

УДК 664.144:634.18

DOI: 10.15587/1729-4061.2017.103857

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАРШМЕЛОУ З НАТУРАЛЬНИМИ АНТОЦІАНОВИМИ БАРВНИКАМИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

М. В. Артамонова

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: artamonova_maya@hduht.edu.ua

І. С. Пілюгіна

Старший викладач**

E-mail: inna.piliugina@ukr.net

О. В. Самохвалова

Кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: sam55ov@gmail.com

Н. В. Мурликіна

Кандидат технічних наук, доцент**

E-mail: natvitmur@ukr.net

О. А. Кравченко

Кандидат хімічних наук, доцент

Кафедра прикладної хімії

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61022

E-mail: alekseykravch@ukr.net

І. М. Фоміна

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра технологій переробних і харчових виробництв

Харківський Національний технічний

університет сільського господарства ім. П. Василенка

вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: fomina.irina.n@gmail.com

А. М. Григоренко

Кандидат технічних наук

Головний технолог

Кондитерське підприємство ТОВ «Чарівна мозаїка»

Автошлях набережна, 21-а, м. Харків, Україна, 61038

E-mail: anzhegrig@yandex.ru

*Кафедра технології хліба, кондитерських,

макаронних виробів та харчо концентратів***

Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування*

***Харківський державний університет харчування та торгівлі

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Наводяться результати досліджень властивостей маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками із суданської троянди та чорноплідної горобини під час зберігання упродовж 30 діб. Показано, що герметична упаковка виробів у поліетиленову плівку та картон забезпечує необхідні для даного виду виробів органолептичні, фізико-хімічні показники якості, збереження антиоксидантних властивостей та інтенсивності кольору упродовж терміну зберігання

Ключові слова: маршмеллоу, антоціановий барвник, кріогенна технологія, порошок, Суданська троянда, чорноплідна горобина, антиоксидантна ємність

Приводятся результаты исследования свойств маршмеллоу с натуральными антоциановыми красителями из суданской розы и черноплодной рябины при хранении в течение 30 суток. Показано, что герметичная упаковка изделий в полиэтиленовую пленку и картон обеспечивает необходимые для данного вида изделий органолептические, физико-химические показатели качества, сохранность антиоксидантных свойств и интенсивности цвета в течение срока хранения

Ключевые слова: маршмеллоу, антоциановый краситель, кріогенная технология, порошок, Суданская роза, черноплодная рябина, антиоксидантная емкость

1. Вступ

Маршмеллоу – кондитерський виріб піноподібної структури, попит на який на світовому ринку постійно зростає. Завдяки вмісту желатину маршмеллоу має виражені жувальні властивості. Його вживають безпосе-

редньо в їжу, піддають термообробці, додають в гарячий шоколад, каву або какао, використовують як інгредієнт кондитерських виробів [1]. Виробництвом даного кондитерського виробу займаються великі транснаціональні компанії, зокрема Nestle (Швейцарія), а географія охоплює різні за ступенем розвитку категорії країн (табл. 1).

Таблиця 1

Географія виробників маршмелоу

| Торгова марка | Назва виробника | Країна |
|---------------|-----------------------------------|---------------------|
| Nestle | Nestle S.A. | Швейцарія |
| Campfire | Doumak Inc. | США |
| Haribo | Haribo GmbH & Co. KG | Німеччина |
| Guandy | Guatemalan Candies, S.A. | Гватемала |
| Fruna | Alimentos Fruna Ltda. | Чилі |
| Сладкий сніг | Витек ООО | Російська Федерація |
| Лісова казка | Кондитерська група «Лісова казка» | Україна |

Відомими є технології маршмелоу стійкого до плавлення з використанням харчової мікрокристалічної целюлози [2], суміші різних сахаридів [3], зі спіруліною [4], на основі полісахаридів рослинного та мікробного походження [5] тощо. З метою поліпшення харчової цінності маршмелоу виготовляють із сухим бджолиним пилом [6].

Для забезпечення високих органолептичних показників маршмелоу до рецептур включають барвники та ароматизатори. Більшість із них є синтетичними, тому позитивний вплив на якість готових виробів обмежується тільки гарним кольором, смаком та запахом. Водночас харчова цінність більшості видів маршмелоу залишається низькою.

Результати досліджень впливу на організм людини комбінацій харчових добавок у кількостях, що типові для розповсюджених харчових продуктів, призначених для дітей, показали, що хімічні барвники сповільнюють ріст нервових клітин у 4–7 разів [7]. Це дає підстави для проведення досліджень із розробки нових видів продукції з використанням добавок із рослинної сировини. Серед рослинних добавок особливо виділяють кріопорошки, які одержують шляхом кріогенного подрібнення сировини, що дозволяє зберегти біологічно активні речовини та підвищити якість кінцевого продукту. Автори публікацій [8, 9] використовували кріопорошок із червоного буряку у технології верхкового масла. Кріопорошки з виноградних вичавків і чорноплідної горобини, було використано у технологіях дріжджових виробів та пісочного печива, що дозволило поліпшити їх органолептичні та фізико-хімічні показники, а також підвищити їх біологічну цінність [10].

Серед плодово-ягідних порошоків із високою забарвлюючою здатністю виділяють дрібнодисперсні, отримані за кріогенною технологією у науково-виробничому підприємстві «Кріас-Плюс» (м. Харків, Україна), зокрема кріас-порошки з суданської троянди та чорноплідної горобини [11].

Таким чином, є актуальним вивчення можливості використання натуральних антоціанових барвників для виробництва високоякісного маршмелоу з підвищеною харчовою цінністю і натуральним кольором. Реалізація задуму дозволить розширити асортимент маршмелоу та створити конкурентоспроможну продукцію на ринку кондитерських виробів.

2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Науковці активно розробляють нові технології маршмелоу спеціального призначення з використанням

рослинної сировини або продуктів її переробки. Так, до складу маршмелоу функціонального призначення включають ячмінно-солодовий та полісолодовий екстракти, морквяний та гарбузовий соки, борошно підсмажених пластівців пшеничних зародків та ін. [12, 13]. Цукрозамінники нового покоління (ізомальтітол, еритритол, мальтітол) та їх суміші з фруктозою у виробництві маршмелоу [14, 15] дозволяють одержувати вироби дієтичного призначення [16]. Уведення до складу маршмелоу дієтичного призначення гарбузового і морквяного соків підвищує його харчову цінність і надає виробам статусу «дієтично-функціональний продукт» [17]. З метою підвищення харчової цінності маршмелоу доведено доцільність використання нетрадиційної сировини, а саме порошку топінамбура та фруктових соків [18, 19]. Проте завдання надання виробам привабливого стійкого кольору за рахунок натуральних барвників у даних роботах не вирішувалося. Також не визначалася антиоксидантна ємність виробів, які позиціонувалися як дієтичні, дієтично-функціональні.

Відсутні посилання з визначення антиоксидантної ємності розроблених фортифікованих виробів – маршмелоу з інвертним сиропом і фіто-екстрактами, вітамінами С, В₁ [20]. Водночас у цій роботі приділено увагу питанням поліпшення кольору і смаку маршмелоу за рахунок введення фіто-екстракту з чорниці. Більш пізні дослідження 2014–2016 років присвячені розробкам маршмелоу функціонального призначення та розширенню їх асортименту [21–24]. Розроблено технологію маршмелоу функціонального призначення з використанням натурального функціонального інгредієнта гуміарабіку «Instantgum». Даний інгредієнт є джерелом натурального харчового волокна, яке покращує функцію шлунково-кишкового тракту, знижує рівень глюкози в крові, що особливо важливо під час вживання продукції діабетиками [21, 22].

Запропоновано використання гуміарабіку сумісно з ксантаном та агаром у якості структуроутворювача під час виробництва забарвленого та ароматизованого маршмелоу. Це дозволило розширити асортимент кондитерських виробів за відсутністю інгредієнтів тваринного походження [23, 24].

У зазначених роботах [21–24] також не вирішувалися проблеми збереження упродовж часу органолептичних, фізико-хімічних властивостей, стійкості кольору, антиоксидантної ємності розроблених маршмелоу.

Вирішенню висвітлених проблем були присвячені дослідження авторів даної публікації. Розроблено нові види маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками, а саме кріас-порошками з суданської троянди (СТ) та чорноплідної горобини (ЧГ) [25]. Зазначені барвники є дрібнодисперсними. Їх одержують за низькотемпературною технологією, що дозволяє зберегти весь комплекс біологічно активних речовин вихідної сировини. Показано, що використання даних барвників у технології маршмелоу дозволяє надати виробам антиоксидантних властивостей [26]. Дослідження властивостей нових видів маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками протягом терміну зберігання не проводились. Вивчення органолептичних, фізико-хімічних та антиоксидантних властивостей нових виробів є необхідними для обґрунтування їх умов зберігання та виду пакування.

Таким чином, для вирішення проблеми збереження упродовж часу показників якості, стійкості кольору, антиоксидантної ємності маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками важливо і своєчасно дослідити його властивості протягом терміну зберігання.

3. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи було дослідження органолептичних, фізико-хімічних та антиоксидантних властивостей маршмелоу з натуральними барвниками антоціанової природи протягом терміну зберігання, обґрунтування оптимальних умов їх зберігання та виду пакування.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- визначити органолептичні, фізико-хімічні показники якості та антиоксидантну ємність маршмелоу з екстрактами кріас-порошків з суданської троянди та чорноплідної горобини;

- обґрунтувати умови зберігання та вид пакування для маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками;

- дослідити зміни фізико-хімічних показників якості та антиоксидантної ємності маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками під час зберігання за різних видів пакування;

- дослідити стійкість кольору маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками під час зберігання за різних видів пакування.

4. Матеріали та методи дослідження властивостей маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками протягом терміну зберігання

Об'єкт дослідження – органолептичні, фізико-хімічні, антиоксидантні властивості продукту під час його зберігання упродовж 30 діб. Предмет дослідження – маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками. Вони відрізнялись видом структуроутво-

рювача – желатин або желатин з солюбілізованими речовинами та видом барвника – кріас-порошок із суданської троянди або кріас-порошок із чорноплідної горобини (табл. 2). Як контроль використовували маршмелоу, яке виготовляли на желатині без натуральних антоціанових барвників.

Більш детально про досліджувані матеріали та обладнання, що використовувались в експерименті, а також методики визначення показників якості зразків викладено в роботі [27].

Таблиця 2

Досліджувані зразки маршмелоу

| Абревіатура зразка маршмелоу | Змінні інгредієнти рецептури маршмелоу | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|
| | Барвник | Структуроутворювач |
| МСТ-1 | Водний екстракт кріас-порошку з суданської троянди | Желатин |
| МСТ-2 | | Желатин з солюбілізованими речовинами |
| МСТ-3 | Водно-спиртовий екстракт кріас-порошку з суданської троянди | Желатин |
| МСТ-4 | | Желатин з солюбілізованими речовинами |
| МЧГ-5 | Водно-спиртовий екстракт кріас-порошку з чорноплідної горобини | Желатин |
| МЧГ-6 | | Желатин з солюбілізованими речовинами |

5. Результати досліджень органолептичних, фізико-хімічних та антиоксидантних властивостей маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками

5.1. Органолептичні показники якості маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками та його сенсорна оцінка

Результати визначення органолептичних показників та сенсорної оцінки маршмелоу з натуральними антоціановими барвниками приведено в табл. 3, 4.

Таблиця 3

Органолептичні показники якості маршмелоу

| Найменування показника | Характеристика маршмелоу | | | | | | |
|------------------------|---|--|-------|-------|-------|--|-------|
| | Контроль | МСТ-1 | МСТ-2 | МСТ-3 | МСТ-4 | МЧГ-5 | МЧГ-6 |
| Форма | Правильна, з чітким контуром, без деформації. Допускаються незначні напливи | | | | | | |
| Поверхня | Суха, не липка, без грубих затвердінь, рівномірно обсипана сумішшю крохмалю та цукрової пудри | | | | | | |
| Консистенція | М'яка, піноподібна, затяжна | | | | | | |
| Смак і запах | Кислувато-солодкий, без стороннього присмаку та запаху | Кислувато-солодкий, з присмаком суданської троянди, без стороннього присмаку та запаху | | | | Кислувато-солодкий, з присмаком чорно-плідної горобини, без стороннього присмаку та запаху | |
| Колір | Білий | Рожевий | | | | Світло рожевий | |

Таблиця 4

Результати сенсорної оцінки маршмелову

| Зразок маршмелову | Значення показників, бали | | | | | K ₀ |
|----------------------|---------------------------|----------|--------------|--------------|-------|----------------|
| | Форма | Поверхня | Консистенція | Смак і запах | Колір | |
| Контроль | 4,8 | 4,8 | 4,5 | 4,2 | 4,8 | 0,92 |
| МСТ-1 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 4,9 | 0,97 |
| МСТ-2 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 4,9 | 0,97 |
| МСТ-3 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 4,9 | 0,97 |
| МСТ-4 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 4,9 | 0,97 |
| МЧГ-5 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 4,8 | 4,8 | 0,96 |
| МЧГ-6 | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 4,8 | 4,8 | 0,96 |
| Коефіцієнт вагомості | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | – |

Як видно з табл. 4 якість зразків маршмелову відповідає таким оцінкам: контроль – відмінно, маршмелову з натуральними антоціановими барвниками – відмінно (K₀=1,0–0,9).

5.2. Фізико-хімічні властивості маршмелову з натуральними антоціановими барвниками та його антиоксидантна ємність

Результати визначення фізико-хімічних показників якості та антиоксидантної ємності нових видів маршмелову та контролю наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Фізико-хімічні властивості та антиоксидантна ємність маршмелову

| Зразок маршмелову | Масова частка вологи, % | Масова частка редуковувальних речовин, % | Густина, г/см ³ | Загальна кислотність, град | АОЄ, мг АКЕ/100 г зразка |
|-------------------|-------------------------|--|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Контроль | 19,0±0,5 | 11,0±0,6 | 0,53±0,02 | 3,5±0,1 | 14,4±2,9 |
| МСТ-1 | 19,5±0,5 | 13,0±0,6 | 0,56±0,02 | 3,5±0,1 | 24,7±1,8 |
| МСТ-2 | 19,5±0,5 | 13,0±0,5 | 0,58±0,02 | 3,5±0,1 | 26,6±2,1 |
| МСТ-3 | 19,0±0,5 | 13,0±0,6 | 0,51±0,02 | 3,5±0,1 | 33,1±2,5 |
| МСТ-4 | 19,0±0,5 | 13,0±0,5 | 0,53±0,02 | 3,5±0,1 | 29,4±3,6 |
| МЧГ-5 | 21,5±0,9 | 13,0±0,6 | 0,64±0,02 | 3,5±0,1 | 34,6±5,5 |
| МЧГ-6 | 21,5±0,9 | 13,0±0,5 | 0,67±0,02 | 3,5±0,1 | 33,6±1,5 |

Із даних табл. 5 видно, що показник масової частки вологи для маршмелову з натуральними антоціановими барвниками знаходиться у межах 19,0...21,5 %, густина – 0,51...0,67 г/см³, масова частка редуковувальних речовин не перебільшує 13,6 %, загальна кислотність становить 3,5 град.

Як свідчать дані табл. 5, використання натуральних антоціанових барвників у технології маршмелову дозволило підвищити АОЄ виробів до 24,7...34,6 мг АКЕ/100 г зразка.

Термін зберігання є однією з основних характеристик, що визначає конкурентоспроможність будь-якого продукту на ринку. Під час зберігання маршмелову у результаті фізико-хімічних і мікробіологічних процесів можуть змінюватись їх показники якості. Зниження властивостей безпосередньо зумовлюється процесом

дифузії вологи і різноманітними хімічними перетвореннями. Їх хімізм пов'язаний із гідролізом вуглеводів, окисно-відновними реакціями складових сполук маршмелову, конденсацією, полімеризацією продуктів реверсії. Водночас характер та інтенсивність їх перебігу залежить від таких факторів, як рецептурний склад, технологія виробництва, умови зберігання та спосіб пакування.

5.3. Обґрунтування умов зберігання маршмелову з натуральними антоціановими барвниками

З метою обґрунтування умов зберігання нових видів маршмелову було досліджено динаміку зміни маси зразків маршмелову (Δm) за різних значень відносної вологості повітря під час зберігання за температури (15...18) °С протягом 30 діб. У табл. 6 наведено результати, отримані через 2 доби.

Під час зберігання зразків за відносної вологості повітря 60...80 % через 2 доби зміни маси зразків маршмелову без добавок та з добавками не перевищували 4,80±0,20 %. Через 30 діб зберігання зміни маси маршмелову без добавок склали –7,15...+62,97 %, маршмелову з екстрактами квіас-порошків – 15,50...+50,84 % залежно від відносної вологості повітря.

Згідно з нормативною документацією, даний вид продукції повинен зберігатись за температури (15...18) °С та відносної вологості повітря не більше ніж 75 %. Таким чином, короткострокове зберігання (до 2 діб) маршмелову з натуральними барвниками антоціанової природи за температури (15...18) °С та відносної вологості повітря 60...75 % можливе без пакувальних матеріалів. Зберігання нових видів виробів протягом тривалих строків (до 30 діб) можливе лише за умови застосування полімерних пакувальних матеріалів, які перешкоджають дифузії вологи.

Таблиця 6

Зміна маси маршмелову через 2 доби зберігання за різної відносної вологості повітря

| Зразок маршмелову | Показник зміни маси зразків маршмелову за відносної вологості повітря, % | | | | |
|-------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 60 | 80 | 90 | 97 |
| Контроль | –5,90 | 0,04 | 4,12 | 10,11 | 14,77 |
| МСТ-1 | –5,80 | –2,20 | –0,30 | 5,0 | 8,50 |
| МСТ-2 | –5,90 | –2,50 | –0,20 | 2,50 | 4,50 |
| МСТ-3 | –5,80 | –0,20 | 3,70 | 8,70 | 10,50 |
| МСТ-4 | –6,00 | –3,50 | –0,50 | 4,50 | 7,00 |
| МЧГ-5 | –2,78 | –0,11 | 2,83 | 6,53 | 8,19 |
| МЧГ-6 | –7,00 | –0,49 | 5,00 | 8,06 | 9,05 |

5.4. Зміни показників якості, антиоксидантної ємності зразків маршмелову під час зберігання

Вплив способів та терміну зберігання на якість нових видів маршмелову досліджували за зміною основних фізико-хімічних та органолептичних показників. Вивчення продовжували протягом усього терміну зберігання, а саме – 30 діб із дня виготовлення. Маршмелову з натуральними антоціановими барвниками зберігали за температури 15...18 °С, відносної вологості не більше ніж 75 %. Зразки розфасовували згідно з

чинними вимогами у поліетиленову плівку або поліетиленову плівку і коробку з гофрованого картону, призначеного для кондитерських виробів по 150 г. Отримані результати досліджень зміни фізико-хімічних показників протягом терміну зберігання приведені на рис. 1, 2.

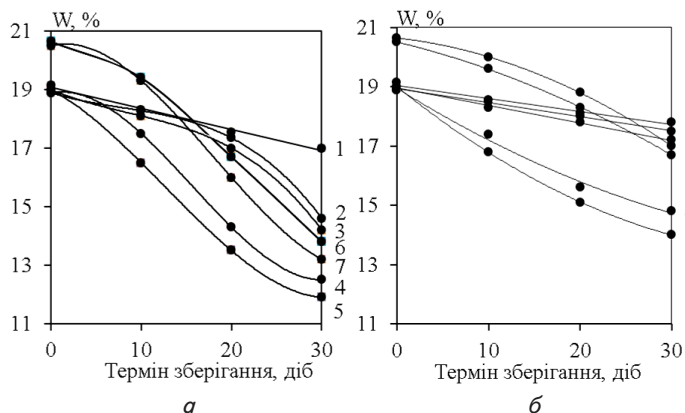


Рис. 1. Масова частка вологи *W* у зразках маршмеллоу (1 – контроль; 2 – МСТ-1; 3 – МСТ-2; 4 – МСТ-3; 5 – МСТ-4; 6 – МЧГ-5; 7 – МЧГ-6) протягом зберігання залежно від виду пакування: *a* – поліетиленова плівка; *б* – поліетиленова плівка і картонна коробка

Після 30 діб зберігання в поліетилені вміст вологи в маршмеллоу без добавок становив 17,0 %, а з додаванням екстрактів кріас-порошків – 12,0–14,7 %. Для зразків МСТ-1 та МСТ-2 втрати вологи протягом перших 15 діб аналогічні маршмеллоу без добавок, протягом 16–30 доби втрати вологи збільшуються.

Під час зберігання виробів, упакованими у поліетиленову плівку та картонну коробку, вологість становить 17,8 % для маршмеллоу без добавок та 14,0–17,5 % – для маршмеллоу з добавками.

Установлено, що через 30 діб зберігання загальна кислотність маршмеллоу з водними екстрактами кріас-порошків становить 4,2–4,3 град, для маршмеллоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків – 3,7–3,9 град.

Зі зміною показника загальної кислотності пов'язана зміна вмісту редукувальних речовин маршмеллоу під час зберігання. Встановлено, що під час зберігання відбувається накопичення редукувальних речовин в усіх дослідних зразках, але більш інтенсивно воно перебігає за умови зберігання маршмеллоу в поліетиленовій плівці (на 2–4 %).

Дані щодо визначення густини нових видів маршмеллоу протягом терміну зберігання наведено на рис. 2.

Наприкінці терміну зберігання густина виробів з екстрактами кріас-порошків із суданської троянди та чорноплідної горобини знаходилась у допустимих межах.

Величина АОЕ дає інформацію про антиоксидантний потенціал хімічних сполук складної харчової системи відносно її можливості інгібувати процеси окиснення. Останні є важливими в тестуванні якості розроблених харчових продуктів упродовж

терміну придатності і за різних умов зберігання. Для коректного порівняння величини АОЕ, отримані експериментально за певного вмісту вологи у зразку, перераховували на масу сухих речовин маршмеллоу. Було ураховано значення масової частки вологи на початку та наприкінці терміну зберігання. Для цього використовували допущення про лінійність зміни антиоксидантної ємності зі зміною вмісту вологи у зразку. Виходячи з цих положень, величину антиоксидантної ємності сухих речовин зразка маршмеллоу $AOE_{c.p.}$ (мг АКЕ/100 г сухих речовин маршмеллоу) розраховували за формулою (1).

$$AOE_{c.p.} = AOE \frac{100}{100 - W}, \tag{1}$$

де АОЕ – антиоксидантна ємність зразка за відповідного вмісту вологи *W* (%). Для розрахунків значення вмісту вологи у зразках брали з табл. 5.

Для порівняльного аналізу АОЕ зразків маршмеллоу було прийнято за 100 %. Відносну зміну δAOE зразків (%) через 30 діб зберігання розраховували за формулою (2):

$$\delta AOE_{c.p.} = \frac{AOE_{c.p.}^{30}}{AOE_{c.p.}^0} \cdot 100 \%, \tag{2}$$

де $AOE_{c.p.}^{30}$ – антиоксидантна ємність сухих речовин зразка через 30 діб зберігання, мг АКЕ/100 г; $AOE_{c.p.}^0$ – антиоксидантна ємність сухих речовин зразка одразу після виготовлення, мг АКЕ/100 г.

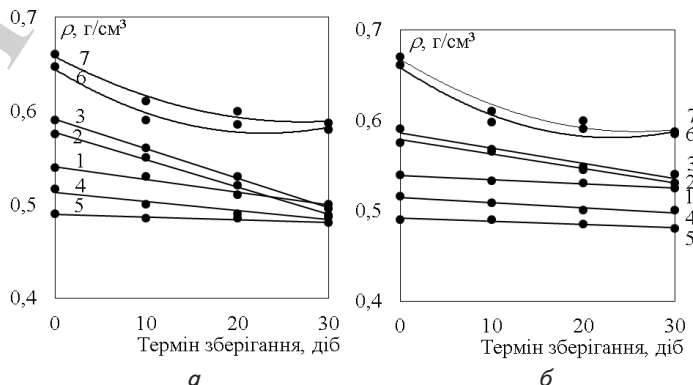


Рис. 2. Густина ρ зразків маршмеллоу (1 – контроль; 2 – МСТ-1; 3 – МСТ-2; 4 – МСТ-3; 5 – МСТ-4; 6 – МЧГ-5; 7 – МЧГ-6) протягом зберігання залежно від виду пакування: *a* – поліетиленова плівка; *б* – поліетиленова плівка і картонна коробка

Результати визначення $\delta AOE_{c.p.}$ зразків маршмеллоу після зберігання протягом 30 діб у різних видах пакування наведено на рис. 3.

Згідно з отриманими даними (рис. 3), відносні зміни $\delta AOE_{c.p.}$ зразків МСТ-3, МЧГ-5 не перевищували 10 % незалежно від виду пакування. Для маршмеллоу на желатині з солюбілізованими речовинами (зразки МСТ-4, МЧГ-6) зміни $\delta AOE_{c.p.}$ були більш суттєвими – до 50 %.

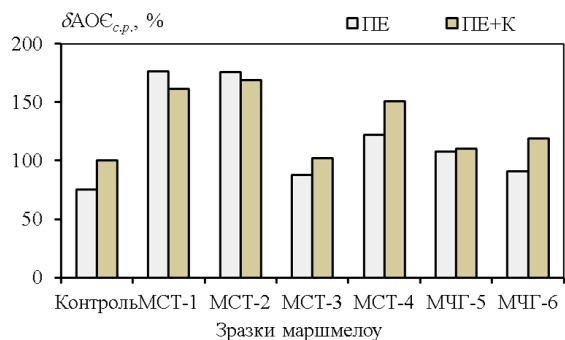


Рис. 3. Відносна зміна $\Delta\text{АОЕ}_{\text{с.р.}}$ зразків (%) маршмеллоу після 30 днів зберігання в поліетиленовій плівці (ПЕ) або у поліетиленовій плівці та картонній коробці (ПЕ+К)

5. 5. Дослідження стійкості кольору маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками під час зберігання за різних видів пакування

Попередньо було встановлено, що під час зберігання в поліетиленовій плівці органолептичні показники якості маршмеллоу протягом 1–14-ї доби зберігання відповідають щойно виготовленим виробам. Протягом 15–30 днів зменшується інтенсивність кольору виробів, інші органолептичні показники залишаються без змін. Для виробів додатково упакованих у картон візуальне сприйняття кольору через 30 днів зберігання залишилось без змін. Тому подальші дослідження були пов'язані з дослідженням стійкості кольору виробів при зберіганні протягом 30 днів за різних видів пакування (рис. 4).

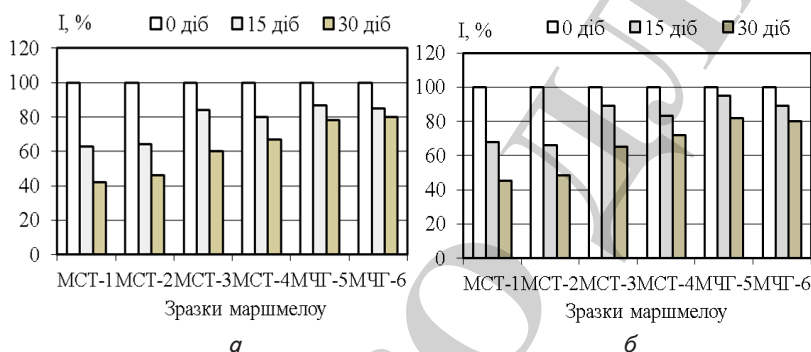


Рис. 4. Інтенсивність кольору / зразків маршмеллоу протягом зберігання залежно від виду пакування: а – поліетиленова плівка; б – поліетиленова плівка і картонна коробка

Із наведених даних (рис. 4) видно, що протягом 15 днів інтенсивність кольору виробів зменшується на 5–38%. Наприкінці терміну зберігання зміни досягають 18–58%.

6. Обговорення результатів дослідження властивостей маршмеллоу з натуральними барвниками під час зберігання

За результатами сенсорної оцінки встановлено, що маршмеллоу з екстрактами кріас-порошків з суданської троянди та чорноплідної горобини мають правильну форму, з чітким контуром, без деформації. Поверхня виробів суха, не липка, без грубих затвердінь, рівномірно обсіпана сумішшю крохмалю та цукрової пудри, консистенція – м'яка, піноподібна, затяжна. Нові

вироби рожевого кольору, мають кислувато-солодкий смак, з присмаком суданської троянди або чорноплідної горобини (табл. 3). Практично за всіма органолептичними показниками (форма, консистенція, смак, запах, колір) нові вироби з натуральними антоціановими барвниками перевищують результати контролю, виготовленого без них (табл. 4).

Результати визначення фізико-хімічних показників (табл. 5) підтверджують, що для нових видів маршмеллоу забезпечено необхідні для даного виду виробів показники якості. Крім того, використання натуральних антоціанових барвників у технології маршмеллоу дозволило значно підвищити антиоксидантні властивості готового продукту (табл. 5). Про це свідчить зростання величини АОЕ для всіх розроблених зразків у 2–2,5 рази порівняно з контрольним зразком, який не містить зазначених барвників.

Згідно з отриманими результатами (рис. 1), для маршмеллоу з натуральними барвниками втрати масової частки вологи під час зберігання в поліетилені упродовж 30 днів більше порівняно з маршмеллоу без добавок. Збільшення втрат вологи зразками маршмеллоу МСТ-3, МСТ-4, МЧГ-5, МЧГ-6 під час зберігання обумовлено більшою часткою вільної вологи, а також, ймовірно, присутністю в екстрактах барвників легкоетилевого спирту. Для зразків МСТ-1 та МСТ-2 збільшення втрат вологи, яке спостерігається протягом 16–30 доби, ймовірно, пов'язано з більшою часткою вільної вологи у зразках.

За герметичного пакування зразків маршмеллоу у поліетилен видалення вологи відбувається доти, доки не досягнуто рівновагу у повітряному просторі всередині пакету. Однак поліетилен характеризується частковою проникністю для водяної пари. Під час додаткового пакування у картон процес втрати вологи з маршмеллоу уповільнюється. Вологість зменшується не так значно, як під час зберігання у поліетилені. Отже додаткове пакування маршмеллоу в картонну коробку зберігає вологість виробів з водним екстрактом кріас-порошку з суданської троянди на рівні 91–94% від початкової, водно-спиртовими екстрактами – на рівні 74–82% від початкової. Це дозволяє довше зберігати ніжну пружну консистенцію маршмеллоу та утримувати їх форму.

Під час зберігання маршмеллоу значення загальної кислотності виробів наприкінці терміну зберігання практично не залежить від виду пакування. Через 30 днів зберігання загальна кислотність маршмеллоу з водними екстрактами кріас-порошків збільшилась на 0,75–0,83 град, для маршмеллоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків – 0,18–0,35 град і знаходилась у допустимих межах. Одночасно відбувалось накопичення редукувальних речовин в усіх дослідних зразках, що пояснюється процесом гідролізу сахарози.

Для усіх досліджуваних зразків маршмеллоу під час зберігання спостерігається незначне зменшення густини (рис. 2). Найбільша зміна цього показника за умови зберігання зразків у поліетиленовій плівці спостерігається для маршмеллоу з водним екстрактом крі-

ас-порошку з суданської троянди – 15–16 %. Додаткове пакування зразків у картон дозволило зменшити зміни густини виробів, тобто дозволило зберегти пружну консистенцію маршмеллоу.

Згідно з отриманими даними (рис. 3), найбільш стабільними з точки зору антиоксидантних властивостей є зразки маршмеллоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків (МСТ-3, МСТ-4, МЧГ-5, МЧГ-6). Характерною особливістю є те, що для зразків маршмеллоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків, упакованих у поліетилен та картон, значення $dAOE_{c.p.}$ збільшувались порівняно зі зразками, упакованими тільки у поліетилен. Збільшення АОЕ свідчить про перебіг окисно-відновних реакцій між хімічними речовинами складної харчової матриці: природними антиоксидантами з фотохімічними властивостями, харчовими компонентами, атмосферним киснем та Maillard reaction продуктами. Аналіз літературних джерел показав, що аналогічні результати були отримані для фруктових та овочевих соків [28–30], екстрактів [31]. Найбільші зміни антиоксидантної ємності спостерігались для зразків маршмеллоу, виготовлених з додаванням водного екстракту кріас-порошку з суданської троянди.

Із наведених даних (рис. 4) видно, що характер зміни інтенсивності кольору маршмеллоу для усіх зразків однаковий. Установлено (рис. 4, б), що додаткове пакування виробів у картонну коробку дозволяє зменшити зміни інтенсивності кольору виробів до 6 %.

Визначено, що введення до складу маршмеллоу водно-спиртового екстракту кріас-порошку з суданської троянди дозволяє виготовляти вироби, для яких інтенсивність кольору наприкінці терміну зберігання становить 60–72 % від початкового значення (рис. 4). Доведено, що вироби з екстрактом кріас-порошку з чорноплідної горобини мають більш стійкий колір порівняно з виробами з екстрактами кріас-порошку з суданської троянди. Наприкінці терміну зберігання інтенсивність кольору становить 78–84 % від початкового значення.

Маршмеллоу на желатині з солюбілізованими речовинами наприкінці терміну зберігання характеризувалося більш інтенсивним кольором порівняно з маршмеллоу на желатині. Отже використання структуроутворювача з солюбілізованими речовинами дозволяє виготовляти вироби з більш стійким кольором.

Результати проведених досліджень підтверджують, що під час зберігання маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками з суданської троянди та чорноплідної горобини інтенсивність їх кольору знижується. Проте за умови зберігання у поліетиленовій плівці та картонній коробці зміни перебігають менш

інтенсивно. Тому ми рекомендуємо зберігати нові види маршмеллоу саме в такому виді пакування.

7. Висновки

1. Результатами сенсорної оцінки доведено поліпшення органолептичних показників нових видів маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками з суданської троянди та чорноплідної горобини порівняно з контролем. Їх комплексний показник якості становить 0,96–0,97 і значимо перевищує результат контролю (0,92).

2. Для нових видів маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками забезпечено необхідні для даного виду виробів фізико-хімічні показники якості. Масова частка вологи знаходиться у межах 19,0...21,5 %, густина – 0,51...0,67 г/см³. Масова частка редукувальних речовин не перевищує 13,6 %, загальна кислотність становить 3,5 град. Використання натуральних антоціанових барвників у технології маршмеллоу дозволяє значно підвищити антиоксидантні властивості готового продукту. Величина антиоксидантної ємності всіх розроблених зразків у 2–2,5 рази вища порівняно з контролем, який не містить зазначених барвників.

3. Установлено, що короткострокове зберігання маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками (до 2 діб) за температури 15...18 °C та відносної вологості повітря не більше ніж 75 % можливе без пакувальних матеріалів. Зберігання виробів протягом більш тривалих строків (до 30 діб) можливе лише за умови використання пакувальних матеріалів.

4. Вивчено закономірності зміни органолептичних та фізико-хімічних показників якості маршмеллоу з натуральними антоціановими барвниками протягом 30 діб зберігання за різних видів пакування. Встановлено, що зберігання виробів герметично упакованими у поліетиленову плівку та картонну коробку забезпечує їх високі показники якості.

5. Доведено, що збереження інтенсивності кольору маршмеллоу забезпечується герметичним пакуванням у поліетиленову плівку та картон.

Подяки

Автори статті висловлюють подяку к.х.н., доценту кафедри хімії, мікробіології та гігієни харчування Харківського державного університету харчування та торгівлі Губському С. М. за допомогу під час проведення досліджень методом гальваностатичної кулонометрії з електрогенерованим бромом.

Література

1. Goldstein, D. The Oxford Companion to Sugar and Sweets [Text] / D. Goldstein. – Oxford University Press, 2015. doi: 10.1093/acref/9780199313396.001.0001
2. Pat. No. US 5429830 A. Marshmallow-type confections [Text] / Janovsky C. A., McCredie J. E.; Fmc Corporation. – No. US 08/272,165; declared: 08.07.1994; published: 04.07.1995.
3. Periche, A. Potential use of isomaltulose to produce healthier marshmallows [Text] / A. Periche, A. Heredia, I. Escriche, A. Andres, M.L. Castello // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 62, Issue 1. – P. 605–612. doi: 10.1016/j.lwt.2014.12.024
4. Пат. № 69302А UA. Збивний виріб типу маршмеллоу. МПК А 23 G 3/34, А 23 G 3/36 [Текст] / Дорохович А. М., Біляєва О. О., Хоблов О. О.; заявник та власник Національний університет харчових технологій. – № 20031212359; заявл. 25.12.2003; опубл. 16.08.2004, Бюл. № 8. – 3 с.

5. Кодацкий, Ю. А. Изучение вязко-упругих свойств и активности воды в маршмеллоу на основе полисахаридов растительного и микробного происхождения [Текст] / Ю. А. Кодацкий, О. Н. Клюкина, Н. В. Неповинных, Н. М. Птичкина, С. Л. Шмаков, С. Еганехзад, Р. Кадкходан // Пищевая промышленность. – 2016. – № 4. – С. 30–33.
6. Ungure, E. Consumer Attitude and Sensory Evaluation of Marshmallow [Text] / E. Ungure, E. Straumite, S. Muizniece-Brasava, L. Dukalska // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. – 2013. – Vol. 67, Issue 4-5. doi: 10.2478/prolas-2013-0077
7. Колмакова, Н. С. Последние исследования в области безопасности синтетических красителей и тенденции развития рынка [Текст] / Н. С. Колмакова // Пищевая промышленность. – 2008. – № 11. – С. 56–57.
8. Rashevskaya, T. A. Identification of moisture nanoparticles in the butter sub-microstructure [Text] / T. Rashevskaya, I. Gulyi, A. Ukrainets, M. Nishchenko, S. Likhtorovich, E. Buzaneva // Materials Science and Engineering: C. – 2002. – Vol. 19, Issue 1-2. – P. 33–35. doi: 10.1016/s0928-4931(01)00420-9
9. Ivanov, S. V. The nanostructure's management is the basis for a functional fatty foods' production [Text] / S. V. Ivanov, T. A. Rashevskaya // Procedia Food Science. – 2011. – Vol. 1. – P. 24–31. doi: 10.1016/j.profoo.2011.09.005
10. Чуйко, А. М. Дослідження якості виробів із дріжджового тіста і пісочного печива з використанням крио-порошків із рослинної сировини [Текст] / А. М. Чуйко, М. М. Чуйко, О. С. Орлова, С. О. Єрьоменко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 12 (68). – С. 133–137. doi: 10.15587/1729-4061.2014.22416
11. Пат. № 6496А UA. Спосіб одержання природного харчового барвника з рослинної сировини. МПК (2006) С 09 В 61/00 [Текст] / Гальчинецька Ю. Л., Гриненко М. С., Бородавка А. П., Шевцов М. І., Панкевич П. Ф., Распопін Ю. С., Коваленко А. А., Єгорова В. Г.; заявник та патентовласник Гриненко М. С. – № 94076209; заявл. 13.07.1994; опубл. 29.12.1994, Бюл. № 8. – 6 с.
12. Дорохович, А. Н. Маршмеллоу функціонального призначення [Текст] / А. Н. Дорохович, В. В. Бадрук // Хлебопек. – 2013. – № 2. – С. 37–39.
13. Дорохович, А. М. Виробництво маршмеллоу функціонального призначення з використанням овочевих соків [Текст] / А. М. Дорохович, В. В. Бадрук // Харчова наука і технологія. – 2013. – № 1 (22). – С. 19–21.
14. Дорохович, А. М. Вплив суміші ізомальту та фруктози на технологічні властивості маси для кондитерського виробу маршмеллоу [Текст] / А. М. Дорохович, В. В. Бадрук // Ukrainian food journal. – 2012. – № 3. – С. 7–11.
15. Бадрук, В. В. Оптимізація рецептурних композицій кондитерського виробу маршмеллоу дієтичного призначення [Текст] / В. В. Бадрук, Т. В. Зінченко, А. М. Дорохович // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2013. – Вип. 30. – С. 320–326.
16. Дорохович, А. Н. Маршмеллоу дієтичного і функціонального призначення [Текст] / А. Н. Дорохович, В. В. Бадрук // Продукты & ингредиенты. – 2012. – № 9. – С. 34–35.
17. Бадрук, В. В. Маршмеллоу дієтически-функціонального призначення с использованием полиола мальтитола и овощных соков [Текст] / В. В. Бадрук, А. Н. Дорохович // Международный научный форум «Пищевые инновации и биотехнологии». – Кемерово, 2013. – С. 41–46.
18. Пат. № 74805 UA. Маршмеллоу з топінамбуром. МПК (2012.01) А 23 G 3/00 [Текст] / Бондар Н. П., Коваленко І. О.; заявник та власник Національний університет харчових технологій. – № у 201205235; заявл. 27.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21. – 4 с.
19. Коваленко, І. О. Удосконалення технології маршмеллоу на фруктозі з використанням плодово-ягідної сировини у закладах ресторанного господарства [Текст] / І. О. Коваленко, Н. П. Бондар, Л. О. Шаран // Ukrainian Food Journal. Food Technologies. – 2014. – № 2. – С. 62–67.
20. Кененбай, Ш. Разработка сахарных композиций для ОП [Текст]: Междунар. науч.-практ. конф. / Ш. Кененбай, А. М. Дуйсен // Тенденции инновационных процессов в науке. – Москва: РИО ЕФИР, 2015. – С. 13–15.
21. Магомедов, Г. О. Оптимизация рецептуры зефира на желатине функционального назначения [Текст] / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, И. В. Плотникова, Т. А. Шевякова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 1. – С. 126–129.
22. Магомедов, Г. О. Совершенствование технологии мини-зефира (маршмеллоу) на желатине [Текст] / Г. О. Магомедов, И. В. Плотникова, А. А. Журавлев, Т. А. Шевякова, А. В. Попова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2014. – № 11. – С. 6–9.
23. Du Toit, L. Replacement of gelatin with liquid Opuntia ficus-indica mucilage in marshmallows. Part 1: Physical parameters [Text] / L. Du Toit, C. Bothma, M. De Wit, A. Hugo // Journal of the Professional Association for Cactus Development. – 2016. – Vol. 18. – P. 25–39.
24. Du Toit, L. Replacement of gelatin with Opuntia ficus-indica mucilage in flavored pink and unflavored white marshmallows. Part 2: Consumer liking [Text] / L. Du Toit, C. Bothma, M. De Wit, A. Hugo // Journal of the Professional Association for Cactus Development. – 2016. – Vol. 18. – P. 40–51.
25. Артамонова, М. В. Удосконалення технології мармеладно-пастильних виробів з використанням рослинних добавок, отриманих за криотехнологіями [Текст]: кол. монографія / М. В. Артамонова, І. С. Пілюгіна, Н. В. Шматченко; ред. В. В. Євлаш, В. О. Потапова, Н. Л. Савицької // Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технології, енергоефективної переробки, зберігання та маркетингу. – Х.: ХДУХТ, 2015. – С. 144–171.

26. Gubsky, S. Determination of total antioxidant capacity in marmalade and marshmallow [Text] / S. Gubsky, M. Artamonova, N. Shmatchenko, I. Piliugina, E. Aksenova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4, Issue 11 (82). – P. 43–50. doi: 10.15587/1729-4061.2016.73546
27. Artamonova, M. Study of the properties of marshmallow with the sudanese rose and black chokeberry dyes upon storage [Text] / M. Artamonova, I. Piliugina, O. Samokhvalova, N. Murlykina, O. Kravchenko, I. Fomina, A. Grigorenko // EUREKA: Life Sciences. – 2017. – Issue 3. – P. 15–23. doi: 10.21303/2504-5695.2017.00348
28. Ladron de Guevara, R. G. The effect of a natural antioxidant on the stability of heat-treated paprika [Text] / R. G. Ladron de Guevara, R. Bernabeu, M. I. Picazo, M. Gonzalez, R. Varon // International Journal of Food Science and Technology. – 2005. – Vol. 40, Issue 9. – P. 1005–1010. doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.01034.x
29. Anese, M. Influence of total solids concentration and temperature on the changes in redox potential of tomato pastes [Text] / M. Anese, S. Calligaris, M. C. Nicoli, R. Massini // International Journal of Food Science and Technology. – 2003. – Vol. 38, Issue 1. – P. 55–61. doi: 10.1046/j.1365-2621.2003.00637.x
30. Bamidele, O. P. Chemical and antioxidant properties of snake tomato (*Trichosanthes cucumerina*) juice and Pineapple (*Ananas comosus*) juice blends and their changes during storage [Text] / O. P. Bamidele, M. B. Fasogbon // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 220. – P. 184–189. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.013
31. Duan, X. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning [Text] / X. Duan, Y. Jiang, X. Su, Z. Zhang, J. Shi // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 101, Issue 4. – P. 1365–1371. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.06.057

