

УДК 66.061.34: 54.06

## Особенности переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой

Д-р техн. наук А. Ф. СОРОКОПУД<sup>1</sup>, Н. В. ИГУШОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>aleksandr.sorocopud@gmail.com, <sup>2</sup>mr.nikolaika@yandex.ru

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)

*Изучено влияние частоты, амплитуды, диаметра отверстий и гидромодуля на кинетику извлечения сухих растворимых веществ и витамина «С» из замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой. Объектом исследования являлись плоды жимолости, замороженные при  $-18$  °С. Вследствие данной заморозки происходит образование крупных кристаллов льда, разрывающих ткани плода и облегчающих выход сока. Переработку плодов проводили при наложении на систему поля низкочастотных механических колебаний и варьировали следующие параметры: гидромодуль от 0,2 до 0,3; амплитуду колебаний от 4 мм до 8 мм; частоту от 9,17 Гц до 11,7 Гц; диаметр отверстий от 2,5 мм до 3,5 мм. В качестве экстрагента использовали питьевую воду. Концентрацию сухих веществ определяли с использованием рефрактометра ИРФ — 454Б2М, содержание витамина «С» йодометрическим титрованием, содержание флавоноидов спектрофотометром КФК-2-УХЛ. Показано, что параметры и время достижения максимальной эффективности и концентрации для различных целевых компонентов различны. Показана целесообразность переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой. Эффективность извлечения сухих веществ и витамина «С» определяли, как отношение максимальной концентрации к затраченной мощности. Показано, что равновесная концентрация флавоноидов достигается в течение 25–30 мин. Установлены рациональные параметры процесса, обеспечивающие исчерпывающее выделение целевых компонентов.*

**Ключевые слова:** жимолость, эффективность переработки, витамин «С», вибрационная тарелка, флавоноиды, сухие вещества.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 04.04.2017, принята к печати 28.07.2017

DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-3-3-9

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Сорокопуд А. Ф., Игушов Н. В. Особенности переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой // Вестник Международной академии холода. 2017. № 3. С. 3–9.

## The processing of honeysuckle frozen fruits in the apparatus with vibrating plate

D. Sc. A. F. SOROKOPUD<sup>1</sup>, N. V. IGUSHOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>aleksandr.sorocopud@gmail.com, <sup>2</sup>mr.nikolaika@yandex.ru

Kemerovo Institute of Food Science and Technology

*This article describes the influence of frequency, amplitude, the diameter of holes and the hydraulic module on the extraction kinetics of dry soluble substances and vitamin C from frozen fruits of honeysuckle in the apparatus with vibrating plate. The object of the research was the honeysuckle fruits frozen at  $-18$  °C as the formation of large ice crystals breaks the tissue of the fruits and facilitates juice extraction. Processing of fruits was carried out when the field of low frequency mechanical vibrations was applied to the system and the following parameters were varied: hydro module — from 0.2 to 0.3; amplitude — from 4 mm to 8 mm; the frequency of oscillations — from 9.17 Hz to 11.7 Hz; the diameter of the holes — from 2.5 mm to 3.5 mm. Drinking water was used an extractant. The concentration of dry substances was determined by using IRF — 454Б2М refractometer, the content of vitamin C — by titration, the content of flavonoids — by spectrophotometer KFK-2-UHL. It is shown that the parameters and the time to reach the maximum efficiency and concentration for the various target components are different. The expediency of processing frozen fruits of honeysuckle in the apparatus with a vibrating plate is shown. The extraction efficiency of dry substances and vitamin C is determined as the ratio of maximum concentration to the power consumed. It is shown that the equilibrium concentration of flavonoids is achieved within 25–30 minutes. Rational parameters of the processing providing full extractio of the target components are presented.*

**Keywords:** honeysuckle, processing efficiency, vitamin C, vibrating plate, flavonoids, dry matter.

**Article info:**

Received 04/04/2017, accepted 28/07/2017

DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-3-3-9

Article in Russian

**For citation:**Sorokopud A. F., Igushov N. V. The processing of honeysuckle frozen fruits in the apparatus with vibrating plate. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2017. No 3. p. 3–9.**Введение**

Природа Западной Сибири богата, как дикорастущим, так и культивируемым плодово-ягодным сырьем, которое может быть успешно использовано как в пищевой, так и в смежных отраслях промышленности [1, 2]. Во всем широком разнообразии ягод и плодов региона выделяется семейство жимолости, а именно жимолость голубая (от лат. *Lonicera*) — первая из всех созревающих в Сибири. Данный вид жимолости имеет очень богатый набор целебных и полезных веществ и уникальный химический состав [3–5].

В химический состав плодов жимолости входят такие органические кислоты, как яблочная, янтарная, щавелевая, лимонная, процент содержания колеблется от 1,5 до 4,5%; содержание сухих веществ — от 6,8 до 12,3% в зависимости от сорта и сезона. Жимолость содержит до 5% таких сахаров, как глюкоза, галактоза, сахароза, фруктоза. Содержание витаминов в плодах жимолости представлены витаминами: С — 150 мг, В<sub>1</sub> — 3 мг, А — 50 мг, В<sub>8</sub> — 3 мг, а также бета-каротином — 3 мг [6]. Помимо вышеописанного, жимолость богата Р-активными (полифенольными) соединениями (от 200 до 1800 мг%), которые оказывают благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему. По сравнению с другим плодово-ягодным сырьем жимолость занимает лидирующую позицию по содержанию микро- и макроэлементов. Минеральный состав представлен: магнием — 21 мг%, натрием — 35 мг%, калием — 70 мг%, железом — 0,8 мг%, кальцием — 19 мг% и фосфором — 35 мг%. Так же возможно присутствие бария, меди, марганца, кремния, стронция, алюминия и йода (0,9 мг/кг). Помимо всего также в жимолости могут быть до 0,3% дубильных веществ и до 1,5% — пектиновых [1].

В качестве сырья зачастую используют плоды, цветки, значительно реже ветки и листья растения. Жимолость в известной степени также интересна для селекции, и как следствие возможно повышение ее урожайности и привлекательности для промышленного применения [3]. Так же может быть выбран приоритет для селекции в виде повышения содержания полезных веществ [7].

Целесообразность и эффективность применения плодово-ягодных экстрактов в пищевой и других отраслях промышленности доказана в ряде работ [2, 8, 9]. Так же стоит отметить, что существующие способы получения экстрактов имеют множество недостатков и недостаточны консервативны [10, 11], а самым большим недостатком считается то, что качество получаемых экстрактов проверяется только по содержанию в них сухих веществ. Это в большой степени удерживает появление в производстве широкого ассортимента продуктов на основе экстрактов, в том числе из жимолости. В данном

случае такой подход некорректен, потому как перерабатываемое сырье имеет достаточно высокое содержание витамина «С» и других БАВ [5]. Данный факт и послужил отправной точкой к изучению процесса переработки замороженных плодов жимолости.

По сроку созревания плоды жимолости готовы к сбору в мае — июне, но в силу сезонного характера приобретает актуальность вопрос о хранении и консервировании. Доказано, что замораживание и сохранение плодово-ягодного сырья при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  дает весомое преимущество при дальнейшем получении экстрактов: образуются крупные кристаллы льда, которые разрывают ткань плода и способствуют выходу сока [12].

Переработка замороженного плодово-ягодного сырья в аппарате с вибрационной тарелкой дает возможность в одной единице оборудования проводить размораживание, диспергирование и экстрагирование комплексно [2, 9, 11].

Размещение внутри аппарата устройства, которое совершает возвратно-поступательные движения, называемое вибрирующим рабочим органом (тарелкой), является самым эффективным с позиции снижения энергозатрат [7] и величины внешнего диффузионного сопротивления для системы твердое тело — жидкость. Помимо этого, инерционные напряжения, вызываемые колебанием рабочего органа, значительно меньше усилий, которые возникают при колебании всего рабочего объема (аппарата). Это допущение позволяет использовать колебания значительно более высокой частоты и амплитуды, и при этом снизить удельный расход энергии на их создание [2, 9, 13].

Цель проводимых исследований — оценка целесообразности переработки замороженных при  $-18^{\circ}\text{C}$  плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой и определение рациональных параметров процесса.

**Материалы и методы**

В качестве объекта исследования выбрана жимолость, выращенная в Кемеровской области, урожая 2015 г., замороженная и хранившаяся при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Исследования выполнены в аппарате, изготовленном из нержавеющей стали, диаметром 0,15 м с рабочим объемом 0,0025 м<sup>3</sup>. В рабочем объеме размещалась перфорированная тарелка диаметром 0,146 м, толщиной 0,0025 м, с долей свободного сечения 16,5%, которую образовывали отверстия, диаметр которых ( $d_o$ ) менялся в ходе эксперимента. Аппарат имеет плоское днище, расстояние от которого до перфорированного вибрирующего рабочего органа составляло 0,045 м. Вибрирующий рабочий орган размещен на штоке, осуществляющем возвратно-поступательные движения в вертикальной

плоскости с частотой  $n$ , пропорциональной частоте вращения вала электродвигателя постоянного тока. Электродвигатель подключен к сети переменного тока через диодный мост и ЛАТР. Амплитуда колебаний ( $A$ ) тарелки устанавливалась с помощью сменных планшайб на ременной передаче электродвигателя.

Исследования проводились по следующей схеме:

- в аппарат засыпалась замороженная при  $-18^\circ\text{C}$  жимолость, массой 0,3 кг;
- заливалась питьевая вода, температурой  $19 \pm 1^\circ\text{C}$ ;
- в рабочий объем вводилась перфорированная тарелка;
- включался электродвигатель и устанавливалась заданная частота вращения вала с помощью ЛАТРа.

Соотношение твердой ( $T$ ) и жидкой ( $Ж$ ) фаз (гидро-модуль) регулировалось при загрузке аппарата, при помощи изменения количества воды  $j = T/Ж$ . При небольших колебаниях массы системы не было выявлено существенных отклонений в показаниях ваттметра. Процесс осуществляли в течение 10 мин, контролируя достижение равновесной концентрации. Частота колебаний тарелки  $n$  варьировалась от 9,1 до 11,6 Гц, диаметр отверстий тарелки  $d_0 = 2,5; 3; 3,5$  мм, гидромодуль  $j$  — от 0,2 до 0,3, амплитуда — от 4 до 8 мм. Интервалы варьирования приняты на основе литературных данных [2, 8] и результатов предварительных опытов.

Через заданные равные промежутки времени производился отбор пробы жидкой фазы, которую фильтровали и затем определяли: концентрацию сухих веществ с использованием рефрактометра ИРФ-454Б2М, содержание витамина С йодометрическим титрованием [14] и содержание флавоноидов спектрофотометрическим [15]. Частота вращения вала ременной передачи измерялась и контролировалась тахометром ТЧ-10Р (класс точности 1). Замеры мощности, потребляемой электродвигателем, осуществлялись ваттметром Д5016 (класс точности 0,2). Измерение всех контролируемых величин выполнялось не менее чем в 3-х кратной повторности, отклонение результатов не превышало 3%. Обработка и анализ полученных экспериментальных данных выполнен с использованием программных пакетов MS Excel и MathCAD.

### Результаты и обсуждение

Эффективность извлечения сухих веществ ( $\mathcal{E}_{\text{сух}}$ ) и витамина «С» ( $\mathcal{E}_{\text{вит}}$ ) определялась по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{max}}}{N}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}$  — эффективность;  $C_{\text{max}}$  — максимальное содержание сухих веществ, %масс или максимальная концентрация витамина «С», мг%;  $N$  — полная затраченная мощность, (Вт·ч).

Точка достижения равновесной концентрации сухих веществ и соответствующее время рассчитывалось путем совместного решения двух уравнений. Первое уравнение описывает окончание диспергирования и процесс экстрагирования. Второе уравнение — равновесный участок на кривой экстрагирования (рис. 1). Для витамина «С»

время достижения максимальной концентрации рассчитывалось как экстремум. Зависимость выхода витамина «С» от времени показана на рис. 2.

Полная затраченная мощность ( $N$ ) рассчитывалась как подынтегральная площадь до момента достижения расчетного времени (2)

$$N = \int_{i=0}^n \frac{dN_i}{d\tau}, \quad (2)$$

$N_i$ , рассчитывалось как разность между мощностью холодного хода и измеренной мощностью во время эксперимента (3). Зависимость мощности от времени представлена на рис. 3.

$$N_i = N_{\text{изм}} - N_{\text{х.х.}}, \quad (3)$$

Из графика, показанного на рис. 3, видно, что процесс размораживания заканчивается в течении первой минуты, после чего начинается процесс диспергирования и экстрагирования. Также видно, что время достижения равновесного содержания, как по сухим веществам, так и по витамину «С» наступает при практически одинаковых значениях потребляемой мощности. Это свидетельствует о завершении процессов размораживания и диспергирования в перерабатываемой системе. Дальнейший незначительный спад потребляемой мощности свидетельствует о выравнивании дисперсного состава системы.

Как следует из данных, представленных на рис. 1–3, достижению равновесной концентрации предшествует участок насыщения растворителя извлекаемыми компонентами. В этот период происходит размораживание сырья, его дополнительное диспергирование и собственно процесс экстрагирования. Установлено, что созданное перфорированной тарелкой поле низкочастотных механических колебаний позволяет осуществлять эти процессы в одном аппарате достаточно интенсивно [2, 9, 11].

В табл. 1, представлены экспериментальные данные и результаты их обработки. Графики, представленные на рис. 1–4 соответствуют данным строки 6 табл. 1, при  $A = 7$  мм,  $n = 10$  Гц,  $j = 0,3$  и  $d_0 = 2,5$  мм.

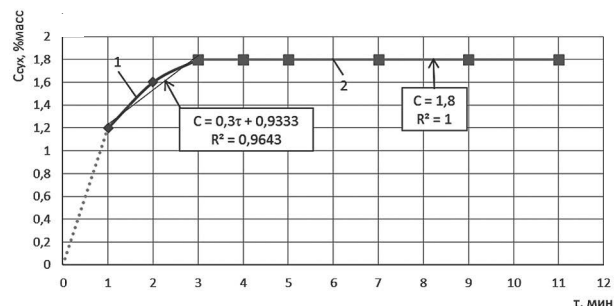


Рис. 1. Зависимость извлечения сухих веществ от времени: 1 — участок кривой, характеризующий зависимость от начала процесса до момента достижения равновесной концентрации; 2 — участок кривой, характеризующий равновесное содержание сухих растворимых веществ

Fig. 1. Dry matter extraction / time dependence.

- 1 — The dependence from the beginning of the process to the moment when the equilibrium concentration is achieved.
- 2 — Equilibrium content of dry soluble matter

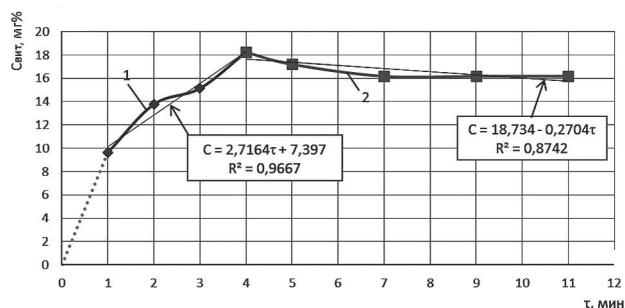


Рис. 2. Зависимость выхода витамина «С» от времени:  
1 — участок кривой, характеризующий зависимость от начала процесса до момента достижения наивысшей концентрации;  
2 — участок кривой, характеризующий снижение концентрации

Fig. 2. Vitamin C extraction / time dependence.

1 — The dependence from the beginning of the process to the moment when the maximum concentration is achieved;  
2 — Lowering concentration

Табл. 1 составлена в соответствии с ходом выполнения экспериментов, но в нее не включены результаты повторных и предварительных экспериментов. Средняя эффективность ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ) рассчитывалась по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{вит}} + \mathcal{E}_{\text{сух}}}{2}, \quad (4)$$

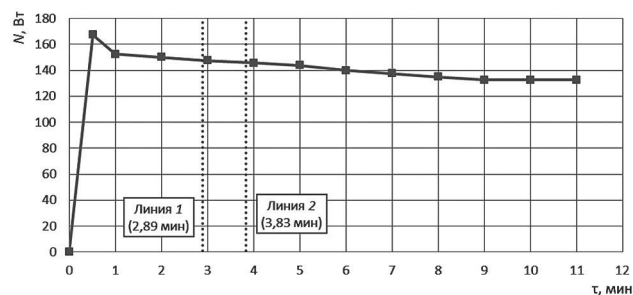


Рис. 3. Зависимость энергозатрат от времени;  
линия 1 соответствует расчетному времени для достижения максимальной концентрации по сухим веществам;  
линия 2 соответствует расчетному времени достижения максимальной концентрации по витамину «С»

Fig 3. Power consumption / time dependence. Line 1 — estimated time of dry matters maximum concertation; line 2 — estimated time of vitamin C maximum concertation

В строках с 1 по 3 представлены результаты подбора диаметра отверстий, при остальных фиксированных параметрах. Самая большая эффективность и наибольший выход витамина «С» в 1-й строке с диаметром отверстий 2,5 мм. Для дальнейших экспериментов принят диаметр отверстий равный 2,5 мм.

Анализ данных в строках 4–7 таблицы показывает, что наиболее эффективный выход витамина «С» при ча-

Таблица 1

### Результаты эксперимента

Table 1

#### Experimental results

№	$d_{\text{о}}$ , мм	$n$ , Гц	$j$	$A$ , мм	$C_{\text{сух}}$ , %масс	$C_{\text{вит}}$ , мг%	$\tau$ , мин	$N$ , Вт·ч	$\mathcal{E}_{\text{вит}}$	$\mathcal{E}_{\text{сух}}$	$\mathcal{E}_{\text{ср}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,5	11,67	0,3	7	2,1	17,22	2,75	12,90	1,34	0,16	0,75
2	3	11,67	0,3	7	2	15,82	2,75	12,16	1,30	0,16	0,73
3	3,5	11,67	0,3	7	2,1	15,75	3,85	15,60	1,01	0,13	0,57
4	2,5	12,50	0,3	7	2	17,2	2	11,68	1,47	0,17	0,82
5	2,5	10,83	0,3	7	1,9	17,03	сух 3 вит 3,7	сух 9,9 вит 13,15	1,29	0,19	0,74
6	2,5	10,00	0,3	7	1,9	18,23	сух 2,89 вит 3,83	сух 9,37 вит 10,88	1,68	0,20	0,94
7	2,5	9,17	0,3	7	1,8	16,2	2,93	8,13	1,99	0,21	1,10
8	2,5	10,00	0,25	7	1,8	16,4	4,1	12,41	1,32	0,15	0,73
9	2,5	10,00	0,22	7	1,7	16,2	3,94	12,95	1,25	0,13	0,69
10	2,5	10,00	0,2	7	1,6	16,3	сух 3 вит 4,1	сух 9,31 вит 12,48	1,31	0,18	0,74
11	2,5	10,00	0,3	4	1,9	16,4	сух 5,59 вит 3,9	сух 13,16 вит 8,78	1,87	0,14	1,01
12	2,5	10,00	0,3	5	1,9	15,2	4,2	11,63	1,31	0,16	0,74
13	2,5	10,00	0,3	6	1,7	16,72	сух 3,75 вит 4,6	сух 11,16 вит 14,13	1,18	0,15	0,67
14	2,5	10,00	0,3	8	1,6	13,072	2,84	9,51	1,38	0,17	0,77
15	3	10,00	0,3	7	1,65	14,88	2,69	8,38	1,78	0,20	0,99
16	3,5	10,00	0,3	7	1,8	15,79	сух 2,83 вит 3,79	сух 10,4 вит 12,87	1,23	0,17	0,70

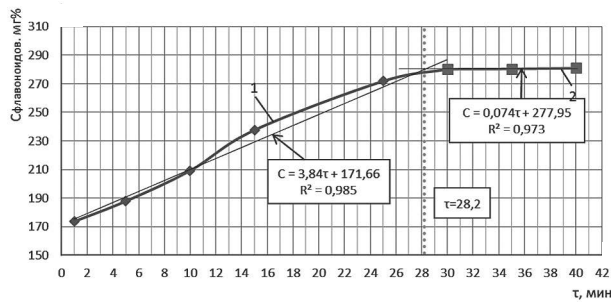


Рис. 4. Зависимость извлечения флавоноидов от времени: 1 — участок кривой, характеризующий зависимость от начала процесса экстрагирования до момента достижения равновесной концентрации; 2 — участок кривой, характеризующий равновесное содержание сухих растворимых веществ

Fig. 4. Flavonoid extraction / time dependence.

- 1 — The dependence from the beginning of the process to the moment when the equilibrium concentration is achieved;
- 2 — Equilibrium content of dry soluble matter

стоте 9,17 Гц. Однако наибольший выход витамина «С» при частоте 10 Гц. При  $n = 9,17$  Гц выход сухих веществ ниже, чем при  $n = 10$  Гц.

Данные в строках 6,8–10 табл. 1 позволяют оценить влияние гидромодуля, однако эти данные зависят от массы суспензии в аппарате — при различном гидромодуле она разная. Для сравнения произведен расчет в абсолютные единицы (табл. 2).

Таблица 2

**Количество извлеченной массы витамина «С» и сухих растворимых веществ**

Table 2

**Vitamin C and dry soluble matter extraction**

$j = 0,2$	$M_{\text{сух}} = 20$ мг	$M_{\text{вит}} = 154,8$ мг
$j = 0,22$	$M_{\text{сух}} = 19$ мг	$M_{\text{вит}} = 153,25$ мг
$j = 0,25$	$M_{\text{сух}} = 18$ мг	$M_{\text{вит}} = 165,1$ мг
$j = 0,3$	$M_{\text{сух}} = 19$ мг	$M_{\text{вит}} = 182,3$ мг

Как видно после пересчета и с учетом энергозатрат, получен рациональный гидромодуль  $j = 0,3$ . Принимаем во внимание, что рациональный гидромодуль лежит на границе экспериментальных данных. Это объясняется тем, что по результатам предварительного эксперимента при больших гидромодулях наблюдалось сильное разбрызгивание суспензии и недостаточное диспергирование плодов.

Из данных, представленных в строках 6, 11–14 табл. 1, очевидно влияние амплитуды на процесс переработки. Результаты исследований в строке 6 выше по выходу витамина «С», следовательно выше эффективность процесса. Все это соответствует амплитуде 7 мм.

Строки 6, 15, 16 дают дополнительную информацию о влиянии  $d_0$  при  $n = 10$  Гц. Очевидно, что с увеличением  $d_0$  понижается как эффективность извлечения целевых компонентов, так и количество извлеченных БАВ.

Результаты исследования, представленные в настоящей статье, показывают, что наиболее рациональными параметрами переработки замороженных плодов жимолости являются:  $d_0 = 2,5$  мм;  $j = 0,3$ ;  $A = 7$  мм;  $n = 10$  Гц.

Различия в количестве извлеченных сухих веществ в разных экспериментах, принимаем по причине короткого времени проведения эксперимента (10 мин), а т. к. гидродинамические параметры отличаются в каждом эксперименте, то скорость и степень диспергирования плодов является разной.

Так же был проведен количественный анализ экстрактов на содержание флавоноидов. Зависимость извлечения флавоноидов от времени показана на рис. 4.

Эффективность извлечения флавоноидов по формуле (1) изменялась от 6,5 до 7,3. При максимальном извлечении до значения 295 мг% эффективность составила 6,95. Как следует из данных представленных на рис. 4, зависимость по своему характеру аналогична процессу, показанному на рис. 1 и 2. График можно разделить на два периода, аналогично процессу извлечения сухих растворимых веществ, но экстрагирование флавоноидов из плодов жимолости идет значительно дольше.

Равновесная концентрация наступает на 25–30 мин во всех экспериментах и для флавоноидов в воде для данной партии жимолости составляет 275..295 мг% при  $j = 0,3$ .

**Выводы**

Выполненные исследования и их анализ позволяют сделать следующие выводы:

— Переработка замороженных при  $-18$  °С плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой периодического действия целесообразна. Экспериментально доказано совмещение в одной единице оборудования операции размораживания, диспергирования и экстрагирования. Это существенно интенсифицирует процесс переработки замороженных при  $-18$  °С плодов жимолости.

— Установлены рациональные параметры процесса переработки, замороженных при  $-18$  °С плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой:  $A = 7$  мм,  $n = 10$  Гц,  $j = 0,3$  и  $d_0 = 2,5$  мм. Отмечено, что для получения экстрактов с высоким содержанием витамина «С», целесообразно контролировать этот параметр, поскольку максимальное содержание сухих водорастворимых веществ в экстрактах может быть достигнуто за большее время воздействия поля низкочастотных механических колебаний, создаваемых вибрационной тарелкой.

Время наступления равновесной концентрации в воде флавоноидов при переработке замороженных при  $-18$  °С плодов жимолости составляет 25–30 мин, тогда как сухие вещества и витамин «С» извлекаются за 2..4,2 мин.

Полученные данные позволяют обоснованно подходить к выбору параметров процесса переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой, в зависимости от поставленных целей: получить максимальный выход сухих веществ, максимально извлечь витамин «С», получить экстракт с высоким содержанием флавоноидов. Представленные исследования дают возможность получения положительных результатов при внедрении новых разработок в отечественную пищевую промышленность для производства качественно **новых пищевых** продуктов.

## Литература

1. Плеханова М. Н. Актиния, лимонник, жимолость. — Л.: Агропромиздат, 1990. с. 87.
2. Сорокопуд А. Ф., Иванов П. П. Плодово-ягодные экстракты Западной Сибири: теоретические и практические аспекты: монография. — Кемерово: КемТИПП, 2014. с. 136.
3. Хохрякова Л. А. Сорты жимолости для промышленного возделывания // Научно-экономические проблемы регионального садоводства: Материалы научно-практической конференции, 4–6 марта 2002 г. — Барнаул: Изд-во Алтайск. ун-та, 2003. с. 54–57.
4. Жолобова З. П., Прищепина Г. А. Жимолость: История, состояние и перспективы культуры в Сибири. — Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. с. 108.
5. Ершова И. В. Биохимический состав плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях. — Мичуринск: Наукоград, 2009. с. 172–174.
6. Золотарева А. Н. Плодово-ягодное сырье сибирского сада и его пищевая ценность. — М.: Высшая школа, 2004. с. 204 с.
7. Боярских И. Г. Пути увеличения продуктивности жимолости синей // Научно-экономические проблемы регионального садоводства: Материалы научно-практической конференции, 4–6 марта 2002 г. — Барнаул: Изд-во Алтайск. ун-та, 2003. с. 57–63.
8. Сорокопуд А. Ф., Помозова В. А., Мустафина А. С. Интенсификация экстрагирования плодово-ягодного сырья с использованием низкочастотного воздействия. // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2000. № 5. с. 35–39.
9. Сорокопуд А. Ф. Модернизация линии производства плодово-ягодных экстрактов / А. Ф. Сорокопуд, В. В. Сорокопуд, И. Б. Плотников, Л. В. Плотникова // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1 (32). с. 110–114.
10. Олевский В. М., Костаян А. Е., Городецкий И. Я. Основные направления совершенствования экстракторов с вибронасадкой. // Журнал прикладной химии, 1986. № 9. с. 2068–2073.
11. Патент РФ 2341979 МПК А231.1/212. Способ получения экстрактов / А. Ф. Сорокопуд, М. В. Суменков: заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский Технологический институт пищевой промышленности — № 2007116408/13, заявл. 02.05.2007, опубл. 27.12.2008, БЮС №36.
12. Короткий И. А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования: монография. — Кемерово: КемТИПП, 2007. с. 143.
13. Савенко А. В. и др. Получение экстрактов крапивы двудомной и березы повислой в вибрационном аппарате. // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 3. с. 101–108.
14. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ. — М.: Химия, 1970. с. 263.
15. Марх А. Т., Зыкина Т. Ф., Голубев В. Н. Технохимический контроль консервного производства. — М.: Агропромиздат, 1989. с. 154.

## References

1. Plekhanova M. N. Sea anemone, Magnolia, honeysuckle. Leningrad: Agropromizdat, 1990. p. 87. (in Russian)
2. Sorokopud A. F., Ivanov P. P. Fruit extracts in Western Siberia: theoretical and practical aspects: monograph. Kemerovo, 2014. p. 136. (in Russian)
3. Hokhryakova L. A. Honeysuckle grades for the production cultivation //Scientific and economic problems of regional gardening: Materials of a scientific and practical conference, on March 4–6, 2002 — Barnaul: Altaysk publishing house. un-that, 2003. P. 54–57. (in Russian)
4. Zholobova Z. P., Prishchepina G. A. Honeysuckle: History, status and prospects of culture in Siberia. Barnaul: Publishing house of Altai state agrarian University. 2003, p. 108. (in Russian)
5. Ershova I. V. Biochemical composition of honeysuckle fruits in terms of Le-costanoa zone of the Altai territory. The State and prospects of development of culture of honeysuckle in the modern world. Michurinsk, Naukograd, 2009. p. 172–174. (in Russian)
6. Zolotarev A. N. Fruit and berry raw materials of the Siberian garden and its nutritional value. Moscow, Higher school, 2004. p. 204. (in Russian)
7. Boyarskyh I. G. Ways of increasing the productivity of blue honeysuckle. //Scientific and economic problems of regional gardening: Materials of a scientific and practical conference, on March 4–6, 2002, Barnaul: Altaysk publishing house un-that, 2003 p. 57–63. (in Russian)
8. Sorokopud A. F., Pomozova V. A., Mustafina C. A. Intensification of extraction of fruit and berry raw materials using low-frequency effects. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2000. No. 5. p. 35–39. (in Russian)
9. Sorokopud A. F. Modernization of the production line of fruit and berry extracts / A. F. Sorokopud, V. V. Sorokopud, I. B. Plotnikov, L. V. Plotnikova. *Equipment and technology of food production*. 2014. No 1 (32). p. 110–114. (in Russian)
10. Olevsky V. M., Kostayan A. E., Gorodetsky I. Ya. The main directions of perfecting of extractors with a vibronozzle. *Journal of applied chemistry*. 1986. No. 9. P. 2068–2073. (in Russian)
11. RF patent 2341979 IPC A231.1/212. A method of obtaining extracts/ A. F. Sorokopud, M. V. Semenkov: applicant and patentee of the GOU VPO Kemerovo Technological Institute of food industry, No. 2007116408/13, Appl. 02.05.2007, publ. 27.12.2008, LCO No. 36. (in Russian)
12. Korotkii I. A. Siberian berry. Physico-chemical and chemical bases of technologies of the low-temperature conservation: monograph. Kemerovo: KemTIPP, 2007. P. 143. (in Russian)
13. Savenko A. V. et al. Obtaining extracts of nettle and birch on the banks of the Vistula in a vibrating apparatus. Equipment and technology of food trades. 2015. No 3. p. 101–108. (in Russian)
14. Kreshkov A. P. Fundamentals of analytical chemistry. The theoretical foundations. Qualitative analysis. Moscow: Chemistry, 1970. p. 263. (in Russian)
15. Markh, A. T., Zykina T. F., Golubev V. N. Techno-chemical control of canning production. Moscow: Agropromizdat, 1989. p. 154. (in Russian)

## Сведения об авторах

**Сорокопуд Александр Филиппович**

д. т. н. профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университет), 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, alexandr.sorocopud@gmail.com

**Игушов Николай Викторович**

аспирант кафедры машин и аппаратов пищевых производств Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университет), 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, mr.nikolaika@yandex.ru

## Information about authors

**Sorokopud Aleksandr Filippovich**

D. Sc., professor of department of cars and devices of food productions of Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 47 Stroiteley Boulevard, 650056 Kemerovo, Russia, alexandr.sorocopud@gmail.com

**Igushov Nikolay Viktorovich**

graduate student of department of cars and devices of food productions of Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 47 Stroiteley Boulevard, 650056 Kemerovo, Russia, mr.nikolaika@yandex.ru

**Требования к рукописям, представляемым в журнал «Вестник МАХ»**

- В начале статьи, слева – УДК;
- После названия статьи – авторы с указанием места работы и контактной информации (e-mail);
- Одновременно со статьей представляется аннотация и ключевые слова на русском и английском языках.
- Аннотация должна содержать от 200 до 250 слов (приблизительно 1500 печатных знаков). Аннотация должна быть полноценной и информативной, не содержать общих слов, отражать содержание статьи и результаты исследований, строго следовать структуре статьи.
- Статья должна быть структурирована:

**Во введении** необходимо представить содержательную постановку рассматриваемого вопроса, провести краткий анализ известных из научной литературы решений (со ссылками на источники), дать критику их недостатков, показать научную новизну и преимущество (особенности) предлагаемого подхода.

**В основном тексте** статьи должна быть представлена строгая постановка решаемой задачи, изложены и обстоятельно разъяснены (доказаны) полученные утверждения и выводы, приведены результаты экспериментальных исследований или математического моделирования, иллюстрирующие сделанные утверждения. Основной текст статьи должен быть разбит на содержательные разделы.

**В заключении (Выводы)** необходимо кратко сформулировать основные результаты, прокомментировать их и, если возможно, указать направления дальнейших исследований и области применения.

- статьи представляются набранными на компьютере в текстовом редакторе Word 97-2007 на одной стороне листа через 1,5 интервала, размер шрифта 14.
- объем статьи 15–20 страниц (формат А4, вертикальный, 210x297 мм), включая аннотацию, рисунки, литературу; поля: левое – 2 см, правое – 2 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2 см;
- иллюстрации представляются на магнитном носителе в следующем формате: растровые - TIFF-SMYK-300 dpi, TIFF-VM-800 dpi, векторные - EPS-SMYK4
- формулы и отдельные символы набираются с использованием редактора формул MathType (Microsoft Equation), **не вставлять формулы из пакетов MathCad и MathLab.**
- Список литературных источников должен быть оформлен по ГОСТу и содержать ссылки только на опубликованные работы. Самоцитирование не более 25%, список литературы должен содержать источники не старше 5 лет и включать в себя зарубежные публикации по данной тематике. Номера ссылок в тексте должны идти строго по порядку их цитирования и заключаться в квадратные скобки. Количество пристатейных ссылок не менее 15-20.

*Статьи, оформленные с нарушением правил, редакцией не принимаются и возвращаются авторам без рассмотрения по существу. Автор гарантирует отсутствие плагиата и иных форм неправомерного заимствования результатов других произведений.*

**Данные об аффилировании авторов (author affiliation).**

На отдельной странице предоставляются сведения об авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звания (звания в негосударственных академиях наук и почетные звания не указывать), должности основного места работы (учебы); наименование и почтовые адреса учреждений, в которых работают авторы, e-mail.

Статьи принимаются на магнитном носителе и в печатном экземпляре или высылаются на электронный адрес редакции [vestnikmax@rambler.ru](mailto:vestnikmax@rambler.ru)

**Плата за публикации не взимается**

**Дополнительная информация для авторов на сайте <http://vestnikmax.com>**