

УДК 664.8:634.1

UDC 664.8:634.1

DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-323-333

DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-323-333

**ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО
ПРЕПАРАТА
ТРЕНОЛИН ТЕРМО ДФ
НА ВЫХОД БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
ИЗ ЯГОД СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ**

**EFFECT OF THE ENZYME
TRENOLIN THERMO DF
PREPARATION
THE YIELD OF BIOLOGICALLY
ACTIVE SUBSTANCES
FROM BLACK CURRANT BERRIES**

Дрофичева Наталья Васильевна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
лаборатории хранения
и переработки плодов и ягод

Droficheva Natalia Vasilievna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Storage
and Processing of Fruits and Berries

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

*Federal state budgetary
scientific institution
«North Caucasian Federal
scientific center of horticulture,
viticulture, winemaking»,
Krasnodar, Russia*

Для более полного экстрагирования биологически активных веществ из ягод смородины чёрной, а также разрушения пектинов и коллоидов в лаборатории хранения и переработки плодов и ягод использовали ферментный препарат Тренолин Термо ДФ с высокой полигалактуроназной активностью (2042), который способствовал увеличению концентрации витаминов, полифенольных и пектиновых веществ в соке.

Доказано, что обработка ягод Ферментным препаратом также влияет на их антиоксидантный потенциал, увеличивая его вдвое. Для достижения наибольшей эффективности выделения из кожицы ягоды смородины чёрной антоцианов и других полифенольных веществ был применён метод фракционирования мезги с поэтапной обработкой. Ферментативный гидролиз высокомолекулярных компонентов растительного сырья осуществлялся в зависимости от особенностей строения гидролизуемого полимера и от заданной степени расщепления. Отмечена

For more complete extraction of biologically active substances from black currant berries, as well as destruction of pectins and colloids, in the laboratory of storage and processing of fruits and berries, the enzyme preparation of Trenolin Thermo DF with high polygalacturonase activity (2042) was used, which contributed to an increase in the concentration of vitamins, polyphenolic and pectin substances in the juice. It is proved that the processing of berries with an enzyme preparation also affects their antioxidant potential, increasing it by two. To achieve the highest efficiency of extracting anthocyanins and other polyphenolic substances from the skin of the black currant berry, the method of pulp fractionation with step-by-step processing was applied. Enzymatic hydrolysis of high-molecular components of plant raw materials was carried out, depending on the structure of the hydrolyzed polymer and the desired degree of cleavage. The dependence

зависимость выхода целевых компонентов в легкоусваиваемой форме от времени, концентрации препарата и температуры ферментации. Представлены результаты исследований с учётом оптимально подобранных параметров ферментации и вида ягодного сырья. Выход биологически активных веществ после четырех часов гидролиза увеличился в зависимости от дозировки вносимого фермента Тренолин Термо ДФ. С увеличением его концентрации содержание витамина С, Р и антоцианов пропорционально изменилось. Наибольший выход биологически активных веществ отмечен при внесении в жом смородины чёрной ферментного препарата Тренолин Термо ДФ в концентрации 0,3 %. Оптимальной температурой для наибольшего выхода витаминов, полифенольных и пектиновых веществ из ягодного сырья – 30 °С. Установлено, что использование ферментного препарата Тренолин Термо ДФ, в подобранной опытным путём концентрации, температуры и времени гидролиза, позволяет увеличить выход биологически активных веществ из ягод чёрной смородины в легкоусваиваемой форме.

Ключевые слова: БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ЧЕРНАЯ СМОРОДИНА, ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ, ГИДРОЛИЗ

of the yield of target components in easily digestible form on the time, concentration of preparation and temperature of fermentation was noted.

The results of research are presented, taking into account the optimally selected parameters of enzyme processing and the type of berry raw materials. The yield of biologically active substances after four hours of fermentation increased taking into account the dosage of the introduced enzyme Trenolin Thermo DF. With an increase in its concentration, the content of vitamin C, P and anthocyanins changed proportionally. The highest yield of biologically active substances was observed when adding the enzyme preparation Trenolin Thermo DF to black currant pulp of 0.3 %. The optimal temperature for the highest yield of vitamins, polyphenolic and pectin substances from berry raw materials is 30 °C. It is established, that the use of the enzyme preparation of Trenolin Thermo DF in the experimentally selected concentration, temperature and hydrolysis time allows increasing the yield of biologically active substances from black currant berries in an easily digestible form.

Key words: POLYPHENOLIC SUBSTANCES, BLACK CURRANT, ENZYME PREPARATION, HYDROLYSIS

Введение. Ягоды смородины чёрной являются богатым источником витаминов. Среди традиционных плодовых и ягодных культур по содержанию витамина С и полифенольных веществ она не имеет себе равных. Ягоды смородины содержат фенольные соединения, представленные лейкоантоцианами и антоцианами, с которыми связаны антиоксидантные свойства. Известно, что ягодные культуры обладают наиболее высокими концентрациями антоцианов среди прочих плодов, а черная смородина занимает лидирующее место [1-4].

Вкусовые качества ягод обуславливает сочетание сахара и кислот, которое характеризуется сахаро-кислотным индексом, варьирующим у большинства сортов от 3,5 до 4,7 относительных единиц, что подчеркивает ярко выраженную кислотность. В доле растворимых сухих веществ количественно преобладает комплекс сахаров, состоящий главным образом из глюкозы и фруктозы с незначительной долей сахарозы, что определяет диетические свойства ягод смородины чёрной [5-8].

Доказано, что обработка плодов ферментными препаратами, кроме разжижающего действия, увеличивает концентрацию полифенольных веществ и влияет на антиоксидантный потенциал.

Для более полного экстрагирования биологически активных веществ из ягод используется ферментный препарат с высокой полигалактуроназной активностью – Тренолин Термо ДФ, который способствует увеличению концентрации антоцианов и полифенолов в соке [9, 10]. Для повышения его эффективности проводится предварительная обработка сырья. Применение данного препарата, наравне с полифенольными веществами, позволяет значительно увеличить содержание легкоусваиваемых сахаров в растворимой части продукта. При этом отмечено не только количественное увеличение сахаров, но и изменение их состава [11, 12].

Наличие в ягодах черной смородины значительной доли неусваиваемых компонентов, которые в основном представлены клетчаткой, гемицеллюлозой и лигнином (более 30 %), с одной стороны сдерживает широкое и практическое применение смородины черной в производстве продуктов питания, с другой – служит резервом для повышения ее пищевой ценности за счёт частичного ферментативного гидролиза некрахмалистых полисахаридов, прежде всего клетчатки и гемицеллюлозы. Также ферментативная обработка позволяет увеличить содержание других биологически активных компонентов [13-15].

Для лучшего размягчения ткани и получения более однородной структуры, перед производственным процессом вносят ферментный препарат, который также добавляется в жом смородины черной после измельчения для увеличения выхода антоцианов и полифенольных веществ в легкоусваиваемой форме [16-18]. Литературный обзор свидетельствует о том, что предварительная механическая обработка и последующий ферментативных гидролиз ягодного сырья способствует не только повышению содержания сахаров, но и свободных аминокислот почти в два раза, что является еще одним несомненным преимуществом [19-21].

Цель исследований – разработка технологического режима применения ферментного препарата Тренолин Термо ДФ на жоме из ягод смородины чёрной для увеличения содержания биологически активных веществ.

Объекты и методы исследований. Изучены ягоды смородины чёрной, сорта Зуша. Для достижения наибольшей эффективности выделения из них биологически активных веществ, был применён метод фракционирования измельчённой ягодной массы с поэтапной обработкой. Для лучшего размягчения ткани и получения более однородной структуры, перед производственным процессом внесён ферментный препарат, который также добавили в жом смородины чёрной после измельчения для увеличения содержания антоцианов и полифенольных веществ.

Изучено время ферментативного гидролиза в опыте от 1 до 5 часов. По результатам оценки качества химических показателей обработанного жома смородины чёрной, выбрано оптимальное время ферментации – 4 часа. Изучены концентрация вносимого фермента (от 0,1 до 0,4 %) и температура его воздействия на жом (от 30 до 50 °С), способствующие увеличению выхода биологически активных веществ.

В лабораторных исследованиях применены методы: капиллярного электрофореза, рефрактометрический, спектрометрический, колориметрический, флюорометрический, титриметрический и весовой.

Обсуждение результатов. Установлено значительное влияние концентрации ферментного препарата Тренолин Термо ДФ на содержание витаминов и антоцианов в жоме из ягод смородины чёрной сорта Зуша (табл. 1, 2). Выход биологически активных веществ после четырёх часов ферментации увеличился в зависимости концентрации вносимого фермента Тренолин Термо ДФ. С увеличением дозы вносимого препарата выход витамина С, Р и антоцианов пропорционально изменился.

Таблица 1 – Влияние концентрации ферментного препарата на содержание витамина С в жоме из ягод смородины черной после 4 часовой ферментации

Концентрация, %	Контроль	Обработка, Тренолин Термо ДФ
0,1	70,8	71,0
0,2		79,8
0,3		80,6
0,4		80,2

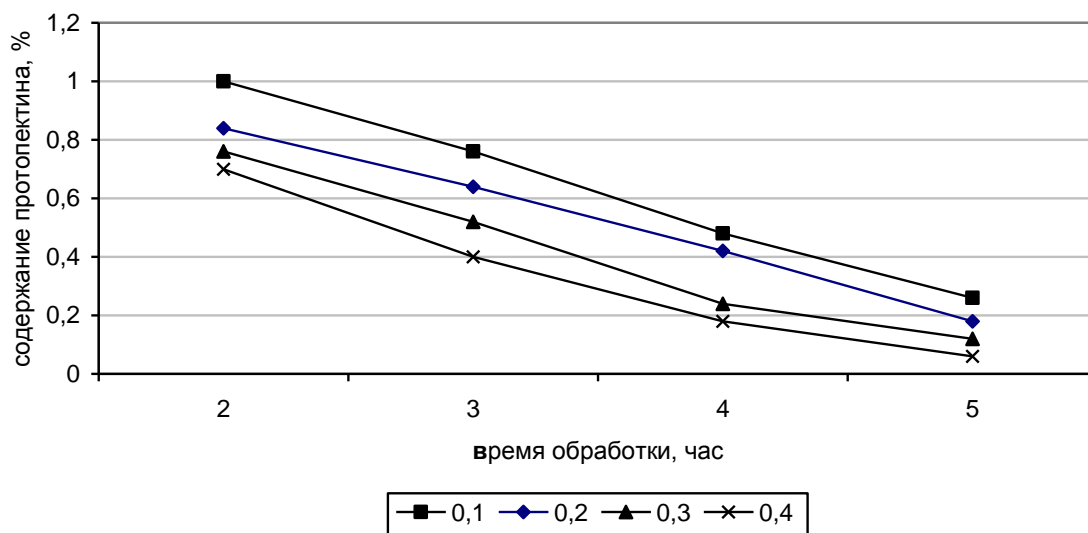
Таблица 2 – Влияние концентрации ферментного препарата на выход биологически активных веществ в жоме из ягод смородины черной после 4 часов ферментации

Концентрация, %	Витамин Р, мг/100 г		Антоцианы, мг/100 г	
	контроль	обработка	контроль	обработка
0,1	82,0	86,4	210	219,8
0,2		102,9		227,9
0,3		103,2		228,3
0,4		103,0		228,0

Наибольший выход биологически активных веществ при внесении в жом смородины черной ферментного препарата Тренолин Термо ДФ отмечен при его концентрации 0,3 %. Использовать ферментный препарат в большей концентрации нецелесообразно, так как с ее увеличением (более 0,3 %) растут производственные затраты и уменьшается содержание поли-

фенолов, витамина С и Р, то есть тех высокомолекулярных соединений, которые способны гидролизываться под его действием.

Влияние концентрации вносимого фермента в жом смородины также отражается на содержании пектиновых веществ. При ферментном гидролизе препаратом Тренолин Термо ДФ наблюдается снижение протопектина вплоть до полного исчезновения и перехода в растворимую форму (рис. 1).



где: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 – концентрация препарата, %

Рис.1. Динамика изменения протопектина в зависимости от дозы препарата Тренолин Термо ДФ

Проведенные эксперименты показали, что внесение в мезгу ферментного препарата в оптимальных технологических дозировках приводило к расщеплению полисахаридов, глубокому гидролизу высокомолекулярных соединений с одновременным увеличением растворимых пектиновых веществ, приводящих к размягчению мякоти ягод и, как следствие, – к уменьшению отходов в виде кожицы при протирке.

Проведено исследование влияния времени проведения ферментативного гидролиза с использованием препарата Тренолин Термо ДФ на изменение качественного состава ягодного сырья. Определялось влияние времени экспозиции на выход витаминов С, Р при концентрации препарата 0,3 % (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Влияние времени ферментативного гидролиза с концентрацией препарата 0,3 % на содержание витамина С

Время, час	Контроль	Обработка, Тренолин Термо ДФ
1	70,8	72,7
2		74,9
3		76,5
4		80,6
5		81,0

Таблица 4 – Влияние времени ферментативного гидролиза с концентрацией препарата 0,3 % на содержание витамина Р

Время, час	Контроль	Обработка, Тренолин Термо ДФ
1	82,0	84,0
2		89,5
3		95,2
4		103,2
5		103,0

Выход витаминов С и Р из жом смородины черной увеличивался при проведении ферментативного гидролиза с использованием препарата Тренолин Термо ДФ в течение 4 часов экспозиции, более длительное время проводить которую нецелесообразно ввиду начала распада биологически активных веществ.

Оценку влияния температуры ферментации на выход биологически активных веществ в ягодном сырье проводили по трем вариантам. В первом варианте жом смородины черной обрабатывали ферментом Тренолин Термо ДФ при температуре 30 °С, во втором – при температуре 40 °С и в третьем – при температуре 50 °С. Анализ динамики выхода биологически активных веществ с учетом температурного режима проведения ферментативного гидролиза показал значительное увеличение количества витаминов и антоцианов в легкоусваиваемой форме при температуре экспозиции (40-50 °С) (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние температурного режима ферментации на выход биологически активных веществ в жоме смородины черной (4 часа, конц. 0,3 %)

Температура, °С	Витамин С, мг/100 г		Витамин Р, мг/100 г		Антоцианы, мг/100 г	
	контроль	обработка	контроль	обработка	контроль	обработка
30	70,8	80,6	82,0	103,2	210	228,3
40		82,5		105,0		230,9
50		83,6		106,7		235,4

Для получения полной информации о целесообразности применения изучаемого ферментного препарата в производстве консервной продукции проводили исследование пектинового комплекса обработанных ферментными препаратами ягод смородины чёрной (рис. 2). Установлено, что при использовании ферментных препаратов наблюдается рост растворимой формы пектина, при этом увеличивается и сумма пектиновых веществ.

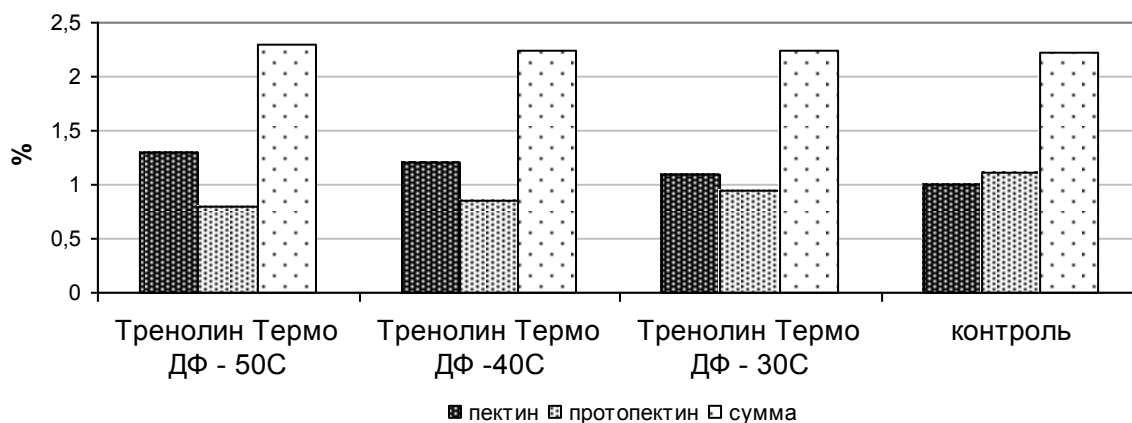


Рис. 2. Содержание пектиновых веществ в жоме смородины в зависимости от температурного режима экспозиции

Установлено, что для наибольшего выхода биологически активных веществ из ягодного сырья при использовании ферментного препарата Тренолин Термо ДФ оптимальной является температура 40-50 °С. Однако при такой температуре вследствие окислительных процессов под действием полифенолоксидазы происходит потемнение соков, развиваются

дрожжи, плесени и некоторые другие микроорганизмы, поэтому мезгу следует выдерживать при температуре около 30 °С.

Заключение. В лаборатории хранения и переработки плодов и ягод получены новые знания о влиянии ферментного препарата Тренолин Термо ДФ на выход биологически активных веществ в жоме смородины чёрной.

Отмечено увеличение сахаров, кислот, витаминов и пектина при внесении препарата Тренолин Термо ДФ в жом смородины чёрной в концентрации 0,3 %. Выход биологически активных веществ в легкоусваиваемой форме увеличивался при проведении ферментативного гидролиза в течение 4 часов при температуре не выше 30 °С, более длительное время экспозиции нецелесообразно ввиду начала распада биологически активных веществ.

Литература

1. Причко Т.Г. Закономерности накопления витаминов и полифенолов в плодах и ягодах // Плодоводство: науч. тр. 2009. Т. 21. С. 365-373.
2. Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries // Food Chemistry. - 2007. – Vol. 102, I.3. - P. 777–783.
3. Макаров В.Н., Влазнева Л.Н., Жбанова Е.В. Биологически активные вещества в ягодных культурах и продуктах их переработки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 12. С. 75-78.
4. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л. Химические показатели качества ягод сортов смородины чёрной // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 25. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 123-127. DOI 10.30679/2587-9847-2019-25-123-127 <https://elibrary.ru/item.asp?id=40550187>
5. 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.
6. 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.
7. Heldt H-W., Piechulla B. Plant Biochemistry. Academic Press, 2010, 656 p.
8. 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.
9. Причко Т.Г., Яковенко В.В., Германова М.Г. Биохимические показатели качества ягод смородины с учётом сортовых особенностей [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 45(3). С. 105-113. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/03/09.pdf>. (дата обращения: 22.06.2020).

10. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity // *Food chem.* - 2001. - P. 3954-3962. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13596-012-0085>
11. Dimitrios, B. Sources of natural phenolic antioxidants // *Trends in Food Science & Technology*, 2006. - P. 505-512.
12. Макаревич А.М. Функции и свойства антоцианов растительного сырья // *Труды Белорусского государственного университета*. Т. 14. Ч. 2. Минск, 2009. С. 147-157.
13. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Использование перспективных сортов смородины черной в формировании продуктов лечебно-профилактического назначения // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2019. № 4 (26). С. 75-91.
14. Sowbhagya H. B., Chitra V. N. Enzyme-assisted extraction of flavorings and colorants from plant materials // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. –2010. –V. 50. –P. 146-161.
15. 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.
16. 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.
17. Belén Días A., Alvarado O., d’Ory I., Caro I., Blandino A. Valorization of grape pomace and orange peels: Improved production of hydrolytic enzymes for the clarification of orange juice // *Food and Bioproducts Processing*. –2013. –V. 91. –№ 4. –P. 580-586.
18. Joshi V.K., Parmar M., Rana N. Purification and characterization of pectinase produced from apple pomace and evaluation of its efficiency in fruit juice extraction and clarification // *Indian. Journal of Natural Products and Resources*. –2011. –V. 2. –№ 2. –P. 189-197.
19. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Горлов С.М., Карпенко Е.С. Разработка плодово-ягодных нектаров с высокой антиоксидантной активностью // *Научные труды СКФНЦСВВ*. Т. 23. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С 259-263. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-259-263 <https://elibrary.ru/item.asp?id=38191431>
20. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z. The effect of pectolytic enzyme treatments on red grapes mash of Vranec on grape juice yields // *International Cross-Industry Journal*. – 2011. –V. 7. –№ 1. –P. 84-86.
21. Mieszczakowska-Fraç M., Markowski J., Zbrzeźniak M., Płocharski W. Impact of enzyme on quality of blackcurrant and plum juices // *Food Science and Technology*. –2012. – V. 49. –P. 251-256.

References

1. Prichko T.G. Zakonomernosti nakopleniya vitaminov i polifenolov v plodah i yagodah // *Plodovodstvo: nauch. tr.* 2009. Т. 21. S. 365-373.
2. Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries // *Food Chemistry*. - 2007. - Vol. 102, I.3. - P. 777-783.
3. Makarov V.N., Vlazneva L.N., Zhanova E.V. Biologicheski aktivnye veshchestva v yagodnyh kul'turah i produktah ih pererabotki // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya*. 2008. № 12. S. 75-78.
4. Prichko T.G., Droficheva N.V., Smelik T.L. Himicheskie pokazateli kachestva yagod sortov smorodiny chyornoj // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. Т. 25. Краснодар: SKFNCSVV, 2019. S. 123-127. DOI 10.30679/2587-9847-2019-25-123-127 <https://elibrary.ru/item.asp?id=40550187>

5. Pankin I.A. Intensifikaciya tekhnologii polucheniya soka iz plodovo-yagodnogo syr'ya s vysokim sodержaniem pektina // *Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv.* 2017. № 1 S. 36-39.
6. 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.
7. Heldt H-W., Piechulla B. *Plant Biochemistry.* Academic Press, 2010, 656 r.
8. 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.
9. Prichko T.G., Yakovenko V.V., Germanova M.G. Biohimicheskie pokazateli kachestva yagod smorodiny s uchyotom sortovyh osobennostej [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii.* 2017. № 45(3). S. 105-113. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/03/09.pdf>. (data obrashcheniya: 22.06.2020).
10. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity // *Food chem.* - 2001. - R. 3954-3962. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13596-012-0085>
11. Dimitrios, B. Sources of natural phenolic antioxidants // *Trends in Food Science & Technology,* 2006. - R. 505-512.
12. Makarevich A.M. Funkcii i svojstva antocianov rastitel'nogo syr'ya // *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta.* T. 14. Ch. 2. Minsk, 2009. S. 147-157.
13. Prichko T.G., Droficheva N.V. Ispol'zovanie perspektivnyh sortov smorodiny chernoj v formirovanii produktov lechebno-profilakticheskogo naznacheniya // *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'.* 2019. № 4 (26). S. 75-91.
14. Sowbhagya H. B., Chitra V. N. Enzyme-assisted extraction of flavorings and colorants from plant materials // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* –2010. –V. 50. – P. 146-161.
15. 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.
16. 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.
17. Belén Días A., Alvarado O., d'Ory I., Caro I., Blandino A. Valorization of grape pomace and orange peels: Improved production of hydrolytic enzymes for the clarification of orange juice // *Food and Bioproducts Processing.* –2013. –V. 91. –№ 4. –P. 580-586.
18. Joshi V.K., Parmar M., Rana N. Purification and characterization of pectinase produced from apple pomace and evaluation of its efficiency in fruit juice extraction and clarification // *Indian Journal of Natural Products and Resources.* –2011. –V. 2. –№ 2. –P. 189-197.
19. Prichko T.G., Droficheva N.V., Gorlov S.M., Karpenko E.S. Razrabotka plodovo-yagodnyh nektarov s vysokoj antioksidantnoj aktivnost'yu // *Nauchnye trudy SKFNCSVV.* T. 23. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S 259-263. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-259-263 <https://elibrary.ru/item.asp?id=38191431>
20. Mojsov K., Ziberoski J., Bozinovic Z. The effect of pectolytic enzyme treatments on red grapes mash of Vranec on grape juice yields // *International Cross-Industry Journal.* – 2011. –V. 7. –№ 1. –P. 84-86.
21. Mieszczakowska-Fraş M., Markowski J., Zbrzeźniak M., Płocharski W. Impact of enzyme on quality of blackcurrant and plum juices // *Food Science and Technology.* –2012. – V. 49. –P. 251-256.