

УДК 663.2+663.26  
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1\(51\)-50-61](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1(51)-50-61)

Поступила в редакцию 23.01.2021  
Received 23.01.2021

Е. П. Кулагова, А. А. Пушкарь, О. Н. Юденко

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКСТРАКЦИИ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФРУКТОВЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ**

**Аннотация.** В статье обоснована актуальность использования яблочных выжимок в качестве вторичного сырьевого ресурса при производстве фруктовых дистиллятов. Установлены оптимальные технологические режимы экстрагирования яблочной выжимки, направленные на: максимальное извлечение экстрактивных (сахара, кислоты и др.) и ароматических компонентов, и минимизацию пектиновых веществ. Использование технологического потенциала яблочных выжимок путем получения диффузионных соков с достаточным содержанием экстрактивных компонентов позволит эффективно задействовать их в технологии производства фруктовых дистиллятов в качестве вторичного сырьевого ресурса, минимизировав издержки основного производства и увеличив выход конечной крепкой винодельческой продукции.

**Ключевые слова:** вторичные сырьевые ресурсы, выжимка, экстракция, диффузионный сок, фруктовые дистилляты, сухие вещества, пектиновые вещества

К. Р. Kulagova, A. A. Pushkar, O. N. Yudenko

*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL MODES OF EXTRACTION OF APPLE SQUEEZES IN THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FRUIT DISTILLATES**

**Abstract.** The article presents the relevance of using apple pomace as a secondary raw material for the production of fruit distillates. The optimal technological conditions for processing apple squeeze by extraction were established, aimed at: maximum extraction of valuable components (sugars, acids, juice residues), prevention of extraction of undesirable components (pectins), prevention of oxidative degradation and microbial spoilage.

**Keywords:** secondary raw materials, squeeze, extraction, diffusion juice, fruit distillates

**Введение.** Одно из приоритетных направлений развития винодельческой отрасли в Республике Беларусь — фруктовое виноделие, которое основано на максимальном использовании отечественного сырья и применении ресурсосберегающих технологий производства. В последнее время тенденции рынка и высокая акцизная политика в отношении плодовых крепленых вин сместили спрос потребителя в сторону крепкой винодельческой продукции, основой которой выступают фруктовые и кальвадосные дистилляты. Республика Беларусь обладает оптимальными климатическими условиями для выращивания яблок на территории всей страны. Достаточно высокий потенциал питательных веществ, которыми богато яблочное сырье, делает его ценным материалом и основным видом фрукта, используемого в данном производстве.

Однако процесс переработки яблок на данный момент подразумевает образование побочного продукта — яблочных выжимок, которые составляют до 30 % от количества сырья, поступившего в производство. Это снижает объемы сырьевых ресурсов прямого использования и приводит к образованию вторичных продуктов, которые по проведенной оценке их микробиологической стабильности, требуют незамедлительной утилизации или переработки (рис. 1). На данный момент на отечественных предприятиях отсутствуют технологические решения по переработке яблочных выжимок, что создает возможность для образования значительного количества отходов фруктового сырья.

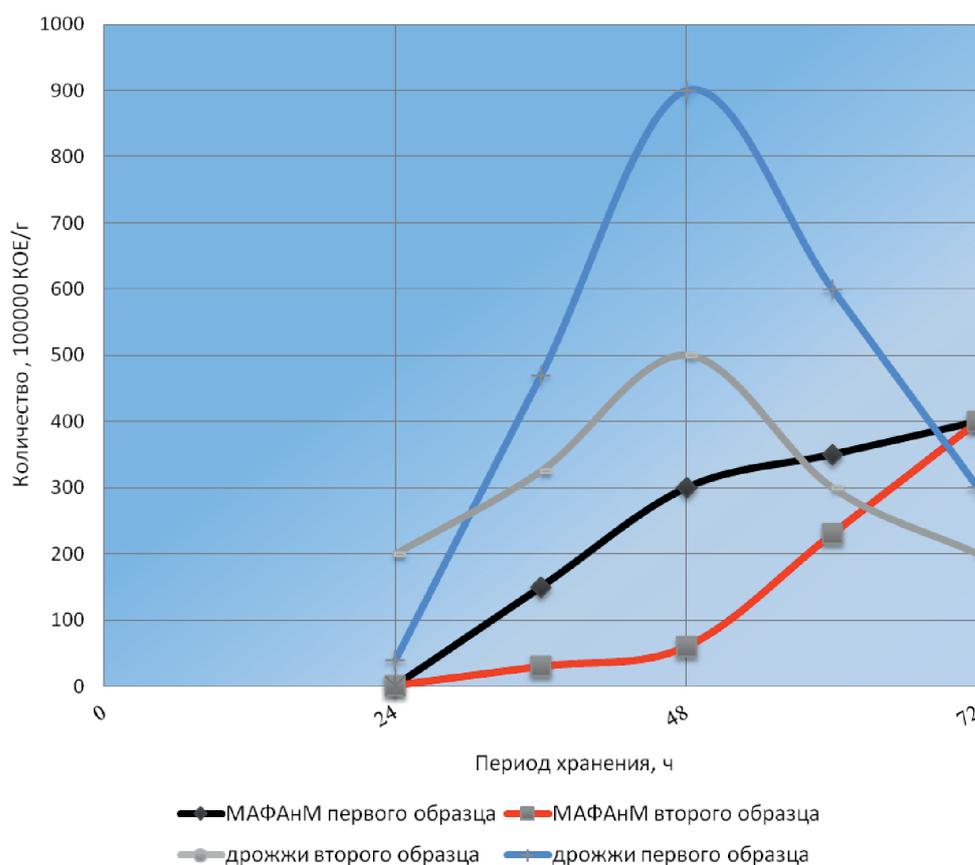


Рис. 1. Результаты количественного анализа МАФАНМ и дрожжей  
Fig. 1. Results of quantitative analysis of KMAFanM and yeast

Из рис. 1 видно, что по истечении двух суток хранения, отмечен рост мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов и подавление развития дрожжей, что свидетельствует о начале уксуснокислого брожения и порче выжимок. С целью недопущения инфицирования выжимок посторонней микрофлорой и проведения чистого спиртового брожения при изготовлении фруктовых дистиллятов их переработку необходимо вести в течение первых суток с момента получения.

Яблочные выжимки по содержанию сахара и кислот незначительно отличаются от исходного сырья (табл. 1). Они богаты экстрактивными компонентами, служат источником биологически активных веществ, витаминов группы В С, Р, Е, β-каротина, тритерпеновых соединений, минеральных элементов, пищевых волокон. Экстракционный и ароматический потенциал яблочных выжимок позволяет их использовать в качестве вторичного сырьевого ресурса, что без существенных капитальных затрат увеличит выход конечного продукта и снизит его себестоимость, дополнительно улучшив экологическую обстановку вблизи предприятия.

Таблица 1. Химический состав яблок, сока и яблочных выжимок  
Table 1. Chemical composition of apples, juice and apple pomace

Компоненты	Единицы измерения	Яблоки	Яблочный сок	Яблочные выжимки
Влажность	Масс. %	88,10	90,50	73,20–82,30
Сухие вещества		11,90	9,50	17,70–26,80
Безазотистые экстрактивные вещества		10,20	9,95	10,00–11,20
Нерастворимые вещества		2,57	—	5,40–5,480
Сахара (общее содержание)		7,50	8,40	7,20
Кислоты (титруемые)		1,25	1,02	1,08

Отечественным и зарубежным специалистам предлагают различные схемы переработки яблочных выжимок, обеспечивающие получение пектиновых веществ, фруктовых консервов, напитков, в качестве яблочных порошков, фенольных соединений, продуктов ферментации [1].

Вместе с тем в последнее время заметно возрос запрос на ресурсосберегающие технологии виноделия. Повторное задействование в производственном цикле яблочных выжимок, ориентированное на максимально полное использование фруктового сырья позволит заложить необходимую основу для усовершенствования технологии получения фруктовых дистиллятов, что станет базой для повышения конкурентоспособности отечественной крепкой винодельческой продукции.

Целью данной работы являлась установление оптимальных технологических режимов проведения процесса экстракции (мацерации) яблочных выжимок, обеспечивающих получение диффузионных соков с наибольшим содержанием экстрактивных компонентов при минимальном содержании пектиновых веществ.

**Материалы и методы исследований.** В работе были использованы следующие материалы:

1) яблочные выжимки, полученные на гидравлическом прессе марки Bucher HP-5000, в производственных условиях УП «Иловское»;

2) вода питьевая подготовленная, соответствующая требованиям СТБ 1188 и СанПиН 10-124 [2, 3].

Перед проведением эксперимента навеску яблочных выжимок ( $m = 200\text{г}$ ) помещали в термостат на  $5 \pm 1$  мин, где поддерживали температуру равную заданной температуре многофакторного эксперимента. Необходимое количество подготовленной воды рассчитывали в соответствии с заданными условиями многофакторного эксперимента (находилась в пределах от 82 мл до 418 мл), при этом гидромодуль сырьевых компонентов (соотношение яблочных выжимок к количеству подготовленной воды) колебался в интервале 1:0,41 — 1:2,09. Далее навеску яблочных выжимок помещали в лабораторный стеклянный стакан вместимостью  $V = 500$  мл, после чего задавали подготовленную питьевую воду с заданной температурой. Температуру полученной смеси контролировали с помощью ртутного термометра (рис. 2). Стакан с полученной смесью помещали в лабораторную водяную баню, где в соответствии с установленными условиями эксперимента проводили процесс экстракции (мацерации) яблочных выжимок.

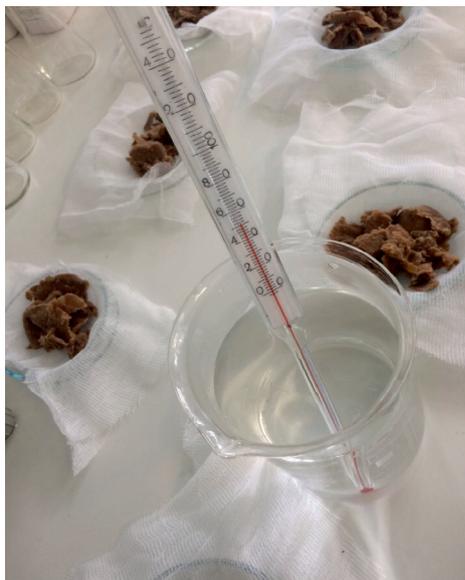


Рис. 2. Контроль температуры в процессе проведения многофакторного эксперимента  
Fig. 2. Temperature control during a multifactorial experiment

По истечении заданного времени проведения процесса экстракции осуществляли прессование смеси на лабораторной установке (рис. 3) в течение 10 мин. При осуществлении отжима на экспериментальной установке усилие процесса прессования при проведении всех экспериментов поддерживали в пределах  $1,7 \pm 0,1$  МПа. Контроль усилия в процессе отжима осуществлялся с помощью динаметрического ключа.

В ходе проведения экспериментальных работ измеряли количество (массу) полученного диффузионного сока, определяли концентрацию растворимых сухих веществ и содержание пектиновых веществ в нем. Полученные результаты использовали при определении абсолютного количества сухих веществ, перешедших в растворимое состояние в диффузионный сок, согласно формуле 1.

$$Y_{li} = m_i \cdot w_i, \quad (1)$$

где  $w_i$  — концентрация растворимых сухих веществ в экспериментальной пробе диффузионного сока, %;  $m_i$  — масса экспериментальной пробы диффузионного сока, г.

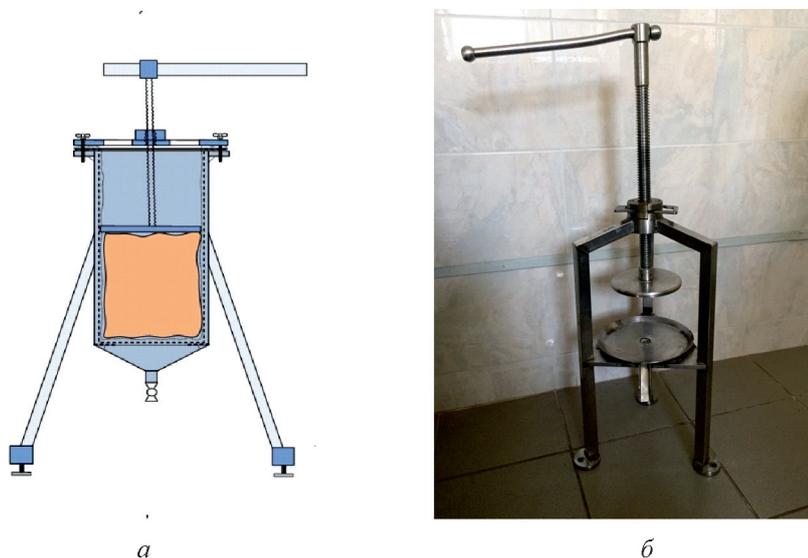


Рис. 3. Схема (а) и фото (б) лабораторной установки для прессования  
Fig. 3. Scheme (a) and photo (b) of the laboratory installation for pressing

Содержание растворимых сухих веществ (%) в пробах определяли непосредственно по показаниям рефрактометра по ГОСТ 34128 [4].

Определение пектиновых веществ в диффузионных соках производили согласно ГОСТ 32223. [5] Метод основан на фотометрическом определении пектина при длине волны 525 нм. Массовую концентрацию пектина в диффузионных соках определяли на основе реакции карбазола с отдельными фракциями пектина в присутствии концентрированной серной кислоты, с последующим измерением поглощения света.

Расчет массовой концентрации растворимого пектина,  $C$ , мг/л, вычисляют по формуле:

$$C = \frac{C_{\text{граф}} \cdot V_2}{V_1}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{граф}}$  — массовая концентрация ангидрида галактуроновой кислоты, определяемая по градуировочной зависимости, мг/дм;  $V_1$  — объем раствора, приготовленного для фотометрического определения, см<sup>3</sup>;  $V_2$  — объем соковой продукции, взятой для анализа, см<sup>3</sup>.

Дополнительно проводили органолептическую оценку полученных диффузионных соков по ГОСТ Р 53137 [6].

С целью оптимизации процесса экстракции яблочных выжимок и достижения максимального накопления сухих веществ в диффузионных соках при минимальном переходе в растворимое состояние пектиновых веществ было выполнено планирование эксперимента, которое позволяет варьировать различные факторы и получать количественные оценки эффектов их взаимодействия. Для его создания использовали метод центрального композиционного рототабельного планирования полного факторного эксперимента ПФЭ-2<sup>3</sup> со звездными точками. Планирование и обработка результатов осуществлена с помощью компьютерной системы планирования эксперимента STATGRAPHICS Plus for Windows.

Наиболее полное использование технологического потенциала яблочных выжимок путем получения диффузионных соков с достаточным содержанием экстрактивных компонентов позволит эффективно задействовать их в технологии производства фруктовых дистиллятов в качестве вторичного сырьевого ресурса, минимизировав издержки основного производства и увеличив выход конечной крепкой винодельческой продукции.

В качестве основных факторов, влияющих на оптимизацию процесса экстракции, были выбраны:

- ♦  $X_1$  — температура процесса экстракции (мацерации), °С;
- ♦  $X_2$  — продолжительность процесса экстракции, мин.;

♦  $X_3$  — соотношение количества частей экстрагента (подготовленной воды) к одной части яблочных выжимок (гидромодуль сырьевых компонентов) в процессе экстракции, ч.

Пределы варьирования факторов были определены на основании анализа литературных данных и ранее проведенных исследований по изучению процесса экстракции [7]. Условия проведения центрального композиционного рототабельного планирования приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика планирования  
Table 2. Characteristics of planning

Обозначение фактора	Уровень		«Звездные» точки		Центр эксперимента	Шаг варьирования
	нижний	верхний	нижняя	верхняя		
$X_1$ , °С	30,00	70,00	16,40	83,60	50,00	20,00
$X_2$ , мин.	20,00	60,00	6,40	3,60	40,00	20,00
$X_3$ , ч	0,75	1,75	0,40	2,10	1,25	0,50

Соотношения сырьевых компонентов (яблочных выжимок и воды) варьировали от 1:0,40 до 1:2,10. Процесс водно-тепловой обработки осуществляли в пределах от 16,40 до 83,60 °С, продолжительность процесса изменяли от 6,4 до 83,6 мин, после чего на лабораторной установке производили прессование полученной смеси и определяли количество полученного диффузионного сока и его характеристики.

Критериями оценки эффективности протекания процесса экстракции яблочных выжимок под влиянием изменения выбранных факторов являлось абсолютное количество растворимых сухих веществ ( $Y_{11}$ , г), извлеченное с диффузионным соком, и содержание пектиновых веществ ( $Y_{12}$ , г/л) в диффузионном соке по окончании процесса экстрагирования. Абсолютное количество извлеченных сухих веществ находят исходя из массы полученного диффузионного сока и содержания растворимых сухих веществ в нем.

Эксперименты проводили в соответствии с матрицей планирования, приведенной в табл. 3.

Таблица 3. Матрица планирования многофакторного эксперимента и результаты контроля функций отклика, определяющие эффективность протекания процесса экстракции яблочных выжимок

Table 3. Matrix for planning a multifactorial experiment and the results of control of response functions, which determine the efficiency of the process of extraction of apple pomace

№ опыта	Фактор			Масса извлеченных растворимых сухих веществ с диффузионным соком ( $Y_{11}$ ), г	Массовая концентрация растворимых пектиновых веществ в диффузионном соке ( $Y_{12}$ ), г/л
	$X_1$ , °С	$X_2$ , мин	$X_3$ , ч		
1	50,0	40,0	1,26	10,94	1,26
2	70,0	20,0	2,26	7,30	2,26
3	83,6	40,0	2,47	8,97	2,47
4	30,0	20,0	0,96	9,09	0,96
5	50,0	40,0	2,28	5,87	2,28
6	50,0	73,6	1,58	11,55	1,58
7	50,0	40,0	1,12	11,64	1,12
8	16,4	40,0	1,04	7,75	1,04
9	30,0	60,0	1,56	8,38	1,56
10	70,0	60,0	3,68	8,62	3,68
11	30,0	60,0	0,77	10,5	0,77
12	50,0	40,0	1,36	10,94	1,36
13	70,0	60,0	1,46	10,53	1,46
14	70,0	20,0	1,55	10,44	1,55
15	30,0	20,0	0,99	7,55	0,99
16	50,0	6,4	0,77	9,57	0,77

Каждый опыт дублировали три раза. Среднее значение функций отклика  $Y_1$ ,  $Y_2$  по результатам трех параллельных опытов использовали при математической обработке компьютерной системой планирования эксперимента STATGRAPHICS Plus for Windows.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающее зависимость исследуемых функций отклика от выбранных факторов.

Влияние каждого из варьируемых факторов графически отражали в виде стандартизированной карты Парето и графика главных эффектов отклика.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На первом этапе была изучена зависимость извлечения сухих веществ с диффузионным соком от варьируемых факторов проведения процесса экстракции яблочных выжимок.

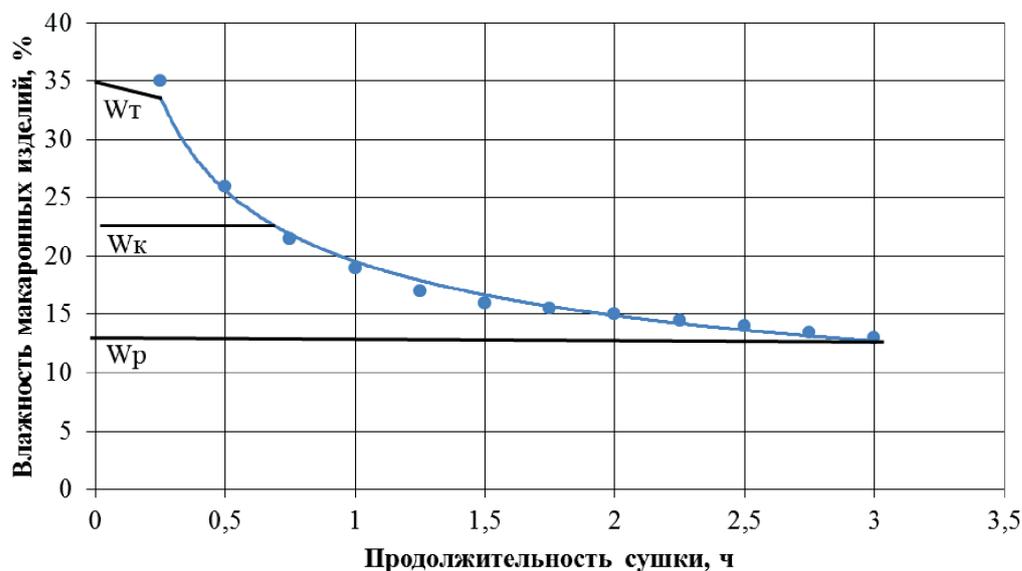


Рис. 4. Карта Парето для показателя абсолютного количества сухих веществ, извлеченных с диффузионным соком

Fig. 4. Pareto map for the indicator of the absolute amount of dry matter extracted with diffusion juice

Стандартизированная карта Парето, изображенная на рис. 4, позволила установить значимые факторы. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой 95%-ю достоверную вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статически значимо.

Влияние факторов по степени значимости распределилось в следующем порядке: наибольший эффект на выход растворимых сухих веществ оказывает соотношение сырья (яблочных выжимок) и экстрагента (подготовленная вода) (гидро модуль процесса экстракции), при этом с увеличением количества вносимой подготовленной воды растет абсолютное значения извлекаемых сухих веществ с диффузионными соками; второе по значимости влияние оказывает продолжительность процесса экстракции, чем больше время экспозиции, тем больше накапливается экстрактивных сухих веществ в диффузионном соке; повышение температуры до определенного момента положительно влияет на экстракцию сухих веществ, при этом квадратичное значение фактора температуры, определяющее скорость прогрева, со знаком «минус» на карте Парето указывает на снижение абсолютного количества сухих веществ в диффузионном соке при увеличении фактора.

Анализ графика главных эффектов для показателя количества сухих веществ, извлеченных из диффузионного сока (рис. 5), подтверждает значимость температурного фактора и позволяет локализовать значение фактора температуры в интервале от 50 °С до 55 °С, где достигается наибольшая экстракция сухих веществ яблочных выжимок. Дальнейшее повышение температуры при экстрагировании нецелесообразно, так как замедляет диффузионные процессы, уменьшая абсолютное количество, извлеченных сухих веществ.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, которое выглядит следующим образом:

$$Y_1 = -5,24634 + 0,233285 X_1 + 0,0787978 X_2 + 10,0404 X_3 - 0,00232101 X_1^2 - 0,000259375 X_1 X_2 + 0,017375 X_1 X_3 - 0,000376476 X_2^2 - 0,008125 X_2 X_3 - 3,15501 X_3^2 \quad (3)$$

Работоспособность модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации R-squared, равным 95,56 %.

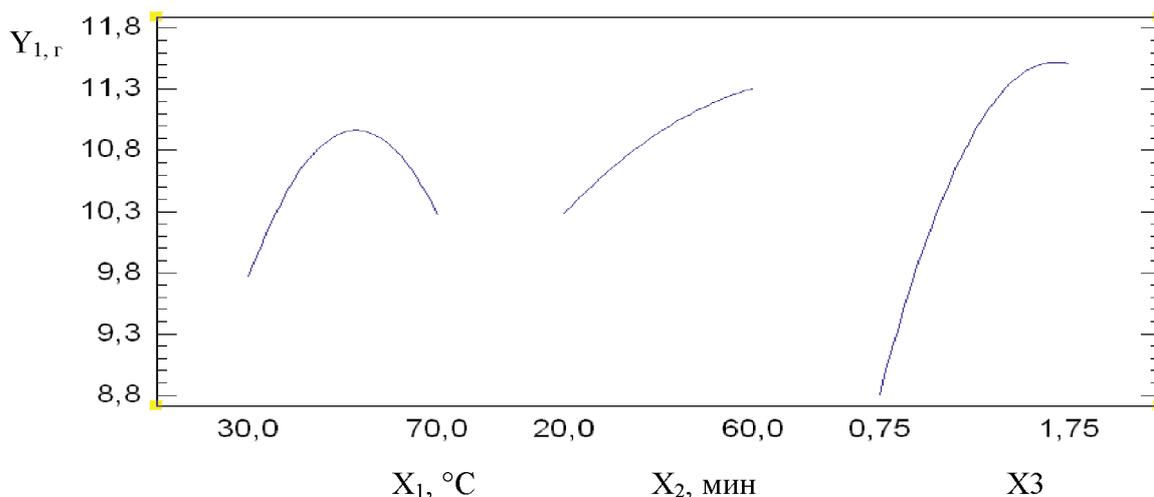


Рис. 5. Главные эффекты отклика для показателя абсолютного количества сухих веществ, извлеченных с диффузионным соком

Fig. 5. Main Response Effects for the Absolute Solids Recovered with Diffusion Juice

Графическое влияние факторов на абсолютное количество растворимых сухих веществ, извлеченное с диффузионным соком, представлено в виде поверхности отклика на рис. 6.

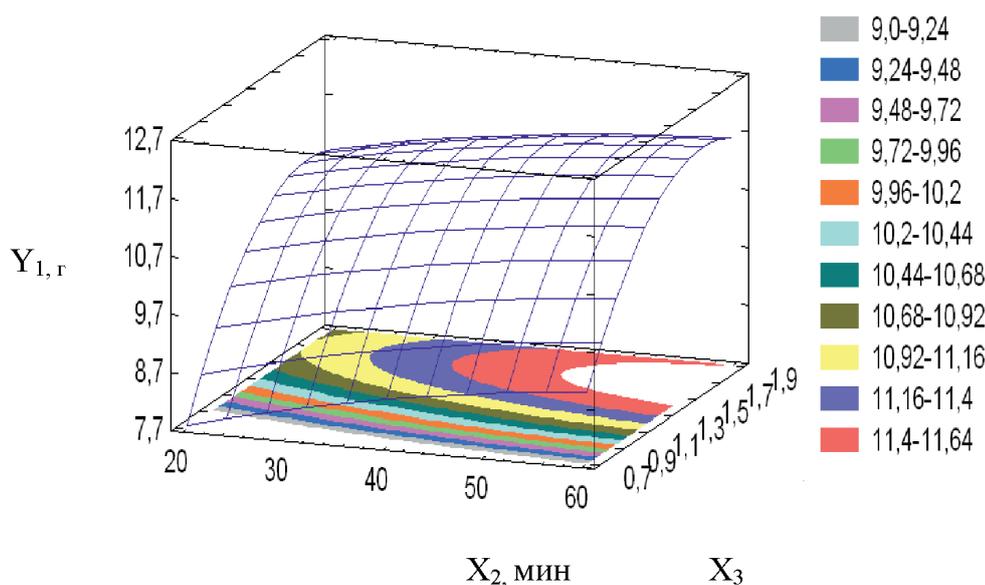


Рис. 6. График поверхностей отклика для показателя абсолютного количества сухих веществ, извлеченных с диффузионным соком, при  $X_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$

Fig. 6. Graph of response surfaces for the indicator of the absolute amount of dry matter extracted with diffusion juice, at  $X_1 = 50\text{ }^\circ\text{C}$

На основании анализа графической зависимости, представленной на рис. 6, по его предварительной оценке, установлено, что при соотношении яблочных выжимок к вносимой воде 1,0:1,1 — 1,0:1,3 поверхность отклика перегибается и выходит на ровное плато, что говорит о нецелесообразности дальнейшего увеличения этого показателя, т.к. рост количества вносимой воды в процессе экстракции не приводит к существенному увеличению количества извлекаемых экстрактивных веществ.

С целью более детального изучения графических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов и установления оптимальных значений времени протекания процесса и гидромодуля компонентов были изучены контурные графики поверхностей отклика в разрезе показателя абсолютно количества сухих веществ, извлеченных с диффузионным соком (рис. 7 и 8).

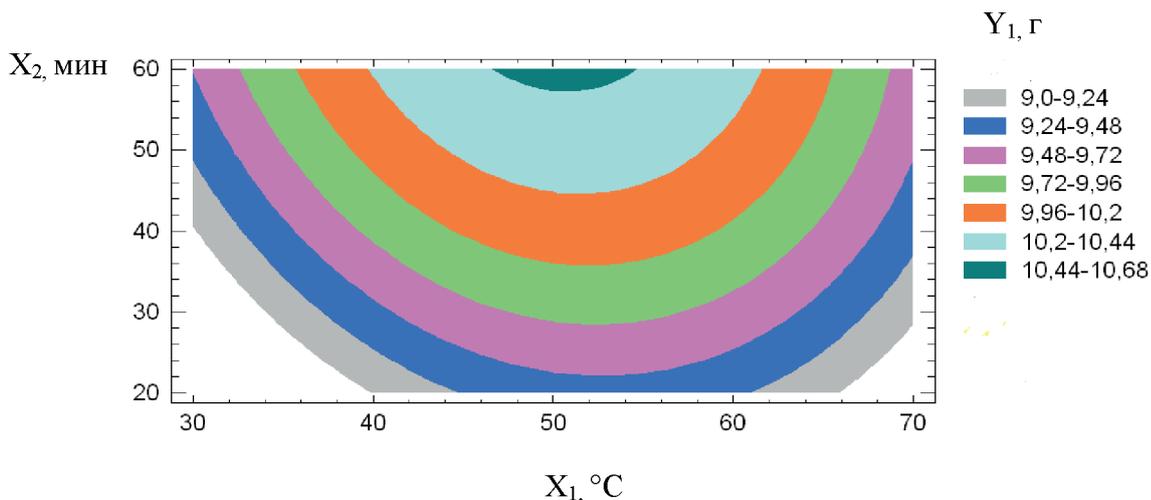


Рис. 7. Контурный график поверхностей отклика для показателя абсолютного количества сухих веществ, извлеченных с диффузионными соками при  $X_3 = 1,0$

Fig. 7. Contour plot of response surfaces for the indicator of the absolute amount of dry matter extracted with diffusion juices at  $X_3 = 1.0$

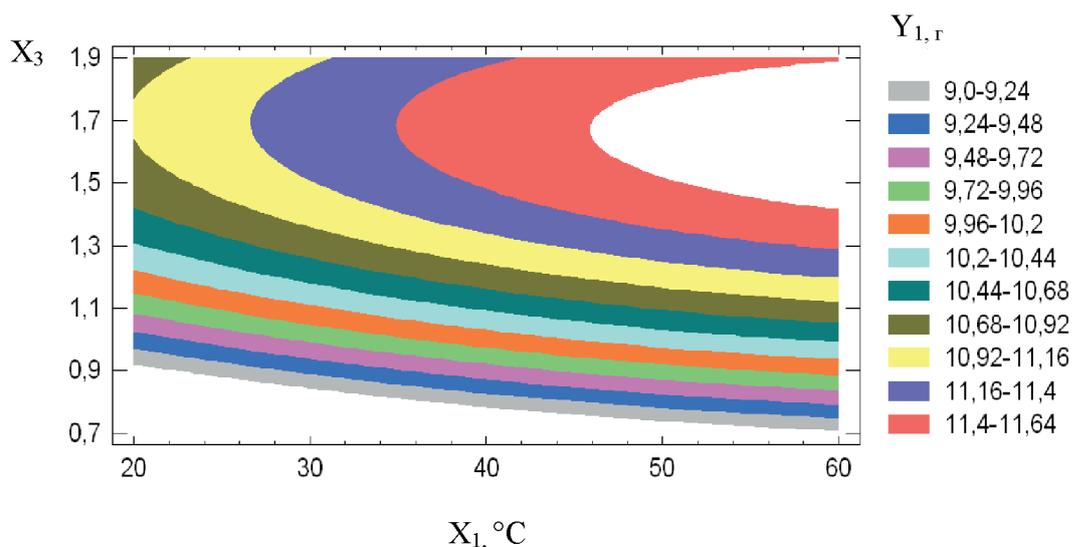


Рис. 8. Контурный график поверхностей отклика для показателя абсолютного количества сухих веществ с диффузионными соками, при  $X_2 = 40$  мин.

Fig. 8. Contour plot of response surfaces for the indicator of the absolute amount of dry matter with diffusion juices, at  $X_2 = 40$  min.

Данные представленные на рис. 7 говорят нам о том, что при соотношении сырьевых компонентов 1,0:1,0 мы можем достигать экстракции абсолютного количества сухих веществ от 9,96 до 10,68 г без существенной потери органолептических свойств диффузионных соков в диапазоне температур от 45 до 60°C и продолжительности процесса не менее 40 мин.

Если рассматривать вторую графическую зависимость (рис. 8) установлено, что при минимальной продолжительности процесса 40 мин, температуре экстракции 50–55 °C в диапазоне гидромодуля сырьевых компонентов сырьевых 1,0:1,0 — 1,0:1,1 соотношения сырьевых компонентов может быть достигнуто абсолютное значение извлеченных сухих веществ порядка 10,2–10,44 г. При этом можно отметить, что применение более широкого диапазона температур и гидромодуля сырьевых компонентов приводит к более высокому показателю извлечения сухих веществ, однако увеличение каждого из этих факторов приносит негативные последствия. Так увеличение гидромодуля сырьевых компонентов привело к снижению органолептических свойств и ухудшению физико-химических

показателей диффузионных соков, а увеличение температуры приведет к росту энергопотребления, что в дальнейшем найдет отклик в ценообразовании конечного продукта.

На основании совокупности всех факторов анализа графических зависимостей были установлены оптимальные параметры условий, где наблюдаются лучшие результаты выхода абсолютно сухих веществ. Оптимальными параметрами проведения процесса экстракции являются — температура 50–60°C в течение 30–45 мин в соотношении 1,0 — 1,1 объемов воды к 1,0 объему выжимки с целью максимального извлечения сахаров и кислот фруктового сырья, и дальнейшего использования полученного диффузионного сока без потери его органолептических свойств.

Для уточнения и корректировки полученных оптимальных условий проведения процесса экстракции анализировали зависимость массовой концентрации пектина (увеличение которой в нашем случае играет отрицательную роль и может в дальнейшем негативно сказаться на качестве фруктовых дистиллятов, получаемых с добавлением диффузионных соков из-за роста объемной доли метилового спирта), от варьируемых показателей

Стандартизированная карта Парето, изображенная на рис. 9, позволила установить значимые факторы. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой 95 %-ную доверительную вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статически значимо.

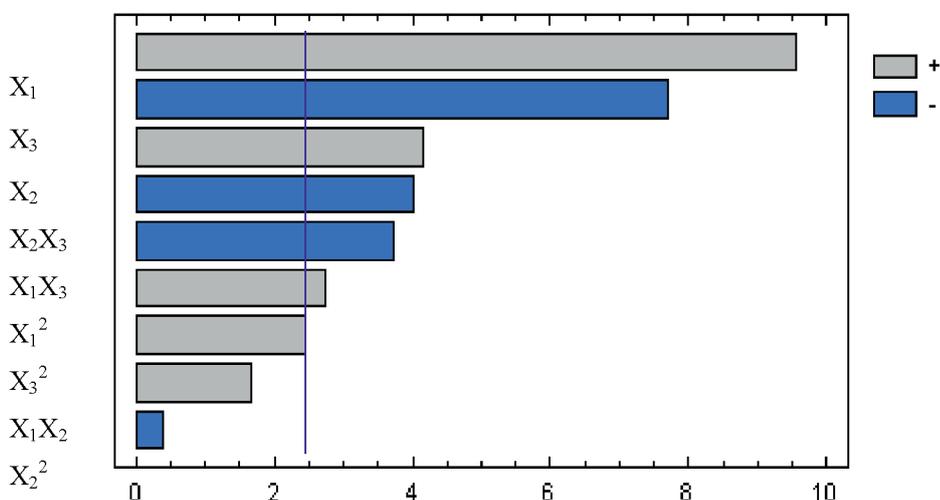


Рис. 9. Карта Парето для показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке

Fig. 9. Pareto map for the indicator of mass concentration of pectin in diffusion juice

Влияние факторов по степени значимости распределилось в следующем порядке: наибольший эффект на уровень накопления пектиновых веществ оказывает температура процесса (X<sub>1</sub>) с ее повышением концентрация пектиновых веществ увеличивается, второе по значимости влияние оказывает соотношение сырьевых компонентов (X<sub>3</sub>) причем знак «минус» на карте Парето указывает на снижение концентрации пектиновых веществ при увеличении фактора; и третье по значимости влияние оказывает продолжительность процесса экстракции, с ее повышением концентрация пектиновых веществ увеличивается.

Анализ графика главных эффектов для показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке (рис. 10) также подтверждает вышеупомянутый порядок значимости факторов.

Работоспособность модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации R-squared, равным 97,28%. Полученное значение коэффициента детерминации показывает высокое качество уравнения модели.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии (1.4):

$$Y_2 = 0,149996 + 0,00205769 X_1 + 0,0369342 X_2 + 0,0157768 X_3 + 0,000449387 X_1^2 + 0,000296875 X_1 X_2 - 0,026375 X_1 X_3 - 0,0000632647 X_2^2 - 0,028375 X_2 X_3 + 0,641239 X_3^2 \quad (4)$$

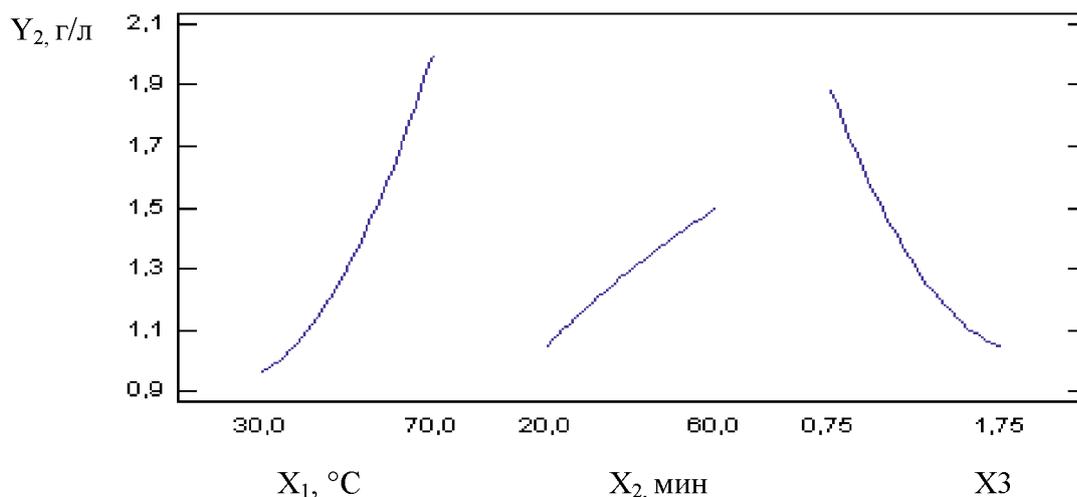


Рис. 10. Главные эффекты отклика для показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке  
 Fig. 10. The main effects of the response for the indicator of the mass concentration of pectin in the diffusion juice

Полученное уравнение регрессии позволяет не только предсказать значение функции отклика для заданных условий эксперимента, но и дает информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимальных значений температуры, продолжительности экспозиции и гидромодуля сырьевых компонентов при осуществлении процесса экстракции яблочных выжимок.

Графическое влияние факторов на уровень накопления пектиновых веществ представлено в виде поверхности отклика на рис. 11.

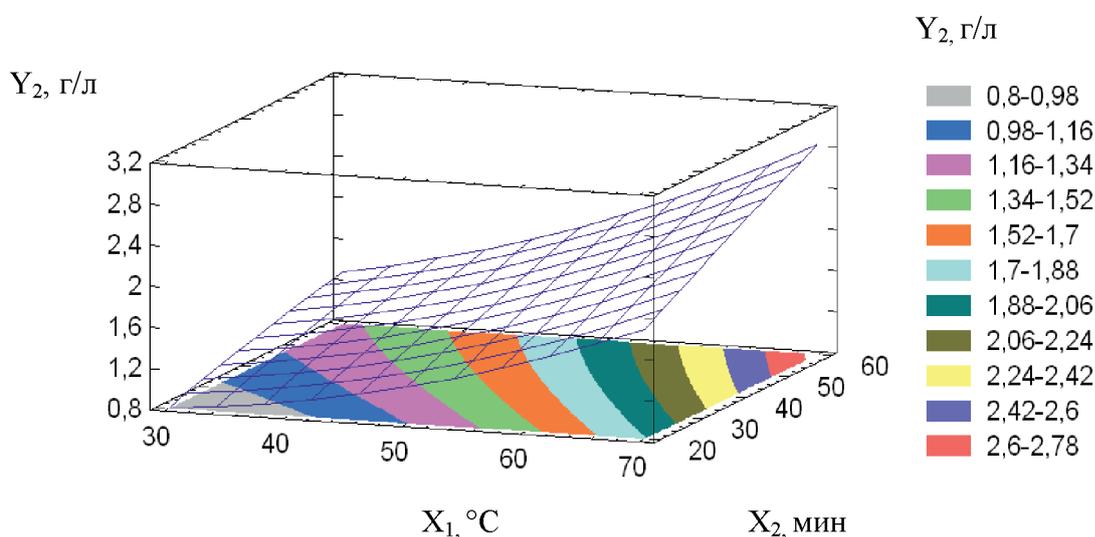


Рис. 11. График поверхностей отклика для показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке, при  $X_3 = 1,0$   
 Fig. 11. Graph of response surfaces for the indicator of mass concentration of pectin in diffusion juice, at  $X_3 = 1,0$

Анализ данной графической зависимости показал, что с ростом факторов температуры и продолжительности протекания процесса экстракции показатель массовой концентрации пектина растет, что для дальнейшего получения дистиллятов с использованием диффузионных соков приведет к разрушению пектиновых веществ в процессе брожения и образованию метанола, который является высокотоксичным. Нашей задачей является выбрать тот оптимальный диапазон условий проведения

процесса экстракции, при котором будут достигаться лучшие результаты выхода абсолютно сухих веществ при наименьшей массовой концентрации пектина в них. Такую комбинацию демонстрирует рис. 11 при ранее выбранных характеристиках температуры 50–60°C, продолжительности — 30–45 мин и сырьевом гидромодуле 1,0:1,0, тем самым подтверждая правильность сделанных выводов выше.

С целью более детального рассмотрения графических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов, и подтверждения оптимальных значений был рассмотрен контурный график (рис. 12).

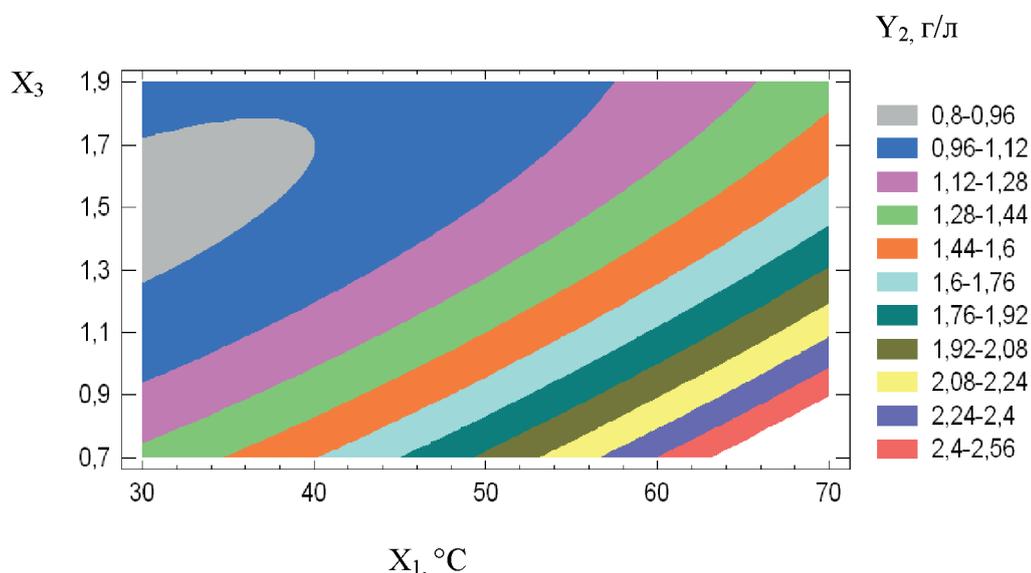


Рис. 12. Контурный график поверхностей отклика для показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке, при  $X_2 = 40$  мин

Fig. 12. Contour plot of response surfaces for the indicator of mass concentration of pectin in diffusion juice, at  $X_2 = 40$  min

Представленная на рис. 12 зависимость говорит о том, что наименьшее достижение показателя массовой концентрации пектина в диффузионном соке будет при показателях температуры в диапазоне от 30 до 40°C и сырьевом гидромодуле от 1,0:1,3 до 1,0:1,7, что является недопустимым для максимального выхода абсолютно сухих веществ. Повышение температуры и снижение гидромодуля сырьевых компонентов даст оптимальное соотношение количества показателей абсолютно сухих веществ и массовой концентрации пектина в диффузионном соке.

**Заключение.** На основании анализа графических зависимостей были установлены оптимальные параметры проведения процесса экстракции яблочных выжимок, позволяющие обеспечить количество извлеченных сухих веществ на каждые 200 г яблочных выжимок в количестве 10,2–10,44 г абсолютного количества сухих веществ.

#### Список использованных источников

1. Разуваев, Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия / Н.И. Разуваев. — Москва: Пищевая промышленность, 1975. — 168 с.
2. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества: СТБ 1188-99.. — Переизд. декабрь 2006 с Изм. 1, 2, 3. — Введ. 01.07.00. — Минск: Госстандарт, 2006. — 19 с.
3. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: СанПиН 10-124 РБ 99. — Введ. 19.10.1999 Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999 г. № 46. — Минск: РЦГЭиОЗ, 1999. — 12 с.
4. Продукция соковая. Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ: ГОСТ 34128-2017. Межгосударственный стандарт. — Введ. 01.01.19. — Москва: Стандартинформ, 2019. — 16 с.
5. Продукция соковая. Определение пектина фотометрическим методом: ГОСТ 32223-2013. Межгосударственный стандарт. — Введ. 01.07.15. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 16 с.

6. Соки и соковая продукция. Идентификация. Общие положения: ГОСТ Р 53137-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. — Введ. 01.01.10. — Москва: Стандартинформ, 2009. — 16 с.
7. Тихонова, А.Н. Влияние способа обработки виноградной выжимки на экстракцию высокомолекулярных соединений // *Educatio*. — 2015. — № 11 (18), Ч. 2. — С. 88 — 91.

### References

1. Razuvaev N.I. Complex processing of secondary products of winemaking. Moscow: Food Industry Publ., 1975. 168 p.
2. STB 1188-99. Drinking water of the organization “General requirements and methods of quality control. Sanitary rules and regulations “Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control”.
3. Sanitary rules and regulations “Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control”; Minsk, Gosstandart, 1999. approved by the resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated 19.10.1999, No. 46.
4. GOST 34128-2017 Interstate Standard “Juice Products. Refractometric method for determining the mass fraction of soluble solids”, 2019.
5. GOST 32223-2013 Interstate Standard “Juice Products. Determination of pectin by photometric method”, 2015.
6. GOST R 53137-2008 National standard of the Russian Federation “Juices and juice products. Identification. General Provisions”, 2010.
7. Tikhonova A.N. Influence of the method of processing grape pomace on the extraction of high-molecular compounds. *Educatio*, 2015, No. 11 (18), part 2, pp. 88–91.

### Информация об авторах

*Кулагова Екатерина Петровна* — аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29), E-mail: tateka@tut.by

*Пушкарь Александр Александрович* — кандидат технических наук, начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: vodka@belproduct.com

*Юденко Ольга Николаевна* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник — руководитель группы по винодельческой отрасли отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

### Information about authors

*Kulagova Ekaterina P.* — postgraduate student, junior researcher of the laboratory of microbiological research of the Republican control and testing complex for the quality and safety of food of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova st., 29), E-mail: tateka@tut.by

*Pushkar Alexandr A.* — Ph.D. (engineering), Head of the Department of technologies of alcohol and non-alcohol products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vodka@belproduct.com

*Yudenko Olga N.* — Ph.D. (engineering), Senior Researcher — Head of the Group for the Wine Industry of the department of technologies of alcohol and non-alcohol products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com