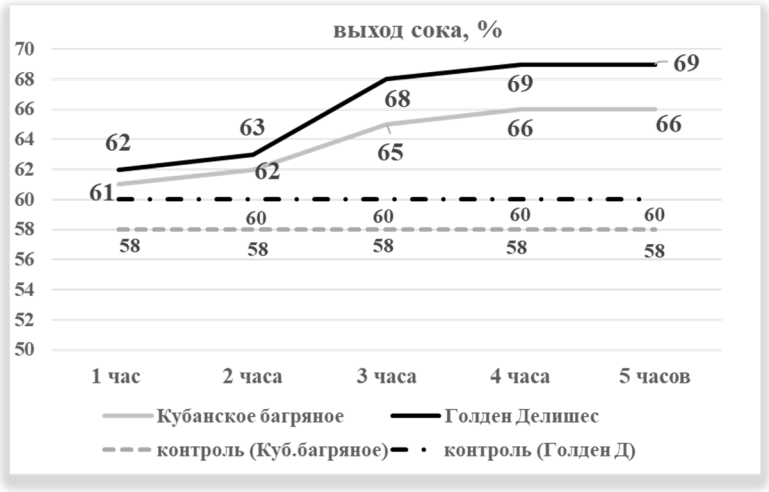

Рис. 7. Влияние времени ферментации на выход яблочного сока (ФП Лафаза)

Установлено оптимальное время ферментации препаратом: Тренолин 4000 и Тренолин ДФ, Лафаза – 4 часа; Фруктоцим П6-Л – 3 часа. Увеличение выхода яблочного сока во всех опытах происходило в первые два часа гидролиза, после чего рост уменьшился и с каждым часом увеличивался не значительно. В связи с чем, можно сделать вывод о том, что оптимальное время ферментации составляет два часа.

В связи с поставленной целью основная задача состояла в разработке технологического режима применения ферментных препаратов (Тренолин 4000, Тренолин ДФ, Лафаза; Фруктоцим П6-Л) для конкретного плодового

сырья. Оценку влияния температуры ферментации на время и выход плодового сока проводили в три этапа. Сначала яблочный жом обрабатывали ФП при температуре 40 ºС, затем при температуре 45 ºС и последний опыт – при температуре 50 ºС. Ввиду того, что оптимальные для активации действия ферментов условия, рекомендуемые производителем «Евротрейд» от 40 до 55 ºС, другие режимы температуры в лаборатории хранения и переработки плодов и ягод не исследовались (рис. 8, 9) [21].

В случае проведения процесса ферментативного гидролиза яблочного сырья при 50 ºС наблюдали небольшие изменение цвета сока – от желтого к светло-коричневому, а также проявление признаков температурной обработки в аромате.

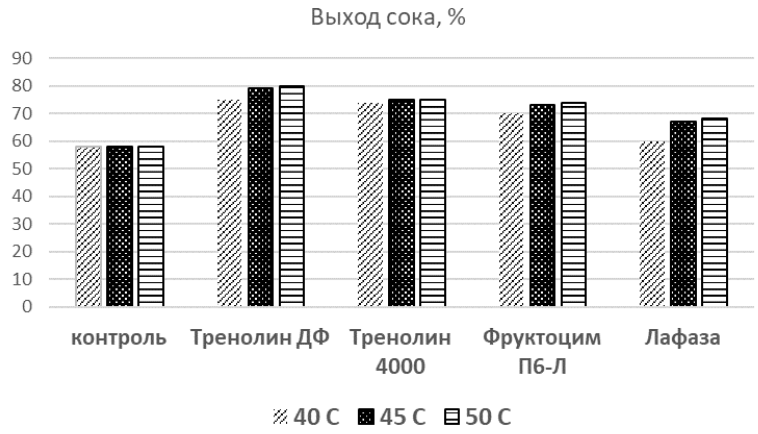

Рис. 8. Влияние температурного режима ферментации на выход сока, сорт Кубанское багряное

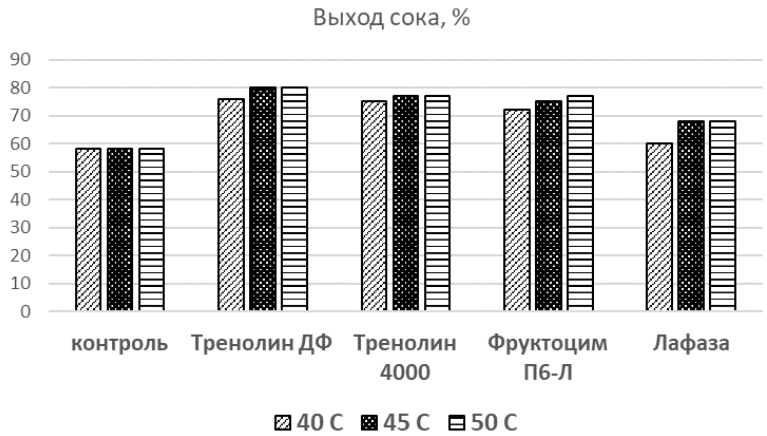

Рис. 9. Влияние температурного режима ферментации на выход сока, сорт Голден Делишес

Установлена оптимальная температура ферментного гидролиза яблочного сырья – 45 ºС.

Заключение. Ферментные препараты рекомендовано использовать: Тренолин ДФ, Тренолин 4000 в концентрации 0,02 %, Лафаза – в концентрации 0,02-0,03 %, Фруктоцим П6-Л – в концентрации 0,03 %.

Время ферментации всех исследованных ФП – два часа при температуре 45 ºС для обоих образцов яблок (сорт Кубанское багряное и Голден Делишес), предложенный режим обработки яблочного жома рекомендуется использовать для интенсификации процесса сокоотделения, так как сокращается продолжительность процесса получения сока, увеличивается его выход и улучшается качество готового продукта. Для увеличения выхода соковой продукции и повышения конкурентоспособности производства необходимо применять технологии более глубокой переработки сырья для снижения безвозвратных потерь.

Литература

1. Prichko T., Mozhar N., Droficheva N. Assessment of the productive potential and quality of pear fruits of different ripening periods, grown in the south of Russia // «E3S Web of Conferences» International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations” (FARBA 2021). - Vol. 254. – 2021. – P. 01025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401025 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/30/e3sconf_farba2021_01025/e3sconf_farba2021_01025.html

2. Droficheva N. Optimization of biotechnological processes in the production of apple juice // «E3S Web of Conferences". Vol. 34. 2021. P. 06003. https://doi.org/10.1051/bioconf/20213406003, https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2021/06/bioconf_biphv2021_06003/bioconf_biphv2021_06003.html

3. Причко Т.Г. Сроки уборки и режимы хранения яблок с учетом сортовых особенностей. Методические рекомендации. Краснодар, 2002. 172 с. https://search.rsl.ru/ru/record/01009848092

4. Prichko T., Ulyanovskaya E., Droficheva N., «Bio web of conferences». Vol. 25. 2020. P. 02019. https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502019, https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/09/bioconf_bioengineering2020_02019/bioconf_bioengineering2020_02019.html

5. Ефимова И.Л., Дрофичева Н.В. Изучение сортов яблони Белорусской селекции в Краснодарском крае // Интенсификация плодоводства Беларуси: традиции, достижения, перспективы. 2010. С. 25-28. http://www.belsad.by/conference3/conference%20articles%202010/genoresursy.htm

6. Макаров В., Влазнева Л., Жбанова Е. Биологически активные вещества в ягодных культурах и продуктах их переработки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. №12. С. 75-78. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11757343

7. Дрофичева Н.В. Влияние ферментного препарата Тренолин ТермоДФ на выход биологически активных веществ из ягод смородины черной [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 64(4). С. 323-333. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/26.pdf. https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-323-333

8. Belén Días A., Alvarado O., d'Ory I., Caro I., Blandino A. Food and Bioproducts Processing. - Vol. 91. – 2013. - P. 580-586 https://doi.org/10.1016/J.FBP.2013.01.007

9. Joshi V., Parmar M., Rana N. Journal of Natural Products and Resources. – Vol. 2(2). – 2011. – P. 189-197 http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/12142/1/IJNPR%202(2)%20189-197.pdf

10. Потрясов Н., Акопян К., Пономаренко А. Использование пектина в различных технологиях // Молодой ученый. 2013. № 4(63). С. 242-244 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21403975

11. Pantelidis G., Vasilakakis M., Manganaris G. , Diamantidis Gr. Antioxidant Capacity, Phenol, Anthocyanin and Ascorbic Acid Contents in Raspberries, Blackberries, Gooseberries and Cornelian Cherries // Food Chemistry Vol. 102, I.3. – 2007. - P. 777–783 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021

12. Аверьянова Е.В., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства. Краснодар, 2012. 81 с. https://www.studmed.ru/averyanova-ev-mitrofanov-ryu-pektin-poluchenie-i-svoystva_d4e225281ae.html

13. Донченко Л.В. Анализ современного рынка пектина и пектинопродуктов // Научные исследования. Современный инженеринг в производстве сахара. 2019. № 8. С. 50-53 https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennogo-rynka-pektina-i-pektinoproduktov/viewer

14. Sowbhagya H., Chitra V. Enzyme-Assisted Extraction of Flavorings and Colorants from Plant Materials // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 50. – 2010. – P. 146-161 https://doi.org/10.1080/10408390802248775

15. Валиулина Д.Ф., Макарова Н.В., Алексеева Ю.А., Кирюшина В.А. Влияние ферментных препаратов на антиоксидантную активность яблочного сока прямого отжима в сравнении с витаминами-антиоксидантами // Пиво и напитки. 2016. № 4. С. 32-36. https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fermentnyh-preparatov-na-antioksidantnuyu-aktivnost-yablochnogo-soka-pryamogo-otzhima-v-sravnenii-s-vitaminami/viewer

16. Wikiera A., Mika M., Grabacka M. Multicatalytic enzyme preparations as effective alternative to acid in pectin extraction // Food Hydrocolloids. –2015. –V. 44. – P. 156-161. DOI:10.1016/J.FOODHYD.2014.09.018

17. Исмагилова Л.Р., Быков А.В. Перспективы использования ферментных препаратов в производстве соков // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (Оренбург, 29–31 января 2014 г.). Оренбург, Издательско-полиграфический комплекс «Университет», 2014. С. 1217-1220. http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/664/1/1217-1220.pdf

18. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z. The effect of pectolytic enzyme treatments on red grapes mash of Vranec on grape juice yield // International Cross-Industry Journal. Vol. 7. – 2011. – P. 84-86. https://pdfs.semanticscholar.org/33c7/31b35e223bfc836b77bc0c035ead6cd082c6.pdf?_ga=2.236282246.666704301.1641754054-345215540.1638113668

19. Mieszczakowska-Frąc M.,Markowski J., Zbrzeźniak M., Płocharski W. Impact of enzyme on quality of blackcurrant and plum juices // Food Science and Technology.– Vol. 49. –2012. –P. 251-256.

20. Панкин И.А. Интенсификация технологии получения сока из плодово-ягодного сырья с высоким содержанием пектина // Процессы и аппараты пищевых производств. 2017. № 1. С. 36-39. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-1-36-41, https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32601614

21. Bautista-Ortín A.B., Jiménez-Pascual E., Busse-Valverde N., López-Roca J.M., Ros García J.M., Gómez-Plaza E. Effect of wine maceration enzymes on the extraction of grape seed proanthocyanidins // Food Bioprocess Technology. –2013. –№ 6. – P. 2207-2212. https://doi.org/10.1007/s11947-011-0768-3.

References

1. Prichko T., Mozhar N., Droficheva N. Assessment of the productive potential and quality of pear fruits of different ripening periods, grown in the south of Russia // «E3S Web of Conferences» International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations” (FAR-BA 2021). - Vol. 254. – 2021. – P. 01025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401025 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/30/e3sconf_farba2021_01025/ e3sconf_farba2021_01025.html

2. Droficheva N. Optimization of biotechnological processes in the production of apple juice // «E3S Web of Conferences\". Vol. 34. 2021. P. 06003. https://doi.org/10.1051/bioconf/20213406003, https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2021/06/bioconf_biphv2021_06003/bioconf_biphv2021_06003.html

3. Prichko T.G. Sroki uborki i rezhimy hraneniya yablok s uchetom sortovyh osobennostej. Metodicheskie rekomendacii. Krasnodar, 2002. 172 c. https://search.rsl.ru/ru/record/01009848092

4. Prichko T., Ulyanovskaya E., Droficheva N., «Bio web of conferences». Vol. 25. 2020. P. 02019. https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502019, https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/09/bioconf_bioengineering2020_02019/bioconf_bioengineering2020_02019.html

5. Efimova I.L., Droficheva N.V. Izuchenie sortov yabloni Belorusskoj selekcii v Krasnodarskom krae // Intensifikaciya plodovodstva Belarusi: tradicii, dostizheniya, perspektivy. 2010. S. 25-28. http://www.belsad.by/conference3/conference%20articles%202010/genoresursy.htm

6. Makarov V., Vlazneva L., Zhbanova E. Biologicheski aktivnye veshchestva v yagodnyh kul'turah i produktah ih pererabotki // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2008. № 12. S. 75-78. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11757343

7. Droficheva N.V. Vliyanie fermentnogo preparata Trenolin TermoDF na vyhod biologicheski aktivnyh veshchestv iz yagod smorodiny chernoj [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2020. № 64(4). S. 323-333. URL: http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/26.pdf. https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-4-64-323-333

8. Belén Días A., Alvarado O., d’Ory I., Caro I., Blandino A. Food and Bioproducts Processing. - Vol. 91. – 2013. - P. 580-586 https://doi.org/10.1016/J.FBP.2013.01.007

9. Joshi V., Parmar M., Rana N. Journal of Natural Products and Resources. – Vol. 2(2). – 2011. – P. 189-197 http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/12142/1/IJNPR%202(2)%20189-197.pdf

10. Potryasov N., Akopyan K., Ponomarenko A. Ispol'zovanie pektina v razlichnyh tekhnologiyah // Molodoj uchenyj. 2013. № 4(63). S. 242-244 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21403975

11. Pantelidis G., Vasilakakis M., Manganaris G., Diamantidis Gr. Antioxidant Ca-pacity, Phenol, Anthocyanin and Ascorbic Acid Contents in Raspberries, Blackberries, Gooseberries and Cornelian Cherries // Food Chemistry Vol. 102, I.3. – 2007. - P. 777–783 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021

12. Aver'yanova E.V., Mitrofanov R.Yu. Pektin. Poluchenie i svojstva. Krasnodar, 2012. 81 s. https://www.studmed.ru/averyanova-ev-mitrofanov-ryu-pektin-poluchenie-i-svoystva_d4e225281ae.html

13. Donchenko L.V. Analiz sovremennogo rynka pektina i pektinoproduktov // Nauchnye issledovaniya. Sovremennyj inzhenering v proizvodstve sahara. 2019. № 8. S. 50-53. https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennogo-rynka-pektina-i-pektinoproduktov/viewer

14. Sowbhagya H., Chitra V. Enzyme-Assisted Extraction of Flavorings and Color-ants from Plant Materials // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 50. – 2010. – P. 146-161 https://doi.org/10.1080/10408390802248775

15. Valiulina D.F., Makarova N.V., Alekseeva Yu.A., Kiryushina V.A. Vliyanie fermentnyh preparatov na antioksidantnuyu aktivnost' yablochnogo soka pryamogo otzhima v sravnenii s vitaminami-antioksidantami // Pivo i napitki. 2016. № 4. S. 32-36. https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fermentnyh-preparatov-na-antioksidantnuyu-aktivnost-yablochnogo-soka-pryamogo-otzhima-v-sravnenii-s-vitaminami/viewer

16. Wikiera A., Mika M., Grabacka M. Multicatalytic enzyme preparations as effective alternative to acid in pectin extraction // Food Hydrocolloids. –2015. –V. 44. – P. 156-161. DOI:10.1016/J.FOODHYD.2014.09.018

17. Ismagilova L.R., Bykov A.V. Perspektivy ispol'zovaniya fermentnyh preparatov v proizvodstve sokov // Universitetskij kompleks kak regional'nyj centr obrazovaniya, nauki i kul'tury: materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoj konferencii (Orenburg, 29-31 yanvarya 2014 g.). Orenburg, Izdatel'sko-poligraficheskij kompleks «Universitet», 2014. S. 1217-1220. http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/664/1/1217-1220.pdf

18. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z. The effect of pectolytic enzyme treatments on red grapes mash of Vranec on grape juice yield // International Cross-Industry Journal. Vol. 7. – 2011. – P. 84-86. https://pdfs.semanticscholar.org/ 33c7/31b35e223bfc836b77bc0c035ead6cd082c6.pdf?_ga=2.236282246.666704301.1641754054-345215540.1638113668

19. Mieszczakowska-Frąs M.,Markowski J., Zbrzeźniak M., Płocharski W. Impact of enzyme on quality of blackcurrant and plum juices // Food Science and Technology.– Vol. 49. –2012. –P. 251-256.

20. Pankin I.A. Intensifikaciya tekhnologii polucheniya soka iz plodovo-yagodnogo syr'ya s vysokim soderzhaniem pektina // Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv. 2017. № 1. S. 36-39. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-1-36-41, https://www. elibrary.ru/item.asp?id=32601614

21. Bautista-Ortín A.B., Jiménez-Pascual E., Busse-Valverde N., López-Roca J.M., Ros García J.M., Gómez-Plaza E. Effect of wine maceration enzymes on the extraction of grape seed proanthocyanidins // Food Bioprocess Technology. –2013. –№ 6. – P. 2207-2212. https://doi.org/10.1007/s11947-011-0768-3.