

УДК 664.859

И. Э. Бражная, А. С. Чернявская, С. Н. Судак, А. Е. Быкова

## **Разработка технологии соуса из регионального сырья с добавлением пектина**

Разработана технология производства соуса из ягод брусники и яблочного пектина. Рассмотрены характеристики основного сырья. Представлены результаты маркетинговых исследований ассортимента соусов, реализуемого в крупных торговых сетях г. Мурманска, технологическая схема и рецептура брусничного соуса с добавлением яблочного пектина. Изучены свойства пектина и его влияние на консистенцию и органолептические показатели соуса, а также установлено влияние лимонной кислоты на цветовую палитру готовой продукции. Для поиска близкого к оптимальному композиционного состава соуса использовали способ планирования эксперимента с обработкой результатов методом нелинейной регрессии с помощью компьютерной программы Datafit 9.0. Представлены результаты определения количества аскорбиновой кислоты и динамика содержания витамина С в процессе хранения в охлажденном и замороженном шоковым способом готовом соусе по методу прямой йодометрии. Установлено, что в замороженном продукте витамин С сохраняется лучше, чем в охлажденном, употребление порции свежего соуса в количестве 30 г покрывает 11 % от суточной физиологической нормы потребления витамина С. Определено количество пектиновых веществ с помощью гравиметрического метода в готовом соусе и сырье. Количество пектиновых веществ в ягодах брусники составило 0,31 %, в готовом соусе – 4,94 %. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с нормативными документами. Изучено влияние ультрафиолетового облучения на микробиологические показатели готового продукта в процессе хранения. Представлены результаты микробиологических исследований соуса до и после ультрафиолетового облучения. Рассчитаны бактерицидная эффективность и объемная бактерицидная доза (экспозиция). Произведен расчет времени облучения, достаточного для гибели патогенной микрофлоры. Для достижения требуемой бактерицидной эффективности время экспозиции составляет 3 секунды. Проведено исследование влияния ультрафиолетового бактерицидного облучения на исследуемую продукцию в соответствии с расчетными данными, выполнен сравнительный анализ полученных результатов. Установлены ориентировочные сроки годности соуса брусничного.

**Ключевые слова:** брусника, сладкие соусы, пектин, ультрафиолетовое облучение, бактерицидная эффективность.

### **Введение**

Суровый климат, недостаток солнечного света и витаминов могут серьезно повлиять на организм, а порой и привести к тяжелым, зачастую неизлечимым заболеваниям. Болезни органов пищеварения являются самыми распространенными на Севере после заболеваний системы кровообращения и онкологических [1; 2]. Пищеварительные процессы в экстремальных условиях протекают медленнее, поэтому в основной рацион северянина должны входить продукты, полученные из местного регионального сырья, такого как: рыба (главный белковый ресурс), оленина, содержащая необходимые аминокислоты, жирорастворимые витамины и антиоксиданты, и ягоды – источники витаминов [3; 4].

Соус – компонент блюда, имеющий различную консистенцию, используемый в процессе приготовления блюда (в качестве связующего компонента) или подаваемый к нему для улучшения органолептических показателей (вкуса, аромата и цвета) [5]. Из-за содержания в данном продукте экстрактивных, ароматических и вкусовых веществ, которые способны стимулировать секрецию пищеварительных желез, соусы возбуждают аппетит и способствуют лучшему усвоению блюда [6].

Использование местного растительного сырья позволяет обогатить блюда биологически активными веществами, витаминами, минералами, пищевыми волокнами и расширить ассортимент отечественной продукции. В Мурманской области, которая располагает значительными лесными пищевыми ресурсами, организация сбора и переработки ягод признана востребованным направлением развития сельскохозяйственной ветви экономики<sup>1</sup>. Многолетние наблюдения по динамике урожайности ягодных кустарников на территории Мурманской области, проводимые в основном на территориях биосферных природных заповедников, показали, что дает хорошие урожаи и может использоваться для заготовки в промышленном масштабе такая ягода, как брусника обыкновенная<sup>2</sup>. Брусника занимает особое место среди плодовых и ягодных

---

<sup>1</sup> Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года (с изменениями на 10.07.2017) : постановление Правительства Мурманской области от 25 декабря 2013 г. № 768-ПП/20. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".

<sup>2</sup> Об утверждении Лесного плана Мурманской области : постановление Правительства Мурманской области от 31 октября 2011 г. 121-ПГ. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".

культур благодаря тому, что в ней содержатся ценные аминокислоты, множество витаминов, макро- и микроэлементы, фенольные соединения, пектиновые и дубильные вещества [7; 8].

Пектин – очищенный углеводород, полученный кислотной экстракцией из цитрусовых (лайм, лимон, апельсин, грейпфрут), яблочных выжимок, жома сахарной свеклы или из корзинок подсолнечника [9]. Пектиновые вещества повышают кислотность в кишечнике, создают благоприятные условия для размножения полезной микрофлоры, обеспечивают гипохолестеринемический эффект, связывая желчные кислоты [10; 11]. Пектиновые вещества широко используются в пищевой промышленности в качестве структурообразователей (гелеобразователей), загустителей, а также при производстве диетических и профилактических продуктов питания пониженной калорийности [12; 13].

В настоящее время в общественном питании большое значение занимают соусы; правильно подобранный соус способен улучшить вкус, аромат и внешний вид блюда. Однако ассортимент соусов в России все еще уступает ассортименту в западных странах. Поэтому разработка технологии соуса из ягод брусники является актуальной и своевременной задачей.

Цель исследования – разработать технологию брусничного соуса с добавлением пектина.

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи: разработать технологическую схему и рецептуры брусничного соуса на основе яблочного пектина; рассчитать количество пектиновых веществ в сырье и готовом соусе; изучить изменение содержания аскорбиновой кислоты в готовом соусе в процессе хранения; установить сроки годности соусов, подверженных ультрафиолетовому излучению.

## Материалы и методы

Маркетинговые исследования проводились методом анкетирования.

Исследованию подвергался брусничный пряный соус, приготовленный в соответствии с технологической схемой. Вносимое сырье и другие регулирующие консистенцию добавки и компоненты соусов соответствовали требованиям существующей нормативной документации.

Для производства кулинарной продукции использовалось сырье, вспомогательные материалы и компоненты, отвечающие требованиям нормативной документации, по показателям безопасности – ТР ТС 021/2011<sup>3</sup>. В качестве загустителя для соуса был выбран яблочный пектин марки Fit Parad, соответствующий ГОСТ 29186-91 "Пектин. Технические условия"<sup>4</sup> и ТР ТС 021/2011.

Для определения качества соуса использован метод органолептической оценки.

Для достижения оптимального показателя консистенции проведен ряд экспериментов для изучения влияния количества добавляемого пектина на вязкость соуса. Показатель кинематической вязкости получен экспериментальным методом с помощью вискозиметра.

Кинематическая вязкость жидкости  $V$ , Па, определяется по формуле

$$V = (g \cdot T \cdot K) / 9,807, \quad (1)$$

где  $K$  – постоянная вискозиметра (2,976);  $T$  – время истечения жидкости, с;  $V$  – кинематическая вязкость жидкости, Па;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $d$  – диаметр капилляра, 2,62 мм.

Отбор проб готового продукта и подготовка проб к анализу осуществлялся по стандартной методике.

Определение органолептических показателей качества продукта осуществлялось с помощью профильного анализа (описательного аналитического метода) [14]. Поиск оптимальных условий протекания исследуемых процессов проводили путем построения соответствующих математических моделей с последующим их анализом. Коэффициенты уравнения определяли путем постановки новой серии экспериментов, центром которых являлся предыдущий опыт с наилучшим значением критерия оптимизации. Минимизацию числа опытов на данном этапе обеспечивали посредством ротатбельного центрального композиционного планирования эксперимента. Оценка адекватности полученных математических зависимостей осуществляли с помощью критерия Фишера ( $F$ -критерия).

Найденные расчетным путем оптимальные условия протекания процессов проверяли на практике путем постановки экспериментов в точке оптимума с последующим сравнением экспериментальных и расчетных значений критерия оптимизации. Статистическая обработка результатов проводилась методом нелинейной регрессии. Коэффициенты нелинейной регрессии для экспериментальных кривых рассчитаны с помощью регрессионного анализа компьютерной программы Datafit 9.0 [15].

Количество пектиновых веществ в соусе и ягодах определялось посредством гравиметрического метода [11]. Метод основан на переводе протопектина в растворенное состояние (разрушение комплекса пектина с белком), омылении растворимых пектинов, осаждении полигалактуроновой кислоты кальцием

<sup>3</sup> О безопасности пищевой продукции : технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880.

<sup>4</sup> ГОСТ 29186-91. Пектин. Технические условия. М., 2004. 15 с.

и гравиметрическом определении осадка. Навеску продукта (25 г, взвешенную с точностью до 0,01 г) растирают с промытым песком до однородной массы, переносят в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> с помощью 100 см<sup>2</sup> дистиллированной воды, нагретой до 45 °С. При совместном определении растворимых и нерастворимых пектинов смесь нагревают в колбе с обратным холодильником с 50 мл 0,3М раствора соляной кислоты в течение 20–30 мин на кипящей водяной бане. Смесь заливают 50–70 мл 10 % цитрата аммония и нагревают еще 15–30 мин. Затем смесь охлаждают и переносят в мерную колбу на 500 мл, доводят до метки и фильтруют через сухой складчатый фильтр. К 25 мл фильтрата добавляют 100 мл 0,1М раствора NaOH, оставляют на 20–30 мин для омыления растворимого пектина. В итоге весь пектин переходит в натриевую соль полигалактуроновой кислоты. После этого к раствору добавляют 50 мл 1М уксусной кислоты. Через 5 мин к полигалактуроновой кислоте добавляют 50 см<sup>3</sup> 2М раствора хлорида кальция, в результате чего образуется осадок пектата кальция. Осадок отстаивают 0,5–1 ч, фильтруют и промывают на предварительно взвешенном фильтре горячей водой до исчезновения ионов хлора в промывных водах. Осадок высушивают на фильтре при 100 °С и взвешивают. От полученного результата отнимают 8 % (поправка на кальций), т. е. умножают на 0,92<sup>5</sup>.

Для определения аскорбиновой кислоты в соусе был использован метод прямой йодометрии. Метод основан на реакции аскорбиновой кислоты с йодом, при этом 1 моль аскорбиновой кислоты реагирует с 1 моль йода. Навеску массой 50–100 г растирают в фарфоровой ступке. Ягоды количественно переносят в мерную колбу на 250 мл, доводят дистиллированной водой до 2/3 объема и настаивают при периодическом перемешивании в течение 15 мин. Содержимое колбы доводят до метки и фильтруют через сухой складчатый фильтр; 100 мл фильтрата помещают в коническую колбу на 500 мл и разводят водой до бледного, практически бесцветного состояния (особенно это касается темноокрашенных ягод). В колбу добавляют приблизительно 1–2 мл раствора крахмала и титруют 0,01 н раствором йода до появления явного усиления синего окрашивания.

Готовые образцы подвергались ультрафиолетовому облучению и отправлялись на микробиологические испытания. Микробиологические испытания проводились по стандартным методикам в научно-исследовательском центре кафедры технологии пищевых продуктов Мурманского государственного технического университета.

В процессе работы рассчитывалась бактерицидная эффективность.

Объемная бактерицидная доза (экспозиция)<sup>6</sup> – объемная плотность бактерицидной энергии излучения ( $H_v$ ) [16]:

$$H_v = W_e/V, \quad (2)$$

где  $W_e$  – энергия излучения;

$$H_v = (\Phi_{\text{вк}} \cdot t)/V, \quad (3)$$

где  $\Phi_{\text{вк}}$  – поток излучения;

$$X = aV \cdot 92/mV_1, \quad (4)$$

где  $a$  – масса пектата кальция на фильтре, г;  $V$  – объем мерной колбы, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса навески, г;  $V_1$  – объем фильтрата, взятого для анализа, см<sup>3</sup>.

## Результаты и обсуждение

На начальном этапе исследований было проведено маркетинговое исследование ассортимента соусов в крупных торговых сетях Мурманской области и сетях федерального значения, таких как "Евророс", "Окей", "Магнит". Из полученных данных видно, что в исследуемой товарной группе лидирующее место занимают горчицы и майонезы, затем следуют томатные соусы. На их долю приходится 27,7 и 18,5 % соответственно от всех представленных на рынке, далее с небольшим отрывом следуют соевые соусы (15 %), заправки и маринады (15 %). Доля острых соусов составляет 12,3 %, кисло-сладких – 7,7 %. На долю сладких соусов приходится всего 3,8 %. Исследования ассортимента соусов из ягодного сырья, реализуемого на территории Мурманской области, показали, что на долю соусов из лесных ягод приходится 32,4 % от всего ассортимента соусов. При этом доля соусов из вишневого сырья составляет – 20,6 %, из клюквы – 14 %, брусники – 13 %, черники – 10,4 % и черной смородины – 9,6 %. Консерванты широко используются для изготовления соусов, они эффективны для увеличения сроков годности, но не всегда безопасны для здоровья организма. Результаты маркетинговых исследований представлены на рис. 1.

<sup>5</sup> Методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания. Порядок отбора проб и физико-химические методы испытаний. Методические указания Минздрава СССР от 23 октября 1991 г. МУ1-40/3805. Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".

<sup>6</sup> Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях. М., 2004. 24 с.

Исходя из анализа маркетинговых исследований, можно сделать вывод, что российский рынок соусов растет и активно развивается.



Рис. 1. Маркетинговые исследования  
Fig. 1. Marketing research

При разработке и оптимизации рецептуры соуса брусничного с добавлением пектина за основу были взяты традиционные рецептуры № 1088 "Соус черносмородиновый"; № 1090 "Соус клюквенный"; № 1092 "Соус из экстракта ягодного"<sup>7</sup>.

Разработанная рецептура представлена в таблице (табл. 1).

Таблица 1. Рецептура брусничного соуса  
Table 1. Cowberry sauce formulation

Наименование продуктов	Норма закладки на 1 пор.	
	Масса брутто (г)	Масса нетто (г)
Брусника	60	52
Лук репчатый	14	10
Масло подсолнечное	6	6
Вино красное	30	30
Гвоздика	0,002	0,002
Корица	0,002	0,002
Мускатный орех	0,002	0,002
Сахар	27	27
Пектин	3	3
Выход соуса	–	100

<sup>7</sup> Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий : нормат. документация для предприятий обществ. питания. М. : Дело и сервис, 2002. 1010 с.

В ходе исследований разработана технологическая схема производства соуса брусничного с добавлением пектина (рис. 2).

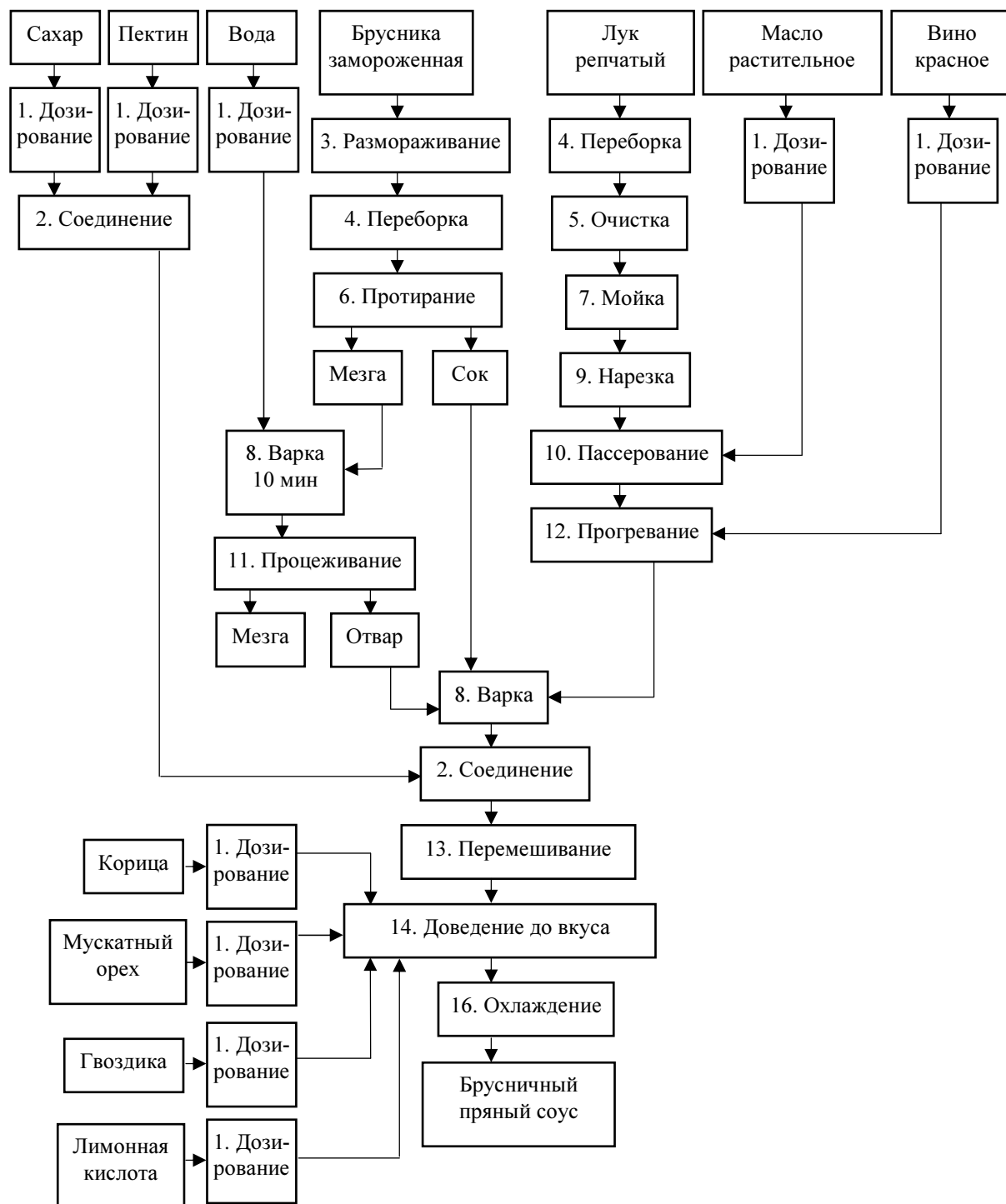


Рис. 2. Технологическая схема приготовления соуса брусничного с добавлением пектина

Fig. 2. Technological scheme of cowberry sauce preparation with the addition of pectin

Для изучения свойств пектина для соуса были разработаны две технологии, которые различались по способу внесения пектина в полуфабрикат. В первом случае пектин, предварительно смешанный с сахаром, вносился в доведенный до кипения полуфабрикат. Во втором случае пектин, смешанный с сахаром, перед внесением в полуфабрикат был предварительно разведен в небольшом количестве отвара, а затем смешан с оставшейся частью отвара. Наиболее подходящей была выбрана первая технология приготовления, так как при добавлении пектина в горячий отвар его вкус не ощущался и соус при загустении приобретал гомогенную консистенцию.

При избытке пектина в рецептуре соуса его консистенция становится желеобразной и появляется привкус пектина. Зависимость показателя кинематической вязкости, измеренной с помощью вискозиметра, от количества вносимого пектина представлена на рис. 3.

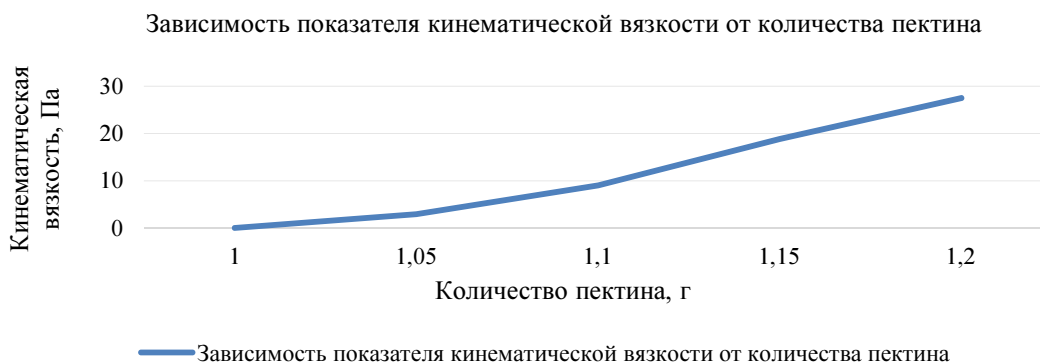





Рис. 3. Зависимость показателя кинематической вязкости от вносимого количества пектина  
Fig. 3. The dependence of the kinematic viscosity index on the introduced amount of pectin

Для создания модели соуса проведен ряд экспериментов, в которых прослеживалось изменение органолептических показателей в зависимости от добавления пектина и лимонной кислоты (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость органолептических показателей соуса брусничного от количества пектина и лимонной кислоты

Table 2. The dependence of organoleptic parameters of cowberry sauce on the amount of pectin and citric acid

Номер образца	Количество пектина, г	Количество лимонной кислоты, г	Органолептическая оценка, баллы	Органолептические показатели	Спектр по цвету
1	1,1	0	2,5	Соус мутный, красно-фиолетового цвета, кислый вкус, консистенция, свойственная соусу	
2	1,05	0,4	4	Соус прозрачный, красно-фиолетового цвета, сладко-пряный вкус, консистенция, растекающаяся по поверхности	
3	1,15	0,4	4,5	Соус прозрачный, красно-фиолетового цвета, сладко-пряный вкус, консистенция вязкая	
4	1,05	0,6	3,5	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, имеет кисловатый привкус, консистенция, растекающаяся по поверхности	
5	1,15	0,6	4	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, имеет кисловатый привкус, консистенция вязкая	
6	1	0,5	3	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, сладко-пряный вкус, консистенция жидкая	
7	1,2	0,5	3,5	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, сладко-пряный вкус, консистенция густая	

8	1,1	0,3	3	Соус мутный, красно-фиолетового цвета, сладко-пряный вкус, консистенция соответствует данному виду соуса	
9	1,1	0,7	3	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, имеет ярко выраженный кислый привкус, консистенция соответствует данному виду соуса	
10	1,1	0,5	5	Соус прозрачный, ярко-красного цвета, сладко-пряный вкус, консистенция соответствует данному виду соуса	

В рецептуру соуса наряду с пектином вводили лимонную кислоту, которая в большей степени влияет на вкус и цвет, чем на консистенцию готового продукта, поэтому для определения близкого к оптимальному композиционного состава соуса разработан план двухфакторного эксперимента.

Функцией отклика являлась обобщенная численная характеристика качества брусничного соуса  $Y$ , включающая значения кинематической вязкости  $Y_1$ , Па и величина органолептической оценки  $Y_2$ , баллы. Варьируемые факторы – количество пектина  $X_1$ , г, количество лимонной кислоты  $X_2$ , г.

Факторы, фиксируемые на постоянном уровне: масса полуфабриката – 38 г, масса сахара – 12 г. Исследования проводились на интервале варьирования:  $X_1$  – от 1 до 5, основной интервал варьирования – 1;  $X_2$  – от 0,08 до 28, основной интервал варьирования – 1.

Измерения величин кинематической вязкости и органолептической оценки проводили в трехкратной повторности. В результате измерений было рассчитано среднее значение показателей для каждого исследуемого образца.

Графическая интерпретация композиционного состава брусничного соуса представлена на рис. 4.

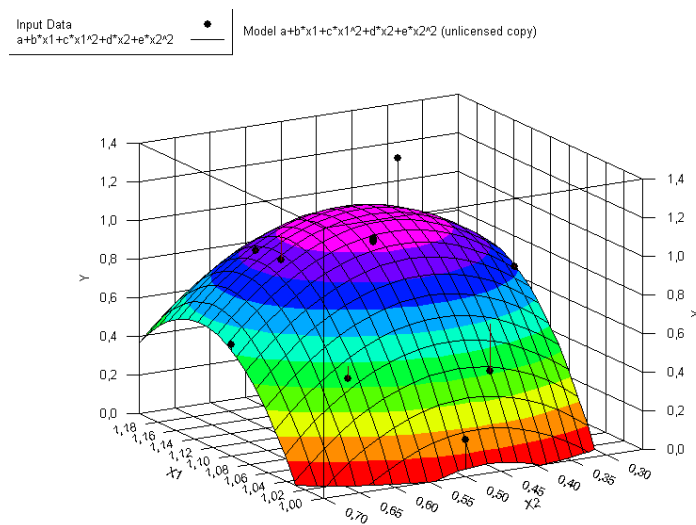


Рис. 4. Зависимость обобщенной численной характеристики качества соуса от варьируемых факторов  
Fig. 4. The dependence of the generalized quantitative quality of the sauce characteristics on variable factors

Реализация плана эксперимента и обработка полученных данных позволила получить следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние изменения композиционного состава соуса на обобщенную численную характеристику качества:

$$Y = -73,77 + 128,72x_1 - 56,75x_1^2 + 7,89x_2 - 8,43x_2^2. \quad (5)$$

Продифференцировав уравнение, получили следующие значения переменных:  $x_1 = 1,13$  г;  $x_2 = 0,47$  г. В процентном соотношении полученные результаты выглядят следующим образом: на 100 г полуфабриката соуса рекомендуется использовать 3 % пектина и 1,2 % лимонной кислоты. Решение дифференциального уравнения позволило уточнить рецептуру брусничного соуса, компонентный состав которого был разработан с учетом только органолептических показателей.

Расчет количества пектиновых веществ в соусе и ягодах с помощью гравиметрического метода осуществляли по формуле

$$X = aV \cdot 92 / mV_1, \quad (6)$$

где  $a$  – масса пектата кальция на фильтре, г;  $V$  – объем мерной колбы, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса навески, г;  $V_1$  – объем фильтрата, взятого для анализа, см<sup>3</sup>.

Количество пектиновых веществ в ягодах брусники составило 0,31 %, в готовом соусе – 4,94 %. Традиционно соус к блюду подается в порционном соуснике (30 г), такое количество соуса покрывает почти 30 % суточной потребности в пектине, исходя из этого данный продукт можно отнести к обогащенным пищевым продуктам согласно ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения"<sup>8</sup>.

Расчет аскорбиновой кислоты в соусе методом прямой йодометрии осуществляли по формуле

$$X = (V \cdot K \cdot V_1 \cdot 100) / (m \cdot V_2), \quad (7)$$

где  $V$  – объем 0,01 н раствора йода, пошедший на титрование;  $K$  – поправка к концентрации раствора йода;  $V_1$  – объем мерной колбы;  $V_2$  – объем вытяжки, взятой для титрования;  $m$  – масса навески.

В настоящее время особым спросом у потребителей пользуются замороженные и охлажденные полуфабрикаты высокой степени готовности. Часто в их состав входят и соусы, поэтому для изучения изменения содержания витамина С брусничный соус был охлажден до температуры  $4 \pm 2$  °С и заморожен шоковым способом до температуры минус 18 °С. Изменение содержание этого важного для организма человека витамина представлено на рис. 5.

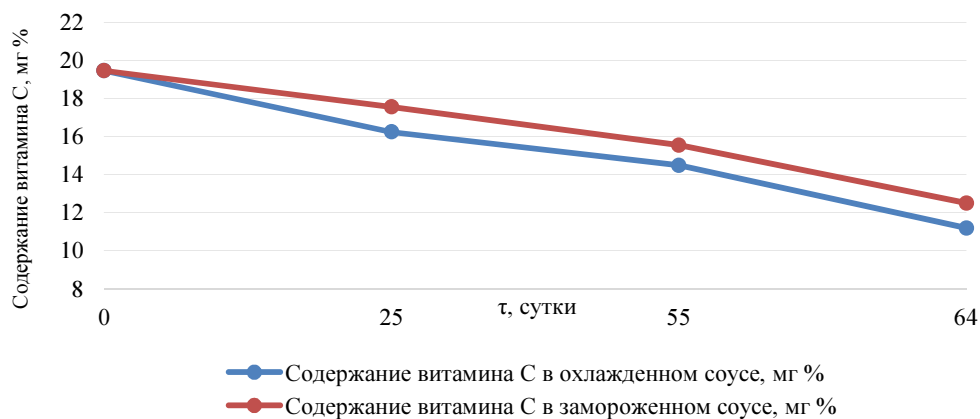


Рис. 5. Изменение содержания витамина С в процессе хранения соуса  
Fig. 5. The change in the content of vitamin C during the sauce storage

Аскорбиновая кислота является одним из наименее стойких витаминов. Однако она относительно устойчива к низким температурам. На графике видно, что в замороженном состоянии витамин С сохраняется лучше, чем в охлажденном. Употребление 100 г брусники покрывает 25 % суточной дозы витамина С, а употребление порции свежего соуса в 30 г покрывает 11 % от суточной дозы, в процессе хранения на 2-й месяц снижается до 7 %.

Облучение соуса, изготовленного в лаборатории с высокими уровнями риска, осуществляли с помощью УФ-лампы при постоянном перемешивании средней интенсивности в течение 30 с, 1 и 2 мин для расчета нормативного времени облучения. Применяли так называемое объемное облучение. Высота от облучателя до поверхности соуса составляла 20 см. Объем посуды, в которой осуществлялось облучение:  $V = 0,01$  м<sup>3</sup>.

Бактерицидную эффективность рассчитывали по формуле

$$J_{\text{бр}} = (N_{\text{п}}/N_{\text{н}}) \cdot 100 \%, \quad (8)$$

где  $N_{\text{п}}$  – отношение числа погибших микроорганизмов;  $N_{\text{н}}$  – начальное число микроорганизмов до облучения.

Бактерицидная эффективность, исходя из расчетов, составила 90 %, объемная бактерицидная доза (экспозиция) равна 38,25 Дж/м<sup>2</sup>.

Нормативные показатели объемной бактерицидной дозы при  $J = 99,9$  % и рассчитанное нормативное время облучения представлены в табл. 3.

<sup>8</sup> ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М., 2008. 17 с.



Таблица 3. Нормативная объемная бактерицидная доза и время облучения  
 Table 3. Normative volumetric bactericidal dose and time of irradiation

Вид микроорганизма	$Hv$ , Дж/м <sup>2</sup>	$t_{\text{норм}}$ , сек
Salmonella	886	2
Clostridium	1 283	3
Staphylococcus aureus	385	1
E. Coli	385	1

Таким образом, исходя из полученных расчетов и результатов микробиологических исследований, можно сделать вывод, что для достижения требуемой бактерицидной эффективности время экспозиции составляет 3 с. Эксперимент был продублирован с учетом расчетных данных. Графическое изображение результатов микробиологических исследований представлено на рис. 6.

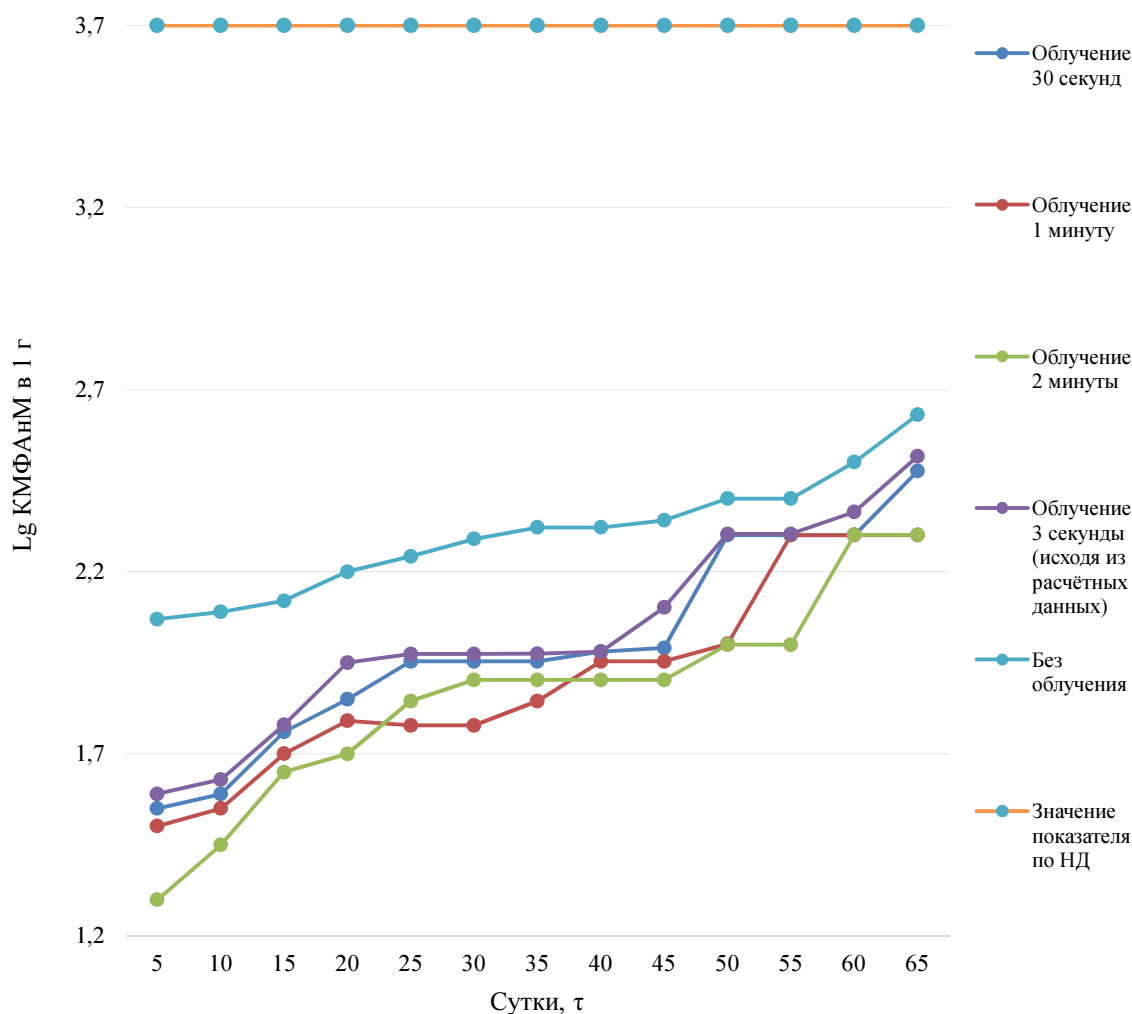


Рис. 6. Изменение микробиологических показателей соуса брусничного  
 Fig. 6. The change of microbiological indicators of cowberry sauce

При облучении образцов в течение 3 с наблюдается бактерицидный эффект, при увеличении экспозиции с 3 до 30 с не наблюдается значительных различий в бактерицидной эффективности опытных образцов, при увеличении экспозиции с 30 до 120 с значительного бактерицидного эффекта также не наблюдается. Для промышленного использования можно рекомендовать время экспозиции 3 с при объемном облучении. Установлено, что показатель КМФАНМ опытных облученных образцов увеличивается плавно при заданных условиях, и на 60-е сутки не достигает допустимого нормативного значения. При этом обработка соусов УФ-облучением позволяет снизить показатель КМФАНМ по сравнению с контрольным образцом в несколько раз.

В дополнение к микробиологическим исследованиям охлажденной готовой продукции экспертами-дегустаторами проводился анализ органолептических показателей качества продукции. Оценивались такие показатели, как внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция готового соуса брусничного. Результаты органолептического анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты органолептической оценки разработанного кулинарного изделия "Соус брусничный с добавлением пектина" в процессе хранения

Table 4. The results of the organoleptic evaluation of the developed culinary product "Cowberry sauce with the addition of pectin" during storage

Сутки	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Запах	Вкус	Комментарии
5	5	5	5	5	5	Без замечаний
10	5	5	5	5	5	Без замечаний
15	5	4	5	5	5	Появилось незначительное расслаивание соуса
20	4	4	5	5	4	Незначительное расслаивание, менее выраженный вкус
25	4	4	5	5	4	Незначительное расслаивание, менее выраженный вкус
30	4	3	5	4	4	Расслаивание соуса, менее выраженный вкус и аромат
35	3	3	5	4	4	Расслаивание соуса, менее выраженный вкус и аромат
40	3	3	5	4	4	Расслаивание соуса, менее выраженный вкус и аромат
45	3	3	5	3	3	Расслаивание соуса, менее выраженный аромат, нежелательный привкус
50	3	3	4	3	3	Расслаивание соуса, менее выраженный аромат, нежелательный привкус, потемнение
55	3	3	4	3	3	Расслаивание соуса, менее выраженный аромат, нежелательный привкус, потемнение
60	3	3	4	3	3	Расслаивание соуса, менее выраженный аромат, нежелательный привкус, потемнение
65	3	3	4	3	3	Расслаивание соуса, менее выраженный аромат, нежелательный привкус, потемнение

Результаты исследований выражены контурными графиками – профилограммами в виде многолучевой звезды и представлены на рис. 7.

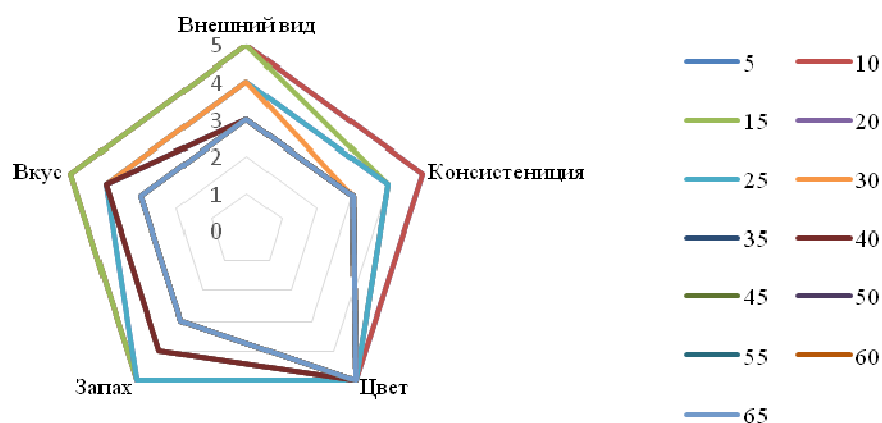


Рис. 7. Профилограммы органолептических показателей образцов  
Fig. 7. The profilograms of organoleptic characteristics of the samples

Из полученных данных видно, что на 15 сутки появляется незначительное расслаивание, при последующем хранении вкус и запах становятся менее выраженными. На 45 сутки появляется нежелательный привкус, а после 50 суток соус темнеет. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что несмотря на хорошие микробиологические показатели, употребление соуса после двух месяцев хранения не рекомендуется.

### Заключение

В результате проведенного исследования была разработана технологическая схема и рецептура брусничного соуса на основе яблочного пектина.

Рассчитано количество пектиновых веществ в сырье и готовом соусе. Количество пектиновых веществ в ягодах брусники составило 0,46 %, в готовом соусе – 4,94 %.

Изучены изменения количества аскорбиновой кислоты в готовом соусе в процессе хранения. В замороженном состоянии витамин С сохраняется лучше, чем в охлажденном. Употребление 100 г брусники покрывает 25 % суточной дозы витамина С, употребление порции свежего соуса в 30 г покрывает 11 % от суточной дозы, в процессе хранения на 2-й месяц снижается до 7 %.

Изучено влияние ультрафиолетового облучения на микробиологические показатели готового продукта в процессе хранения. Ориентировочные сроки годности соуса брусничного – 60 суток.

### Библиографический список

1. Ревич Б. А., Малеев В. В. Изменения климата и здоровье населения России. Анализ ситуации и прогнозные оценки. М. : URSS : Ленанд, 2011. 207 с.
2. Куропетова Л. А. Новые технологии в структуре питания населения, проживающего в условиях Крайнего Севера // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 9. С. 46–47.
3. Агбалиян Е. В., Лобанова Л. П., Буганова А. А. Проблемы питания и здоровья на Крайнем Севере // Здоровье населения и среда обитания. 2009. № 6 (195). С. 16–19.
4. Шаронов А. Н., Ларин И. А., Тимошенко И. А. Исследование проблемных вопросов питания в северных районах // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 2. С. 68–72.
5. Бычкова Е. С. Разработка новых видов соусов функционального назначения на основе местного растительного сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15. Кемерово, 2011. 19 с.
6. Рябчун Е. С., Корпачева С. М. Разработка технологии и рецептур соусов функционального назначения // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 5–9 дек. 2016 г. Новосибирск : НГТУ, 2016. Ч. 5. С. 299–300.
7. Бражная И. Э., Быкова А. Е., Судак С. Н., Семенов Б. Н. Исследование безопасности и минерального состава дикорастущего сырья Кольского полуострова // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 1. С. 11–14.
8. Golubtsova J. Commodity characteristics and quality assessment of fruit and berry raw materials and products of processing thereof // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. V. 9, Iss. 7. P. 1091–1098.
9. Климова Е. В. Продукты функционального назначения на основе натуральных структурообразователей [Соусы плодоовощные с использованием пектина и желатина] // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2006. № 2. С. 529.
10. O'Donnell C. D., Stier R. Safe, satisfying and stabilized dressings and sauces // Prepared Foods. 2004. V. 173, Iss. 10. P. 43–50.
11. Salishcheva O. V., Donya D. V. A study of the complexing and gelling abilities of pectic substances // Foods and Raw Materials. 2013. V. 1, N 2. P. 76–84.
12. Fedosova A. N., Kaledina M. V. Apple pectin and natural honey in the closed milk processing cycle // Foods and Raw Materials. 2015. V. 3, N 2. P. 49–59.
13. Bakirov M. P., Polupan V. V., Yacoubian S., Golovko T. M. Scientific and practical aspects of the preparation of sauces with high nutritional qualities // Sciences of Europe. 2017. N 16–1. P. 65–68.
14. Yalcinoz S. K., Ercelebi E. Rheological and sensory properties of red colored fruit sauces prepared with different hydrocolloids // Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food. 2016. V. 4, N 1000020. P. 496–509.
15. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 1976. 279 с.
16. Kowalski W. J., Bahnfleth W. P., Witham D. L., Severin B. F., Whittam T. S. Mathematical modeling of ultraviolet germicidal irradiation for air // Quantitative Microbiology. 2000. V. 2, Iss. 3. P. 249–270. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013951313398>.

### References

1. Revich B. A., Maleev V. V. Izmeneniya klimata i zdorove naseleniya Rossii. Analiz situatsii i prognoznye otsenki [Climate change and human health in Russia. Situation analysis and projections]. M. : URSS : Lenand, 2011. 207 p.
2. Kurpetova L. A. Novye tehnologii v strukture pitaniya naseleniya, prozhivayushego v usloviyah Kraynego Severa [New technologies in food consumption patterns of the population living in the Far North] // Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovaniy. 2011. N 9. P. 46–47.

3. Agbalyan E. V., Lobanova L. P., Buganova A. A. Problemy pitaniya i zdorovya na Kraynem Severe [Problems of food and health in the Far North] // *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya*. 2009. N 6 (195). P. 16–19.
4. Sharonov A. N., Larin I. A., Timoshenkova I. A. Issledovanie problemnykh voprosov pitaniya v severnykh rayonakh [Study of problematic issues of nutrition in the Northern areas] // *Problemy ekonomiki i upravleniya v torgovle i promyshlennosti*. 2015. N 2. P. 68–72.
5. Bychkova E. S. Razrabotka novykh vidov sousov funktsionalnogo naznacheniya na osnove mestnogo rastitelnogo syrya [Development of new types of functional purpose sauces based on local vegetable raw materials] : avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15. Kemerovo, 2011. 19 p.
6. Ryabchun E. S., Korpacheva S. M. Razrabotka tehnologii i retseptur sousov funktsionalnogo naznacheniya [Development of technology and formulations of functional purpose sauces] // *Nauka. Tehnologii. Innovatsii* : sb. nauch. tr. : v 9 ch., Novosibirsk, 5–9 dek. 2016 g. Novosibirsk : NGTU, 2016. Ch. 5. P. 299–300.
7. Brazhnaya I. E., Bykova A. E., Sudak S. N., Semenov B. N. Issledovanie bezopasnosti i mineralnogo sostava dikorastuschego syrya Kolskogo poluoostrova [Study of the safety and mineral composition of wild raw materials of the Kola Peninsula] // *Vestnik MGTU*. 2012. V. 15, N 1. P. 11–14.
8. Golubtsova J. Commodity characteristics and quality assessment of fruit and berry raw materials and products of processing thereof // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017. V. 9, Iss. 7. P. 1091–1098.
9. Klimova E. V. Produkty funktsionalnogo naznacheniya na osnove naturalnykh strukturoobrazovateley [Sousy plodoovoschnye s ispolzovaniem pektina i zhelatina] [Products of functional purpose on the basis of natural structure-forming agents] // *Pischevaya i pererabatyvayuschaya promyshlennost*. 2006. N 2. P. 529.
10. O'Donnell C. D., Stier R. Safe, satisfying and stabilized dressings and sauces // *Prepared Foods*. 2004. V. 173, Iss. 10. P. 43–50.
11. Salishcheva O. V., Donya D. V. A study of the complexing and gelling abilities of pectic substances // *Foods and Raw Materials*. 2013. V. 1, N 2. P. 76–84.
12. Fedosova A. N., Kaledina M. V. Apple pectin and natural honey in the closed milk processing cycle // *Foods and Raw Materials*. 2015. V. 3, N 2. P. 49–59.
13. Bakirov M. P., Polupan V. V., Yacoubian S., Golovko T. M. Scientific and practical aspects of the preparation of sauces with high nutritional qualities // *Sciences of Europe*. 2017. N 16–1. P. 65–68.
14. Yalcinoz S. K., Ercelebi E. Rheological and sensory properties of red colored fruit sauces prepared with different hydrocolloids // *Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food*. 2016. V. 4, N 1000020. P. 496–509.
15. Adler Yu. P., Markova E. V., Granovskiy Yu. V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimalnykh usloviy [Planning of experiment in search of optimum conditions]. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Nauka, 1976. 279 p.
16. Kowalski W. J., Bahnfleth W. P., Witham D. L., Severin B. F., Whittam T. S. Mathematical modeling of ultraviolet germicidal irradiation for air // *Quantitative Microbiology*. 2000. V. 2, Iss. 3. P. 249–270. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013951313398>.

#### Сведения об авторах

**Бражная Инна Эдуардовна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент, профессор; e-mail: [brazhnayaiye@mstu.edu.ru](mailto:brazhnayaiye@mstu.edu.ru)

**Brazhnaya I. E.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Professor; e-mail: [brazhnayaiye@mstu.edu.ru](mailto:brazhnayaiye@mstu.edu.ru)

**Чернявская Анастасия Сергеевна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, магистр

**Chernyavskaya A. S.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Master's degree Student

**Судак Светлана Николаевна** – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент; e-mail: [sudaksn@mstu.edu.ru](mailto:sudaksn@mstu.edu.ru)

**Sudak S. N.** – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: [sudaksn@mstu.edu.ru](mailto:sudaksn@mstu.edu.ru)

**Быкова Анна Евгеньевна** – ул. Ленина, 27, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209; ООО "ТИРВЭ", канд. техн. наук

**Bykova A. E.** – 27, Lenina Str., Apatity, Murmansk region, Russia, 184209; Ltd "TIRVE", Cand. of Tech. Sci.

I. E. Brazhnaya, A. S. Chernyavskaya, S. N. Sudak, A. E. Bykova

## **Development of technology of sauce from regional raw materials with the addition of pectin**

The production technology of sauce from cranberries and apple pectin has been described. The characteristics of the main raw material have been considered. The results of marketing researches of assortment of sauces, realized in large trading networks of Murmansk, technological scheme and a recipe of cowberry sauce with addition of apple pectin have been presented. The properties of pectin and its effect on the consistency and organoleptic characteristics of sauce have been studied, and the effect of citric acid on the color palette of finished products has been established. To search for a composition close to the optimal composition of the sauce, the method of planning the experiment has been used with the processing of results by the nonlinear regression method using the computer program Datafit 9.0. The results of the determination of the amount of ascorbic acid and the dynamics of the vitamin C content during storage in a cooled and frozen shocked ready-made sauce by the method of direct iodometry have been presented. It has been established that in the frozen product vitamin C is kept better than in the cooled product, the use of a portion of fresh sauce in an amount of 30 g covers 11 % of the daily physiological rate of vitamin C intake. The amount of pectin substances has been determined using the gravimetric method in the prepared sauce and raw materials. The amount of pectin substances in cowberries is 0.31 %, and in the finished sauce – 4.94 %. The comparative analysis of the obtained results with normative documents has been given. The influence of ultraviolet irradiation on the microbiological parameters of the finished product during storage has been studied. The results of microbiological studies of the sauce before and after ultraviolet irradiation have been presented. The bactericidal effectiveness and the volume bactericidal dose (exposure) have been calculated. The time of irradiation sufficient for the death of pathogenic microflora has been calculated. To achieve the required bactericidal effectiveness, the exposure time is 3 seconds. The effect of ultraviolet bactericidal irradiation on the tested products has been studied in accordance with the calculated data, a comparative analysis of the results obtained has been carried out. The approximate shelf life of the cowberry sauce has been stated.

**Key words:** cowberry, sweet sauces, pectin, ultraviolet irradiation, bactericidal efficiency.