

Разработка рецептуры и оценка потребительских свойств сахарного печенья, обогащенного природными антиоксидантами

Н.Д. Замбулаева, nzambulaeva@mail.ru

д-р биол. наук С.Д. Жамсаранова, zhamsarans@mail.ru

канд. техн. наук Л.В.Халапханова, kiano@yandex.ru

канд. техн. наук, Т.С. Козлова, tanya.tanya.saranka2012@mail.ru

*Восточно-Сибирский технологический университет технологий и управления
670013, Россия, Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В*

Разрабатывали рецептуру сахарного печенья, обогащенного антиоксидантами, и оценивали его потребительские свойства. Введение антиокислителей растительного происхождения исследовали для увеличения стойкости кондитерского изделия к окислительным процессам. Использовали сухой экстракт из выжимок ягод брусники, обладающий антиоксидантным действием, полученный ранее. За основу взяли рецептуру печенья «Чайное». Количество вводимой добавки рассчитывали с учетом среднелюбового потребления печенья и рекомендуемого суточного уровня антиоксидантов. В рецептуру печенья вводили 0,1; 0,3 и 0,5% сухого экстракта к массе сухих веществ, что составило 38,2; 114,8 и 191,3 мг антиоксидантов соответственно на 100 г теста. Введение экстракта осуществлялось путем предварительного растворения сухого экстракта либо в воде, либо в 60% растворе этилового спирта в соотношении 1:5. Готовые изделия оценивали с помощью органолептических показателей методом описания и методом балльной оценки. Сроки хранения определяли по перекисному числу и суммарному содержанию антиоксидантов в течение 6 мес. Разработана рецептура сахарного печенья, обогащенного антиоксидантами сухого экстракта из выжимок ягод брусники. Установлено оптимальное количество сухого экстракта из выжимок ягод брусники – 0,1%, вводимого в рецептуру сахарного печенья, что позволило получить продукт с хорошими потребительскими свойствами. Определенное суммарное содержание антиоксидантов в опытных образцах печенья превышало в 3,6 раза ССА контрольного образца, что способствовало замедлению окислительных процессов в жирах и увеличило срок хранения печенья с 3 до 5 мес.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия; сахарное печенье; потребительские свойства; антиоксидант; сухой экстракт брусники; перекисное число.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-2-27-35

Recipe development and evaluation of consumer properties of sugar cookies enriched with natural antioxidants

Natalia D. Zambulaeva, nzambulaeva@mail.ru

D. Sc. (Biol.) Sesegma D. Zhamsaranova, zhamsarans@mail.ru

Ph. D. Larisa V. Khalapkhanova, kiano@yandex.ru

Ph. D. Tatyana S. Kozlova, tanya.tanya.saranka2012@mail.ru

*East-Siberian State University of Technology and Management
40b, Klyuchevskaya str., Ulan-Ude, 670013, Russia*

The purpose of this work is to develop a recipe of sugar cookies enriched with antioxidants and to assess its consumer properties. To increase the resistance of the confectionery product to oxidative processes antioxidants are introduced into the recipe. The previously obtained dry extract from the cowberry squeeze, which has an antioxidant effect, was used in the manufacture of sugar cookies. The recipe for Chaynoye cookies was used as a basis. During the development of the recipe, the amount of the added additive was calculated taking into account the per capita consumption of cookies and the recommended daily level of antioxidants. 0.1; 0.3, and 0.5% of dry extract per dry weight were introduced in the recipe, which amounted to 38.2; 114.8, and 191.3 mg of antioxidants per 100 g. of dough respectively. The finished products were evaluated using organoleptic indicators by the description method and the scoring method. The shelf life was determined by the peroxide value and the total content of antioxidants for 6 months. The recipe of sugar cookies enriched with antioxidants from dry extract of cowberry squeeze was developed. The optimal amount of cowberry squeeze dry extract introduced into the recipe was determined. Introduction of 0.1% additive to the recipe of cookies allowed obtaining a product with good consumer properties. The total content of antioxidants (TCA) in experimental samples of cookies exceeded 3.6 times the TCA of the control samples, which contributed to the slowing down of oxidative processes in fats and increased the shelf life of cookies from three to five months.

Keywords: flour confectionery; sugar cookies; consumer properties; antioxidant; dry cowberry extract; peroxide value.

Введение

В производстве мучных кондитерских изделий печенье занимает наибольший удельный вес. Преимуществом этого вида продукции перед другими категориями является универсальность. Сахарное печенье является высококалорийным концентратом легкоусваиваемых углеводов, жиров и белков, обладает приятным вкусом и способностью сохранять форму и не крошиться в течение длительного времени. Большинство потребителей приобретает печенье для ежедневного чаепития, в качестве перекуса, также это любимое лакомство детей.

Проблема сохранения стабильного качества и гарантийного срока годности кондитерского изделия имеет первостепенное значение. Срок хранения печенья во многом зависит от состояния липидного комплекса. Повышенное содержание жира в рецептуре от 3 до 30% обуславливает причину порчи кондитерского изделия, которая происходит в результате гидролиза и окисления жирных кислот. При развитии окислительных процессов в продуктах образуются и накапливаются нежелательные для организма человека вещества.

Первичными продуктами аутоокисления жиров являются перекиси, участвующие в последующих реакциях окисления, в результате чего образуется большое количество альдегидов, кетонов, оксикислот, низкомолекулярных кислот, накопление которых, в первую очередь, ответственно за развитие нежелательных привкусов и запахов в готовом продукте [1]. При распаде промежуточных продуктов окисления липидов образуются свободные радикалы, обладающие токсичным и канцерогенным действиями, ведущими к разрушительным процессам в организме человека. Биохимические реакции с их участием являются причиной старения, возникновения артрита, эмфиземы, астмы, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона, катаракты и многих других заболеваний. Такие заболевания, как рак, атеросклероз и диабет также вызваны реакциями свободных радикалов, приводящими к формированию необратимых изменений в биоструктурах мембран, белков, ферментов и ДНК [2, 3]. В связи с этим защита липидов от окисления является важной задачей, связанной как с качеством изготавливаемого продукта, так и его безопасностью.

Эффективным способом торможения окислительных процессов в продуктах питания является введение в рецептуру изделия синтетических или натуральных антиоксидантов. Они прерывают реакции аутоокисления пищевых компонентов в продуктах питания путем взаимодействия со свободными радикалами.

В настоящее время все больший интерес как производителей, так и потребителей привлекают природные антиоксиданты. Наиболее перспективными являются антиокислители растительного происхождения. Природные антиоксиданты имеют существенные преимущества перед искусственными: в них содержится естественный комплекс биологически активных веществ, причем в наиболее доступной и усвояемой форме. К таким источникам антиоксидантов относятся и многие ягоды, например, ягоды брусники и клюквы, которыми особенно богаты леса Сибири [4].

Одним из способов переработки ягод является производство соков, в процессе которого образуется 23,5–36,0% отходов от общего объема перерабатываемых ягод. Отходы, состоящие из кожицы и семян (выжимки), в большинстве случаев используют на корм скоту, превращают в компост или утилизируют, тогда как они обладают высоким антиоксидантным потенциалом, комплексом витаминов (С и группы В), органических кислот (бензойная, лимонная, яблочная, сорбиновая), минеральных веществ (Na, K, Ca, Mn) и повышенным содержанием пищевых волокон [5–7]. В связи с этим обеспечение глубокой, комплексной и безотходной переработки дикоросов, связанной с эффективным использованием вторичных ресурсов, является важным стратегическим направлением, требующим пристального внимания исследователей.

Вторичное сырье продуктов переработки ягод уже получило широкое применение в виноделии в виде паст, полученных из замороженных выжимок [8]. Высушенные и измельченные выжимки предложено использовать для обогащения кондитерских, хлебобулочных и мясных изделий [9–11]. Нами была разработана технология получения сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы, обладающих антимикробным и выраженным антиоксидантным действиями [12]. Экстракты из брусничных и клюквенных выжимок, полученные заявленным способом, содержат водорастворимые антиоксиданты в количестве $382,64 \pm 28$ мг/г и $441,48 \pm 35$ мг/г соответственно. Высокая концентрация активных веществ позволяет использовать сухие экстракты в технологии производства продуктов

с повышенной пищевой ценностью в очень небольшом количестве по сравнению с сухими или замороженными выжимками. Это уменьшает их негативное влияние на потребительские и физико-химические показатели продуктов. Кроме того, сухой экстракт удобен в хранении и транспортировке. Срок хранения его составляет 2 года. Авторами было исследовано влияние сухого экстракта из выжимок ягод клюквы на антиоксидантные и потребительские свойства сахарного печенья [13]. Готовое изделие, обогащенное клюквенным экстрактом, характеризовалось высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов и обладало хорошими потребительскими свойствами.

Цель данной работы – разработка рецептуры и оценка качества сахарного печенья, обогащенного сухим экстрактом из выжимок ягод брусники.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- обосновать дозу и способ введения сухого экстракта из выжимок ягод брусники в рецептуру сахарного печенья;
- оценить влияние вводимой добавки на органолептические, физико-химические и антиоксидантные свойства сахарного печенья;
- изучить влияние вводимого ингредиента на сроки хранения полученного продукта.

Методы исследования

Для получения сухого экстракта ягодные выжимки, полученные после отжима сока, предварительно высушивали и измельчали до порошкообразного состояния. Биологически активные вещества (БАВ) из выжимок ягод брусники экстрагировали 60% раствором этанола при воздействии электромагнитного поля СВЧ. Сухие экстракты получали путем удаления экстрагента вакуумной сушкой [12].

Для приготовления обогащенного природными антиоксидантами сахарного печенья за основу взяли рецептуру печенья «Чайное» [14]. Количество воды, необходимое для замеса теста, определяли расчетным путем, исходя из влажности и массы сырья, и необходимой влажности теста. Окончательную дозировку воды определили с помощью пробного замеса. Изготовление печенья проводилось в соответствии с технологическими инструкциями [15]. Замес теста до получения однородной смеси и образования пластичной связанной массы осуществляли на лабораторном комбайне марки BOSCH в течение 3–4 мин, в последнюю очередь добавляли муку и разрыхлители. Готовое тесто прокатывали вручную и формовали так, чтобы разные образцы эксперимента для удобства их сравнения имели разную форму. Сформированные заготовки укладывали на смазанные маслом листы и выпекали в лабораторной печи марки UNOX при температуре 230–240°C в течение 6 мин.

При выборе количества экстракта, вводимого в рецептуру печенья, исходили из предполагаемой суточной нормы потребления сахарного печенья и рекомендуемого уровня антиоксидантов. Обзор российского рынка печенья показывает, что потребление печенья варьируется в зависимости от региона и числа жителей – от 7,8–10 кг на человека в год [16]. Средняя рекомендуемая норма потребления полифенолов – антиоксидантов для здорового населения в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» составляет 350–360 мг/сутки.

Если предположить, что потребление сахарного печенья в сутки составит 100 г, а содержание полифенолов в продукте должно быть не менее 20 и не более 30% от рекомендуемой нормы, то в 100 г сахарного печенья должно содержаться 70–105 мг антиоксидантов. В рецептуру печенья вводили 0,1; 0,3 и 0,5% сухого экстракта к массе сухих веществ, что составило 38,2; 114,8 и 191,3 мг антиоксидантов соответственно на 100 г теста. При выборе доз учитывали возможные потери при выпечке.

Введение экстракта в рецептуру печенья осуществлялось путем предварительного растворения сухого экстракта либо в воде, либо в 60% растворе этилового спирта в соотношении 1:5. Расчетное количество воды уменьшали на долю спиртового раствора экстракта. Выбор растворителей для сухого экстракта обоснован тем, что он лучше растворяется в спиртовом, чем в водном растворе. Однако использование спиртового раствора может повлиять на себестоимость готового продукта, поэтому было решено исследовать оба варианта введения экстракта в рецептуру. Введение сухого экстракта за счет частичной замены пшеничной муки исключили из-за невозможности равномерного распределения сухих частиц растительной добавки (ягодного экстракта) при замешивании теста. В остальном, условия приготовления теста и выпечки были одинаковыми с контрольным образцом.

Качество кондитерских изделий оценивали на следующий день после выпечки. Определение органолептических показателей качества сахарного печенья проводили методом описания и методом балльной оценки [17]. Физико-химические показатели определяли в соответствии с государственными стандартами: влажность – по ГОСТ 5900-14 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», намокаемость – по ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости», щелочность – по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности».

Антиоксидантные свойства печенья оценивали по суммарному содержанию антиоксидантов (ССА) на приборе Цвет-Яуза 01-АА [18]. Для измерения ССА 1 г измельченной навески печенья экстрагировали 70%-м раствором этанола в соотношении 1:10, постоянно перемешивая в течение 10 мин на водяной бане при температуре 70°C. Экстракт отфильтровывали, затем удаляли экстрагент на ротационном испарителе IKARV 10 digital при 40°C и 90 об/мин в течение 4–5 мин под вакуумом. Сухой остаток растворяли в 100 мл бидистиллированной воды, затем фильтровали. Аликвоту вытяжки отбирали для измерения ССА.

Готовые изделия хранились в соответствии ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия» – в чистом, хорошо вентилируемом помещении при температуре 18 ± 5°C и относительной влажности воздуха не более 75% в картонных коробках.

Окислительные изменения липидов при хранении сахарного печенья оценивались по перекисному числу каждые 30 дней в течение 6 мес. Перекисное число определяли согласно рекомендациям МИ 2586-2000. Метод основан на взаимодействии перекисей, содержащихся в жире, с йодистым калием в присутствии ледяной уксусной кислоты с выделением йода и последующим титрованием раствором тиосульфата натрия.

Обработка данных исследований осуществлялась с помощью программы Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

Для удобства сравнения и обсуждения результатов исследования образцы эксперимента были пронумерованы (таблица 1).

Таблица 1 – Образцы сахарного печенья

Table 1. Sugar cookies samples

| № образца печенья | Содержание сухого экстракта из выжимок ягод брусники в % к массе сухих веществ в рецептуре | Способ разведения экстракта |
|-------------------|--|-----------------------------|
| 1 | (Контроль) 0 | – |
| 2 | 0,1 | в воде |
| 3 | 0,3 | в воде |
| 4 | 0,5 | в воде |
| 5 | 0,1 | в спиртовом растворе |
| 6 | 0,3 | в спиртовом растворе |
| 7 | 0,5 | в спиртовом растворе |

Органолептическая оценка сахарного печенья включала оценку формы, внешнего вида, цвета, структуры и консистенции, вкуса и аромата.

Введение сухого экстракта из брусничной выжимки в рецептуру печенья не повлияла на форму. Форма готовых изделий была правильной, и все образцы имели гладкую поверхность без вздутий и трещин. Однако введение экстракта повлияло на цвет теста и готовых изделий. Тесто опытных образцов при замесе приобретало темно-серый оттенок, интенсивность которого зависела от количества вводимой добавки, содержащей темноокрашенные полифенольные соединения – антоцианы. После выпечки серый цвет почти исчезал, и готовые изделия приобретали коричневый цвет, интенсивность которого увеличивалась с увеличением дозы экстракта. Так, поверхность контрольного образца была светло-коричневой, поверхность опытных образцов № 2, № 5 – коричневой, а образцов № 3, № 6 – интенсивно коричневой. Образцы с содержанием экстракта 0,5% (№ 4 и № 7) имели темно-коричневый цвет с серовато-фиолетовым оттенком, не соответствующий привычному, принятому за эталон, что «отвращает» [18, с. 110] и сильно влияет на общую оценку продукта.

На изломе цвет в опытных образцах печенья с увеличением дозы введения добавки приобретал серый оттенок, и интенсивность оттенка зависела не только от количества, но и от способа введения экстракта. Более темный цвет наблюдался у опытных образцов с содержанием экстракта, разведенного в воде.

Структура готовых изделий на изломе была без пустот и следов непромеса с равномерными порами. При разжевывании образцы № 4 и № 7 (с содержанием 0,5% экстракта) имели очень хрупкую, плотную структуру и слабый посторонний привкус. Остальные образцы обладали рассыпчатой и пористой структурой, приятным вкусом и ароматом.

В целом, на основе комплексного восприятия вкусовых, оптических, обонятельных и других ощущений предпочтение остается за образцами с содержанием экстракта 0,1 и 0,3%, растворенных в 60%-м спиртовом растворе. Низкими органолептическими качественными показателями обладали образцы с содержанием 0,5% сухого экстракта из выжимок ягод брусники.

С целью получения более объективных результатов органолептической оценки сахарного печенья описательный метод дополняли оценкой с использованием 30-балльной шкалы (таблица 2). Балльная оценка проводилась дегустационной комиссией (из четырех членов). Относительная погрешность органолептического анализа не превышала 5%.

Каждому показателю соответствует четыре уровня (степени) качества: отличное – 3 балла; хорошее – 2 балла; удовлетворительное – 1; неудовлетворительное – нет баллов. Каждый из этих показателей умножается на коэффициент значимости. Сумма коэффициентов значимости должна равняться 10. Образцы, набравшие 30–24 балла, имеют оценку «отлично», 20–14 – «хорошо» и 10–4 – «удовлетворительно».

Таблица 2 – Балльная оценка органолептических показателей качества сахарного печенья, содержащего экстракт из выжимок ягод брусники

Table 2. The scoring for organoleptic indicators of sugar cookies with the addition of dry cowberry extract

| Показатели качества | Коэф-т значимости, К | Образец | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------|------|------|--------|------|------|--------|
| | | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 | № 5 | № 6 | № 7 |
| форма | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| цвет и внешний вид | 2 | 6 | 6 | 4 | 0 | 6 | 4 | 0 |
| структура и консистенция | 3 | 6 | 6 | 7 | 3 | 7 | 9 | 3 |
| вкус и аромат | 4 | 10 | 12 | 12 | 4 | 12 | 12 | 4 |
| сумма баллов | – | 25 | 27 | 26 | 10 | 28 | 28 | 10 |
| оценка | – | отл. | отл. | отл. | удовл. | отл. | отл. | удовл. |

Балловая оценка органолептических показателей подтвердила сделанные выше выводы. Наилучшими потребительскими достоинствами обладали образцы с содержанием 0,1 и 0,3% сухого экстракта, растворенного в водно-спиртовой смеси (№ 5, № 6) за счет наиболее пористой структуры и набрали по 28 баллов. Образцы печенья с содержанием 0,1 и 0,3% сухого экстракта из брусничной выжимки, растворенного в воде (№ 2, № 3) так же, как и образцы № 5 и № 6, получили оценку «отлично», но с меньшим количеством баллов – 27 и 26 соответственно. Оценку «удовлетворительно» (по 10 баллов) получили образцы № 4 и № 7 из-за низкой пористости печенья и наличия темно-коричневого цвета с серовато-фиолетовым оттенком и слабого постороннего привкуса. Печенье с удовлетворительной оценкой дальнейшему исследованию не подвергалось.

Физико-химические показатели исследуемых образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества сахарного печенья, содержащего сухой экстракт из выжимок ягод брусники

Table 3. Physico-chemical - indicators of sugar cookies with the addition of dry cowberry extract

| Показатели качества | Образец | | | | | ГОСТ 24901-2014 |
|---------------------|---------|-----|------|-----|-----|-----------------|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 5 | № 6 | |
| влажность, % | 5,75 | 6 | 6,36 | 5,8 | 6 | не > 10 |
| щелочность, град. | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 0,8 | не > 2 |
| намокаемость, % | 180 | 183 | 187 | 190 | 209 | не < 180 |

Показатели качества всех образцов соответствовали стандартам. Образцы имели низкую влажность (не >10%), способствующую микробиологической стойкости при хранении. Щелочность опытных образцов была несколько ниже контрольного. Это можно объяснить тем, что сухой экстракт содержит кислоты, которые могут частично нейтрализовать пищевую соду, добавляемую в рецептуру. Намокаемость опытных образцов возрастала с увеличением дозы добавки, что свидетельствует о более пористой структуре по сравнению с контролем.

Таким образом, проведенные исследования показали, что оптимальное количество вводимого в рецептуру сухого экстракта из выжимок ягод брусники, позволяющее получить изделие с хорошими потребительскими свойствами, составило 0,1 и 0,3%.

На следующем этапе исследования определяли суммарное содержание антиоксидантов (ССА). Определение суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов (ССЖА) в печенье показало, что оно находилось практически на уровне их содержания в контрольных образцах. Это связано, по-видимому, с тем, что ССЖА в сухом экстракте из выжимок ягод брусники почти в 10 раз меньше, чем водорастворимых антиоксидантов.

Показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) и их изменение в процессе хранения сахарного печенья представлены на рисунке 1.

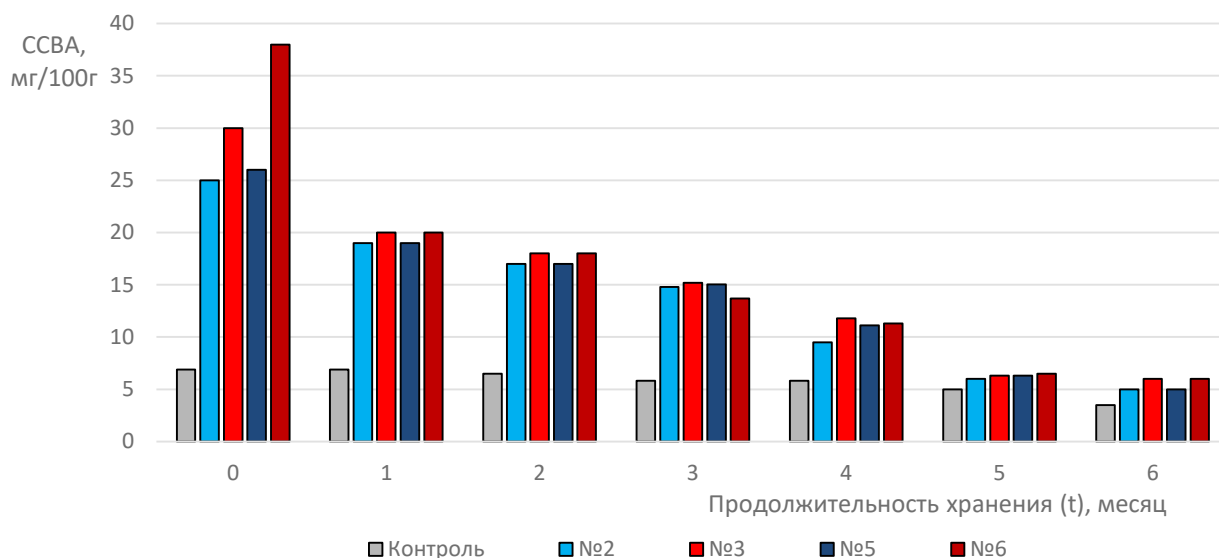


Рисунок 1 – Изменение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов в образцах сахарного печенья, содержащего сухой экстракт из выжимок ягод брусники, в процессе их хранения (стандарт – кверцетин): образцы № 2, № 5 – с содержанием 0,1% экстракта, растворенного в воде и спиртовой смеси, соответственно; образцы № 3, № 6 – с содержанием 0,3% экстракта, растворенного в воде и спиртовой смеси, соответственно

Figure 1. The changes of total amount of water-soluble antioxidants in sugar cookies samples with the addition of dry cowberry extract during storage (reference – quercetin): samples № 2, № 5 with 0.1% extract dissolved in water and alcohol mixture respectively; samples № 3, № 6 with 0.3% extract dissolved in water and alcohol mixture respectively

Исследования показали, что использование добавки из брусничной выжимки при изготовлении печенья позволяет получить продукт, обогащенный антиоксидантами. Так, при введении 0,1% экстракта в образцах № 2, № 5 в сравнении с контролем ССВА увеличивалось в 2,8 и 2,9 раза соответственно. Образцы № 3, № 6, полученные при введении в рецептуру 0,3% экстракта, содержали наибольшее количество антиоксидантов (38,0 и 30,0 мг/100г), что превышало ССВА в контрольном образце в 3,4 и 4,3 раза соответственно.

Уже после первого месяца хранения ССВА в опытных образцах существенно не отличалось друг от друга, и показатели последовательно снижались с увеличением продолжительности хранения. И через 6 месяцев хранения ССВА в опытных образцах приблизилось к их содержанию в контроле.

Влияние антиоксидантов, содержащихся в сахарном печенье, на окислительные процессы при хранении оценивали по накоплению перекисных соединений и изменению органолептических показателей качества печенья. Динамика образования перекисей в образцах печенья в процессе их хранения представлена на рисунке 2, из которого следует, что уровень содержания перекисей в опытных

образцах заметно ниже контрольного, что свидетельствует о снижении скорости окислительных процессов на протяжении всего периода хранения. Таким образом, сухой экстракт из выжимок ягод брусники ингибирует свободнорадикальные реакции и снижает образование перекисей.

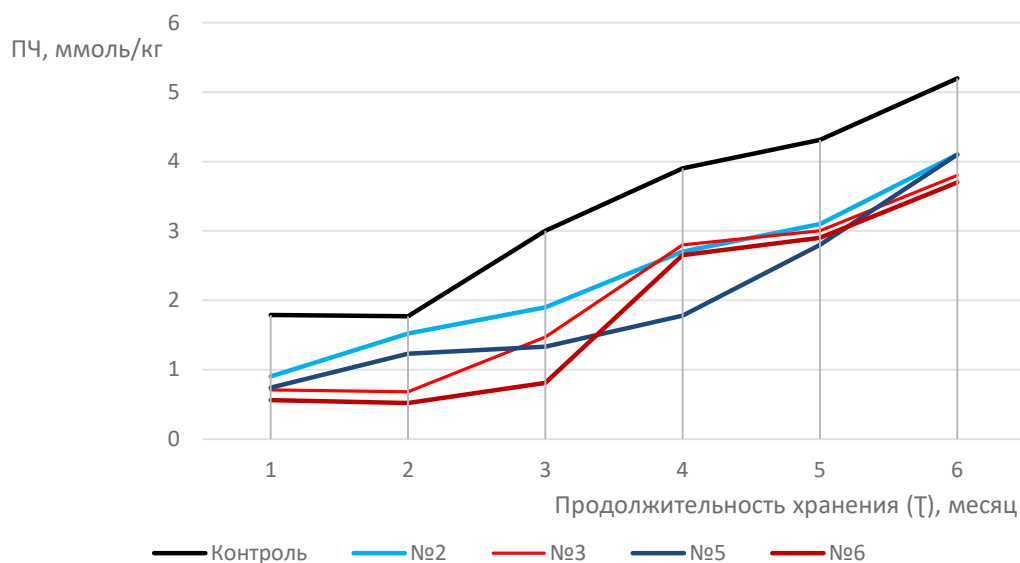


Рисунок 2 – Кривые изменения перекисного числа (ПЧ) жира в образцах сахарного печенья в процессе их хранения: образцы № 2, № 5 – с содержанием 0,1% экстракта, растворенного в воде и спиртовой смеси соответственно; образцы № 3, № 6 – с содержанием 0,3% экстракта, растворенного в воде и спиртовой смеси, соответственно
Figure 2. The changes of peroxide number of fat in sugar cookies samples during storage: samples № 2, № 5 with 0.1% extract dissolved in water and alcohol mixture respectively; samples № 3, № 6 with 0.3% extract dissolved in water and alcohol mixture respectively

При достижении перекисного числа жира равного 3,0 ммоль/кг наблюдались изменения органолептических показателей качества печенья – появление прогорклого вкуса, увеличение твердости печенья, утрата свежего аромата. Динамика образования перекисных соединений в опытных образцах не отличалась единообразием, но у всех образцов ПЧ жира достигало значения 3,0 ммоль/кг лишь на 5-м месяце хранения, тогда как в контроле оно было достигнуто уже после трех месяцев.

Таким образом, результаты исследований, представленные на рисунках 1 и 2, указывают на то, что внесение сухого экстракта в рецептуру печенья в количестве 0,1–0,3% к массе сухих веществ снижало образование перекисей и увеличивало срок хранения печенья до пяти месяцев. Способ ввода экстракта в рецептуру (в воде или спиртовом растворе) так же не оказывало заметного влияния на эффективность окислительных процессов при хранении. Это позволяет принять за оптимальную дозу внесения в рецептуру сахарного печенья 0,1% сухого экстракта из выжимок ягод брусники, растворенного в воде, так как увеличение добавки до 0,3% и использование спиртового раствора приведет к увеличению себестоимости продукции.

Закключение

Результаты проведенных исследований позволили разработать рецептуру и технологию сахарного печенья, обогащенного природными антиоксидантами. Введение в рецептуру печенья сухого экстракта из выжимок ягод брусники, растворенного в воде, в количестве 0,1% к массе сухих веществ позволило получить продукт с хорошими потребительскими свойствами и увеличить срок хранения с трех до пяти мес. Использование сухого экстракта повысило пористость сахарного печенья, интенсифицировало окраску поверхности и на изломе готового продукта, не изменяло вкус и аромат. Кроме того, содержание антиоксидантов в печенье с растительной добавкой превышало в 3,6 раза ССВА контрольного образца, что способствовало замедлению окислительных процессов жиров.

Литература

1. Frankel E.N. *Lipid oxidation*. Cambridge, The Oily Press. 2005. 470 p.
2. Kanner J. Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2007, V. 51, no. 9, pp. 1094–1101.

3. Wilson R., Lyall K., Smyth L., Fernie C., Riemersma R. Dietary hydroxy fatty acids are absorbed in humans: implications for the measurement of 'oxidative stress' in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*. 2002, V. 32, pp. 162–168.
4. Базарнова Ю.Г., Поляков К.Ю. Исследование антиоксидантной активности природных веществ // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 1. С. 31–36.
5. Изосимова И.В. Научно-практические основы рационального использования ягод брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) и клюквы (*Oxycoccus palustris*): дис. ... канд. биол. наук. Красноярск. 2004.
6. Лютикова М.Н. Изучение состава биологически активных компонентов дикорастущих ягод *Vaccinium vitis-idaea* и *Oxycoccus palustris* в зависимости от степени их зрелости и условий хранения: дис. ... канд. хим. наук. Сургут. 2013. 124 с.
7. Базарнова Ю.Г. Биологически активные вещества дикорастущего сырья: стабилизация и применение в пищевых технологиях. СПб.: СПбГУНиПТ, 2012. 215 с.
8. Кольман О.Я., Иванова Г.В. Способы консервирования вторичного сырья дикорастущих ягод брусники и клюквы // Вестник КрасГАУ. 2013. № 5. С. 218–223.
9. Кольман О.Я., Иванова Г.В., Цугленок Н.В. Кексы пониженной калорийности: патент 2012117932 Российская Федерация. 2013.
10. Кольман О.Я., Иванова Г.В., Цугленок Н.В. Мармеладно-ягодные массы: патент 2012118185 Российская Федерация. 2013.
11. Изосимова И.В., Иванова Г.В., Сергачева О.М. Использование экологически чистого вторичного растительного сырья в производстве паштетов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: сб. тр. Москва. 2001. Т.3. С. 469–471.
12. Замбулаева Н.Д., Жамсаранова С.Д. Способ получения сухого экстракта из выжимок ягод брусники или клюквы: патент 2626565 Российская Федерация. 2017.
13. Замбулаева Н.Д., Жамсаранова С.Д. Экстракт сухой из выжимок ягод дикоросов как перспективный ингредиент продуктов функционального питания // Пищевые технологии и биотехнологии: сб. тр. Казань. 2016. С. 107–109.
14. Павлов А.В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. СПб: Гидрометеоиздат, 1998. 294 с.
15. Шипов В.А. Технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий. М.: Экономика, 1999. 286 с.
16. Ибрагимова Н.Р., Мусина Г.А. Оценка российского рынка печенья [Электронный ресурс] // Экономические науки. 2017. № 76-1. URL: <https://novainfo.ru/article/14437>.
17. Вытовтов А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. СПб.: ГИОРД, 2010. 232 с.
18. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит, 2009. 212 с.

References

1. Frankel E.N. *Lipid oxidation*. Cambridge, The Oily Press. 2005. 470 p.
2. Kanner J. Dietary advanced lipid oxidation endproducts are risk factors to human health. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2007, V. 51, no. 9, pp. 1094–1101.
3. Wilson R., Lyall K., Smyth L., Fernie C., Riemersma R. Dietary hydroxy fatty acids are absorbed in humans: implications for the measurement of 'oxidative stress' in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*. 2002, V. 32, pp. 162–168.
4. Bazarnova Yu.G., Polyakov K.Yu. Study of antioxidant activity of natural substances. *Storage and processing of farm products*. 2009, no. 1, pp. 31–36 (In Russian).
5. Izosimova I. V. Scientific and practical bases of rational use of cowberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and cranberries (*Oxycoccus palustris*). *Candidate's thesis*. Krasnoyarsk. 2004 (In Russian).
6. Lyutikova, M. N. The study of the composition of biologically active components of wild berries *Vaccinium vitis-idaea*, and *Oxycoccus palustris*, depending on their degree of maturity and storage conditions. *Candidate's thesis*. Surgut. 2013. 124 p. (In Russian).
7. Bazarnova Yu.G. *Biologically active substances of wild-growing raw materials: stabilization and application in food technologies*. St. Petersburg, SPbGuniPT Publ., 2012. 215 p.
8. Kolman O.Ya., Ivanova G.V. Ways of preserving secondary raw materials of wild berries of cowberry and cranberries. *Bulletin of KrasGAU*. 2013, no. 5, pp. 218–223 (In Russian).
9. Kolman O.Ya., Ivanova G.V., Tsuglenok N.In. *Low-calorie cupcakes*. Patent RF, no. 2012117932. 2013.
10. Kolman O.Ya., Ivanova G.V., Tsuglenok N.In. *Marmalade and berry masses*. Patent RF, no. 2012118185. 2013.
11. Izosimova I.V., Ivanova G.V., Sergacheva O.M. Use of environmentally friendly secondary plant raw materials in the production of pates. *New and non-traditional plants and prospects for their use*. Collection of works. Moscow. 2001, V. 3, pp. 469–471 (In Russian).

12. Zamulaeva N.D., Zhamsaranova S.D. *Method of obtaining dry extract from the pomace of berries cowberry or cranberry*. Patent RF, no. 2626565. 2017 (*In Russian*).
13. Zamulaeva N.D., Zhamsaranova S.D. Dry extract from the pomace of the berries of wild plants as a promising ingredient of functional food. *Food technologies and biotechnologies*. Collection of works. Kazan. 2016, pp. 107–109 (*In Russian*).
14. Pavlov A.V. *Collection of recipes of flour confectionery and bakery products for catering*. St. Petersburg, Hidrometeoizdat Publ., 1998. 294 p. (*In Russian*).
15. Shipov V.A. *Technological instructions for the production of flour confectionery products*. Moscow. Economics Publ., 1999. 286 p. (*In Russian*).
16. Ibragimov N.R., Musina G.A. Evaluation of the Russian market of biscuits. *Economic science*, 2017, no. 76-1. URL: <https://novainfo.ru/article/14437>.
17. Vitovtov A.A. *Theoretical and practical basics of sensory evaluation of food*. St. Petersburg, GIORD Publ., 2010, 232 p. (*In Russian*).
18. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N. *Natural antioxidants. The content of food and their impact on human health and aging*. Moscow, Translit Publ., 2009, 212 p. (*In Russian*)

Статья поступила в редакцию 13.05.2019