

ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ:

інноваційні аспекти технологій,
енергоефективного виробництва,
зберігання та маркетингу



Колективна монографія

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет
харчування та торгівлі



ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ:
інноваційні аспекти технологій,
енергоефективного виробництва,
зберігання та маркетингу

Колективна монографія

За редакцією

проф. В. В. Євлаш
проф. В. О. Потапова
проф. М.І. Радченко
проф. Н. Л. Савицької

ХАРКІВ
ВИДАВНИЦТВО СВІТ КНИГ
2016

УДК 339.13:613.2
ББК 30.3:51.230:65.012.43
ПЗ0

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. Дорохович В.В.
Національний університет харчових технологій, м. Київ
д-р техн. наук, проф. Хмельнюк М.Г.
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
д-р екон. наук, проф. Карпенко Н.В.
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава

Рекомендовано до друку вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі

ПЗ0 ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ: інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу: колективна монографія / за ред. проф. В. В. Євлаш, проф. В. О. Потапова, проф. М.І. Радченко, проф. Н. Л. Савицької. – Х. : Світ книг, 2016. – 546 с.

ISBN 978-966-2678-49-9

У монографії з позиції інноваційного підходу розкрито проблемні питання теоретичного обґрунтування та розробки технологій, енергоефективного виробництва та зберігання, а також маркетингові інструменти формування та розвитку ринку продуктів для повноцінного харчування.

Призначено для аспірантів, магістрів, студентів технологічних та економічних спеціальностей, фахівців маркетингових служб.

УДК 339.13:613.2
ББК 30.3:51.230:65.012.43

- © Колектив авторів, 2016
- © Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2016
- © С.М.Губський, комп'ютерний дизайн та верстання, 2016

ISBN 978-966-2678-49-9

Kharkiv State University of Food Technology and Trade



NUTRITION: innovation aspects of technologies, energy efficient production, storage and marketing

EDITED BY

**Viktoriya Evlash, Prof.
Volodimir Potapov, Prof.
Mykola Radchenko, Prof.
Nataliia Savytska, Prof.**

**Колективна монографія підготовлена за матеріалами
Всеукраїнського науково-практичного семінару**

**"Проблеми повноцінного харчування,
енергоефективної переробки та зберігання»,**

**що відбувся 6-7 червня 2016 року
в Харківському державному університеті харчування та торгівлі,
Харків, Україна**

**The collective monograph published by material
Ukrainian scientific-practical seminar**

***“The problems of full-value nutrition,
energy efficient processing and storage”***

**6-7 June 2016
Kharkiv State University of Food Technology and Trade
Kharkiv, Ukraine**

Розділ 4/Chapter 4

Визначення антиоксидантної ємності мармеладу желейно-фруктового та маршмелоу з дрібнодисперсними рослинними добавками

М.В. Артамонова, І.С. Пілюгіна,
Н.В. Шматченко, С.М. Губський

Antioxidant capacity determination of fruit jelly and marshmallow with plant additives

Maia Artamonova, Inna Piliugina*,
Natalia Shmatchenko, Sergey Gubsky

Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine

Abstract: The last decades are characterized by a persistent deterioration of health indicators, according to the WHO: the average life expectancy continues to decline, the incidence is increasing. Among the causes of morbidity and mortality in the leading position occupied by cardiovascular diseases and cancer, the development of which is related to nutrition. The level of breastfeeding reduced health outcomes and anthropometric characteristics of children, adolescents, and people's health deteriorating. On this basis, the basic requirements for dietary supplements must be effectiveness and safety. They need to normalize the physiological processes that underpin livelihoods and prevent the action of xenobiotics, the consequences of poor eating habits that inhibit the natural defense mechanisms of the human.

Keywords: *dietary supplements, antioxidant, plant, fruit jelly, marshmallow*

* Corresponding author e-mail: inna.pilyugina@mail.ru

Зміст

Вступ

4.1. Обґрунтування вибору та аналіз хімічного складу сировини для отримання рослинних кріодобавок

4.2. Антиоксидантна ємність та методи її визначення

4.3. Вивчення антиоксидантних властивостей мармеладу желейно-фруктового з рослинними кріодобавками

4.4. Вивчення антиоксидантних властивостей маршмелоу з натуральними барвниками антоціанової природи

4.5. Дослідження антиоксидантних властивостей мармеладу желейно-фруктового та маршмелоу протягом гарантованого терміну зберігання

Висновки

Список використаних джерел

Вступ

Згідно результатів досліджень у галузі медицини, які проводились протягом останніх років, однією з основних причин зміни патологічних станів у людському організмі, які викликають розвиток багатьох хвороб і ведуть до передчасного старіння є надлишковий рівень вмісту вільних кисневих радикалів [1–3]. Наявність їх у міжклітинних та внутрішньоклітинних біологічних рідинах створює умови для розвитку оксидантного стресу. З біохімічної точки зору це виражається в тому, що вільні радикали окиснюють стінки судин, білки, ДНК, ліпіди. Радикали особливо активно взаємодіють з мембранними ліпідами, що містять ненасичені зв'язки, і змінюють властивості клітинних мембран [4].

Від впливу вільних радикалів здоровий організм захищає природна антиоксидантна система, яка містить ферментні та неферментні речовини, що здатні повністю нейтралізувати шкідливий вплив радикальних форм кисню.

Зниження активності природної антиоксидантної системи людини сьогодення пов'язано з багатьма несприятливими чинниками, серед яких:

- погіршення екологічної обстановки;
- широке поширення соціальних захворювань;

- постійні стреси; споживання забрудненої та неякісної їжі;
- неконтрольований прийом деяких лікарських препаратів.

Шкідливий вплив вільних радикалів (табл. 4.1.) можна зменшити за рахунок регулярного вживання натуральних харчових продуктів таких як фрукти, овочі, рослинна сировина тощо. Інше джерело антиоксидантів – це функціональні харчові продукти, створені з додаванням натуральних добавок.

Таблиця 4.1

Радикальні форми кисню

Формула	Назва	Походження
$^3\text{O}_2$	триплет кисню	стійкі види
$^1\text{O}_2$	атомарний кисень	збудження $^3\text{O}_2$
O_2^\bullet	супероксидний аніон-радикал	$\text{O}_2 + e^-$
HO_2^\bullet	гідропероксидний радикал	$\text{O}_2^\bullet + \text{H}^+$
HO^\bullet	гідроксильний радикал	H_2O_2
H_2O_2	гідроген пероксид	O_2^\bullet ,
R^\bullet	алкільні радикали	RH
RO^\bullet	алкоксильні радикали	ROOR, ROOH
ROO^\bullet	пероксильні радикали	$\text{R}^\bullet + \text{O}_2, \text{ROOH}$
ROOH	алкільні гідропероксиди	$\text{ROO}^\bullet, ^1\text{O}_2$
ROOR	пероксиди	перекисне окиснення

Благотворний вплив природних добавок на здоров'я людини обумовлений наявністю в них природних фенолів і поліфенолів, які здатні обривати ланцюгові вільно-радикальні реакції окиснення [5, 6]. Фенольні сполуки об'єднують декілька класів хімічних сполук, серед яких особливе місце займають флавоноїди – найважливіші природні антиоксиданти. Схема взаємодії останніх з радикалами приведена на рис.4.1.

Також слід зазначити, що синтез поліфінолів у живих організмах неможливий.

У рослинних оліях та жирах містяться в основному монофеноли, перш за все – токоферолі (вітамін Е). У фруктах, овочах, рослинній сировині найбільш типовими представниками антиоксидантів є водорозчинні поліфеноли. Виключне значення мають антоціани, оскільки вони легше проникають через клітинні мембрани. Слід підкрес-

лити, що антиоксидантну активність проявляють і сполуки, які відносяться до інших класів, зокрема каротиноїди, вітаміни.

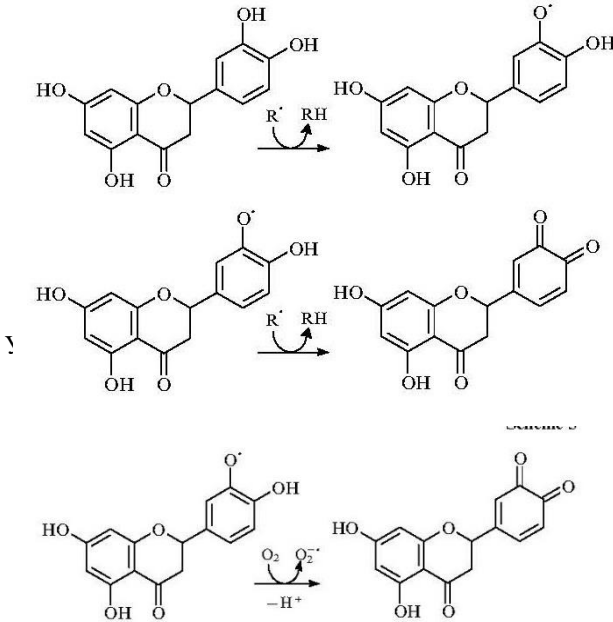


Рис. 4.1. Механізм взаємодії флавоноїдів з вільними радикалами кисню

Виходячи з вищесказаного, одним із пріоритетних напрямків наукових розробок є забезпечення якості та поживності продуктів, а саме, створення функціональних продуктів як профілактичних засобів у програмах антиоксидантного захисту населення. З цієї точки зору, особливої уваги заслуговують дослідження спрямовані на вивчення властивостей антиоксидантів, їх якісне та кількісне визначення у харчовій продукції.

4.1. Обґрунтування вибору та аналіз хімічного складу сировини для отримання рослинних криодобавок

Криодобавки – це пасти або порошки, які отримані за криогенними технологіями. Розмір частиць криодобавок становить 10-50 мкм.

Метод криогенного подрібнення рослинної сировини порівняно з «тепловим» має значні переваги, а саме: можливість збереження біологічно активних речовин, ароматичних речовин подрібнених харчових продуктів; збереження вихідних властивостей і більш повне їх розкриття при подрібненні; можливість подрібнення речовин, що не піддаються звичайним методам помола; можливість отримання високої однорідності помола; витрати енергії при помолі охолоджених охрупчених матеріалів, у кілька разів менше, ніж матеріалів, що мають температуру навколишнього середовища [7].

В дослідженнях для виготовлення криодобавок була обрана рослинна сировина, яка має цілющі властивості (антиоксидантні, імуномодельючі, гетеропротекторні, радіозахисні та ін..) та високий вміст біологічно активних речовин: яблука, айва, гарбуз, морква, виноград, шипшина, обліпиха, суданська троянда, чорноплідна горобина.

Яблуко (*Potum*) – багатосім'яний плід з тонкою шкіркою, та м'яккою серцевиною В промислових масштабах вирощується у Китаї, Америці, Ірані, Туреччині, Росії, Італії, Індії, Франції, Україні. Яблука багаті на поживні речовини, володіють дієтичними властивостями та наявністю пектину в яблуках робить їх продуктом із низьким глікемічним індексом. Також це один з легкозасвоюваних джерел заліза. Залежно від сорту і умов зростання свіжі плоди містять до 23 г/100 г цукрів, до 1,2 г/100 г пектинових речовин (з високою желуючою активністю), до 1,5 г/100г різних кислот, велику кількість вітамінів таких як С – близько 10 мг/100 г, В1 – 0,01...0,03 мг/100 г, В2 – 0,01...0,03 мг/100 г, Е – 0,2...0,6 мг/100 г та калію – майже 278 мг/100г [8].

Айва – ароматний фрукт із жовтою шкіркою, круглої або грушоподібної форми, в свіжому вигляді зазвичай твердий і кислий, але варений має м'яку рожеву солодкувату м'якоть з гранульованою текстурою, що нагадує варену грушу. Зростає айва в багатьох районах Європи, Кавказу, Середній Азії, Північній і Південній Африці, Північній і Південній Америці, Австралії. Плоди айви мають щільну м'якоть з високим вмістом пектинових речовин, та дещо підвищеною кількістю дубильних речовин, чим пояснюється терпкий смак свіжих плодів. Вміщені в айві ароматичні речовини добре зберігаються за всіма способами переробки плодів. Айва являється імуномодулятором та антидепресантом, допомагає впоратися зі стресом і при нервових перевантаженнях. Плоди айви містять солі калію, магнію, фосфору, цинку, міді, велику кількість заліза та пектинових речовин. Це хороший антиоксидант в складі якого є значна кількість вітамінів групи В, провітаміну А – близько 167 мкг/100г та вітаміну С – 23,0 мг/100г. Айва,

завдяки великій кількості харчових волокон, близько 3,6 г/100г, ефективно знижує рівень холестерину в організмі людини [8].

Гарбуз (*Cucurbita*) — родова назва однорічних і багаторічних рослин родини гарбузових з потужною кореневою системою. Форма плодів рослини і їх забарвлення залежать від сорту. Колір може бути білим, сірим, помаранчевим. М'якоть плоду жовто-гарячого кольору, середньої щільності, солодка, соковита. Вирощують понад 200 сортів, на території Росії, Мексики, США та інших країн. Плоди містять 15-18% сухої речовини, 8-10% цукрів, мінеральні солі, а також вітаміни С - близько 8,5 мг/100г, В1 – 0,05 мг/100г, В2 – 0,06 мг/100г, та каротин - близько 14,0 мг/100г [8, 9].

Морква – помаранчевий коренеплід, містить до 15% цукру, вітаміни: С – близько 5,0 мг/100г, Е – 0,6 мг/100г, РР – 1,0 мг/100г, групи В, значну кількість каротину майже 9,0 мг/100г – корисної речовини, яка має здатність у людському організмі перетворюватися на вітамін А. Морква багата на залізо, калій, фосфор, мідь, кобальт, магній, цинк, йод, хром, фтор, нікель та ін. Вона також містить ферменти, амінокислоти, органічні кислоти, що регулюють в організмі обмінні процеси і підвищують захисні функції організму. Коренеплоди моркви здавна застосовуються як полівітамінний та загально-зміцнюючий засіб при захворюваннях серцево-судинної системи, хворобах шлунково-кишкового тракту, при розладах зору. [8].

Виноград — кулясті або овальні ягоди, які ростуть в досить щільних гронах. У різних сортів винограду забарвлення плодів має жовтуваті, зелені, червоні, темно-сині, фіолетові або чорні відтінки. Виноград зростає в помірних і субтропічних регіонах, широко культивується в багатьох країнах всіх континентів. відрізняється значною кількістю антиоксидантів і антоціанів. Найвища концентрація антиоксидантів виявлена в кісточках винограду і його шкірочці. Поліфеноли, катехіни, флавоноїди, що входять до складу винограду можуть сприяти очищенню організму від токсинів, шлаків, приводити в норму тонус організму. В шкірці винограду червоних сортів міститься речовина ревератрол — карболова кислота, яка бореться з раковими клітинами. У ягодах винограду міститься до 30% цукрів (глюкоза і фруктоза), органічні кислоти (переважно винна, а також яблучна і сліди шавлевої і саліцилової) – близько 0,85 %, пектинові речовини – 0,6 г/100г, вітаміни В1 та В2 – 20...50 мкг/100г, РР – близько 0,3 мг/100г, С – майже 6,0 мг/100г. У шкірці ягід містяться дубильні і ароматичні речовини, а в червоних сортах - пігмент Енін [8].

Шипшина – дикорослий чагарник роду *Rosa L.* (грец. *rhodon* - троянда) родини розових (*Rosaceae*). Поширені майже всюди у

Північний півкулі, переважно в помірних і субтропічних широтах, рідше — у тропіках (лише в гірських районах). Являє собою червоні або помаранчеві невеликі плоди, які являються природним полівітамінним концентратом. Плоди шипшини характеризуються значним вмістом вітаміну С – 650...1000 мг/100г, також шипшина містить значну кількість провітаміну А – близько 434 мкг/100г та вітамінів РР – 0,6...0,7 мг/100г, В1 – близько 0,05 мг/100г, В2 – 0,13 мг/100г, що грають важливу роль в регуляції функції нервової системи. В шипшині містяться мінеральні елементи – калій, фосфор, залізо, магній, мідь, марганець, кремній, йод, а також органічні кислоти – близько 1,3%, пектинові речовини – більше 3%, дубильні і барвні речовини – понад 4,7% [8].

Обліпіха – ягода яскраво-помаранчевого кольору, кулястої або частіше витягнутої форми. У природі лікарська рослина обліпіха зустрічається у вигляді чагарників або невеликих дерев. Зростає в Сибіру, Далекому Сході, Середній Азії, на Кавказі, Україні та ін... М'якуш плодів обліпіхи містить жирну олію (від 1,7 до 10%, найчастіше 3-4,5%), вітаміну С – 8,6...272 мг/100г, каротину — 0,9...10,9 мг/100г, вітаміну В₁ — 0,016...0,035 мг/100г, рибофлавіну - 0,038...0,056 мг/100г. Також плоди обліпіхи містять аскорбінову та фолієву кислоти, токофероли, органічні кислоти (яблучна, винна, щавлева, янтарна) та ще значну кількість інших корисних речовин [8].

Суданська троянда (каркаде, *Hibiscus sabdariffa*) – однорічна травяниста рослина родини Мальвові, походить із Індії, вирощується в тропічних регіонах всього світу. В промислових масштабах вирощується у Судані, Єгипті, Індії, Китаї, Шрі-Ланка, острові Ява, Таїланді, Мексиці. Суданська троянда цвіте великими червоними махровими і напівмахровими квітами з п'ятьма пелюстками. Під гарними яскравими квітами знаходяться темно-червоні чашечки. Аналіз літературних даних свідчить, що свіжі пелюстки суданської троянди містять 30...50 % органічних кислот (гібіскусова, яблучна, аскорбінова, винна, лимонна, фенолкарбонові кислоти та ін.), 4,0...4,5 % флаваноїдів (кверцетин, мирицетин, гібісцетин, гібісцетрін, гіссіпетин, антоціанин, глюкозид гібісцетин, глюкозид дельфінідіна, глюкозид ціанідину), 8% полісахаридів (пектин, геміцелюлоза та ін.), 7,0...9,5 % білків, макро- і мікроелементи (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Se) [10].

Горобина чорноплідна (аронія чорноплідна, *Aronia melanocarpa*) – багаторічний чагарник, вид роду Аронія сімейства Рожеві, походить зі східної частини Північної Америки, вирощується в Україні, странах ближнього та далекого зарубіжжя. В промислових масштабах вирощується у США, Канаді, Росії. Горобина чорноплідна – кущ висотою до

1,5...2,5 м, Плоди шароподібні діаметром 0,8...1 см чорного кольору з сизим нальотом. Ягоди соковиті, кислувато-солодкі, з вжучим і терпким смаком. Ягоди чорноплідної горобини містять 6,6...12,8 % вуглеводів (глюкоза, рамноза, фруктоза, сахароза, олігосахариди, клітковина), 0,7...7,9% органічних кислот (яблучна, хінна, янтарна, лимонна), 0,21...0,35% азотних речовин, 1,0...7,0 % флавоноїдів, 1,4...1,7 % пектинових речовин. Вміст вітаміну С становить 9,0...264,0 мг/100 г, вітаміну Р – 1200...4977 мг/100 г, вітаміну В₂ – 100...113 мг/100 г, каротину – 0,5...7,0 мг/100 г. Кількість мінеральних речовин в ягодах чорноплідної горобини становить до 0,45% загальної маси. У ній міститься 78...92 мг/100 г F, 4...8мг/100 г Fe, 0,3...0,8 мг/100 г Cu, 2,6 мг/100 г Mn, 0,06 мг/100 г Co, 0,01 мг/100 г I [11].

Кріопаста з айви, яблук, моркви, гарбуза та винограду були виготовлені за технологією, що передбачала кріогенне заморожування сировини за температури -35...-70°C до частинок розміром 10...50 мкм без використання хімічних стабілізаторів та її подальше низькотемпературне подрібнення [7, 12].

Кріопорошки з винограду, шипшини, обліпихи виготовлено у промислових умовах (ЗАО «Кріокон» м. Київ). Технологія їх отримання складається з трьох етапів. На першому етапі проводиться кріогенне подрібнення сировини в парах рідкого азоту за температури -80 ... -150 ° С до частинок розміром від 2-3 мм до 10-20 мкм в залежності від виду сировини. Кріоподрібнення, не змінюючи біологічних властивостей сировини, різко збільшує питому поверхню фракцій, що переробляються і підвищує ефективність подальших етапів переробки: кріосублімаційного фракціонування і низькотемпературної екстракції. Другий етап - кріосублімаційне фракціонування. Третій етап – з сухих дрібнодисперсних фракцій, які залишаються в сублімаційній камері, методом низькотемпературної екстракції зрідженими газами витягуються масла [13].

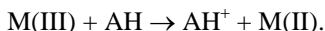
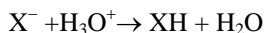
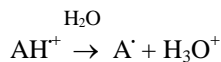
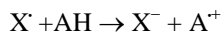
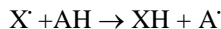
Кріас-порошки із чорноплідної горобини, суданської троянди отримано в промислових умовах (ПП «НВП Кріас Плюс» м. Харків) за принципом кріомеханічної активації сировини, яка передбачає заморожування за температури (-35° С) без використання хімічних стабілізаторів, що дозволяє зберігати структуру тканин свіжого продукту. Додатки, одержані за низькотемпературною технологією – це порошки з дисперсністю 10...30 мкм і вологістю 4...8% [14]. У роботі [15] показано перспективність використання кріас-порошку з чорноплідної горобини під час виробництва мармеладу желейного для підвищення його якості та біологічної цінності, отримання натурального кольору виробів, а також виключення з рецептури синтетичних барвників та ароматизаторів.

Зазначені вище кріодобавки було запропоновано для використання в технологіях мармеладно-пастильних виробів для підвищення харчової та біологічної цінності, надання кольору, смаку [16].

4.2. Антиоксидантна ємність та методи її визначення

Розуміння ролі антиоксидантів різної природи та їх вкладів у загальний ефект є непростим завданням через складність рослинних добавок. Це пов'язано з наявністю в них декілька сотень хімічних сполук різної природи, а також необхідністю відокремлення дії кожного антиоксиданту, вивчення їх синергетичної дії. Тому для оцінки антиоксидантних властивостей виправдане використання сумарного кількісного параметру – інтегральної антиоксидантної ємності (АОЄ), що визначає інтегральну здатність речовин бути інгібіторами процесів окиснення харчових складових [17]. Для харчових продуктів в цілому АОЄ є одним з показників, що визначають їх біологічну цінність та якість в цілому.

У літературних джерелах присутня деяка невизначеність щодо до використання термінів «антиоксидантна ємність» або «антиоксидантна активність» [18]. Справа в тому, що для кількісної оцінки антиоксидантної ємності в умовах *in vitro* різні автори застосовують різні індикаторні системи, використовують різнотипні і нестандартизовані методики, нерідко погано відтворювані, тривалі і трудомісткі. Механізми взаємодії індикаторних систем з антиоксидантами також різні: з переносом атому гідрогену (*Hydrogen Atom Transfer*– HAT) або переносом електрону (*Single Electron Transfer* SET) [19, 20]:



У табл. 4.2 наведено характеристику основних методів визначення АОЄ, які базуються на розглянутих механізмах HAT і SET. Вони відрізняються різними хімічними речовинами-замінниками радикалів у

реакціях *in situ*, що моделюють взаємодію антиоксидантів із радикалами *in vivo*. Інша відмінність – це експериментальна величина, яка є кількісною мірою антиоксидантної активності. В одній групі методів це час, що відповідає затримці в окисненні досліджуваної системи, в іншій – здатність до відновлення радикалів, що виражається величиною концентрації антиоксиданта, прийнятого за стандарт (наприклад, галової кислоти, аскорбінової кислоти, тролокс).

Таблиця 4.2

Методи дослідження антиоксидантної ємності

Метод	Механізм	Кількісна характеристика	Фізико-хімічний метод
ORAC	HAT	час інгібування реакції окиснення	FLU
ABTS	HAT		VIS
TRAP	HAT		FLU
FRAP	SET	здатність до відновлення катіону	VIS
CUPRAC	SET		VIS
TEAC	SET	час інгібування реакції окиснення	VIS
DPPH	SET	здатність до відновлення радикалу	VIS
TOSC	HAT	час інгібування реакції окиснення	VIS
LDL	HAT		UV
DMPD	SET	здатність до відновлення радикалу	VIS
PLC (PHOTOCHEM)	SET	час інгібування реакції окиснення	LUM

Аналітичні сигнали, що формуються при цьому, характеризуються різною природою, а одержувані результати мають неоднакові розмірності, що ускладнює їх зіставлення. Крім того, не зрозумілий внесок окремих груп відновників у сумарний показник антиоксидант-

ної ємності. Вказані фактори є рушійною силою до пошуку стандартизованого методу оцінки АОЄ [20].

Здатність до захоплення вільних радикалів поліфенолами та іншими антиоксидантами може вимірюватися величиною окиснення цих сполук модельними окисниками, тобто електрохімічне окиснення може бути використано при вимірюванні інтенсивності поглинання вільних радикалів. Саме цей підхід пояснює значну увагу дослідників щодо використання електрохімічних методів. Аналіз літературних джерел свідчить про можливість використання для визначення АОЄ потенціометрії [21], різноманітних технік вольтамперометрії [22, 23], кулонометрії [24, 25], інші [26].

Серед електрохімічних методів слід відзначити метод гальваностатичної кулонометрії. Згідно аналізу літературних джерел перспективним способом визначення інтегральної антиоксидантної ємності харчових систем є спосіб, який заснований на використанні електрогенерованих титрантів, зокрема бромю [24, 25]. Це значною мірою пов'язано з механізмом передачі електронів у водному середовищі при взаємодії активних кисневмісних сполук, як основного процесу, що визначає антиоксидантну ємність. Наприклад, окиснення поліфенолів під час кулонометричного титрування відбувається за схемою [27] (рис. 4.2).

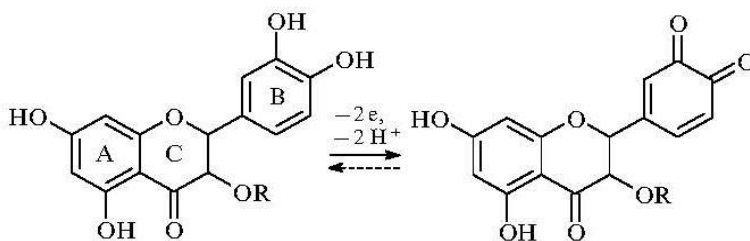


Рис. 4.2. Схема окиснення флавоноїдів

Науковим підґрунтям такого підходу є те, що зазначені титранти стехіометрично взаємодіють з основними речовинами-антиоксидантами (табл. 4.3) [25].

Слід також зазначити, що в останні роки були отримані експериментальні дані, які засвідчують про кореляцію результатів вивчення антиоксидантної активності методами DPPH та кулонометричного титрування з електрогенерованим бромом для де-яких продуктів харчування [25].

Стехіометрія взаємодії деяких поліфенолів та аскорбінової кислоти з електрогенерованими титрантами [25]

Назва сполуки	Кількість електронів в реакції окислення			
	Cl ₂	Br ₂	I ₂	Fe(CN) ₆ ³⁻
Рутин	10	8	–	4
Кверцетин	12	10	–	5
Дигідрокверцетин	14	12	–	5
Аскорбінова кислота	2	2	2	2

Таким чином, використання отриманого шляхом електролізу броду для кількісних визначень є достатньо реальним підходом. Кількісний показник, який отримують під час визначень позначають як «бромна» АОЄ – величина, яка характеризує сумарну кількість антиоксидантів у харчових системах і розраховують за формулою:

$$АОЄ = \frac{100 \cdot I \cdot t \cdot m_e}{m_a \cdot m} \quad (4.1)$$

де I – сила струму, А; t – час досягнення кінцевої точки титрування, с; m – маса зразку, яку було взято для аналізу, г; m_e – маса екстракту, г; m_a – маса аліквоти, що використовувалась для аналізу, г.

4.3. Вивчення антиоксидантних властивостей мармеладу желейно-фруктового з рослинними кріодобавками

Мармелад желейно-фруктовий (МЖФ) з рослинними кріодобавками (кріопасті з моркви, гарбуза айви, яблук, винограду та кріопорошки з обліпихи, винограду, шипшини) виготовляли згідно [29] (рис. 4.3).

Досліджено антиоксидантні властивості рослинних кріопаст та кріопорошків, які використовували для виготовлення зразків мармеладу [30]. Результати визначення антиоксидантної ємності кріодобавок наведено в табл. 4.4.

Визначення антиоксидантної ємності мармеладу ...



Рис. 4.3. Фотографічне зображення зразків мармеладу желеино-фруктового з крипастою з моркви (а), айви (б), винограду (в)

Таблиця 4.4

Результати визначення антиоксидантної ємності рослинних кридобавок ($n = 5, P = 0,95$)

№	Зразки	АОЄ, мг ААЕ/ 100 г	S_r
1	Кріопаста з гарбуза	15±2	0,25
2	Кріопаста з моркви	28±3	0,17
3	Кріопаста з айви	152±9	0,09
4	Кріопаста з яблук	224±14	0,10
5	Кріопаста з винограду	501±25	0,04
6	Кріопорошок з винограду	604±16	0,02
7	Кріопорошок з обліпихи	3541±78	0,18
8	Кріопорошок з шипшини	4005±40	0,06

Приведені значення АОЄ перераховані з використанням умовної шкали концентрацій з референтною речовиною – аскорбінова кислота (ААЕ), яка є загальновідомим антиоксидантом. Величини АОЄ в аскорбіновому еквіваленті (мг ААЕ/ 100 г зразка) розраховують за формулою:

$$АОЄ = \frac{Q}{Q_{AA}}, \quad (4.2)$$

де Q та Q_{AA} – кількість електрики, необхідної для окиснення одиниці маси зразка та аскорбінової кислоти відповідно. Для перерахунку по

формулі (2) використовують експериментальну залежність Q_{AA} від концентрації розчину аскорбінової кислоти, отриману в [31]. Вказана залежність є лінійною з коефіцієнтом кореляції 0,999 та нахилом, що з похибкою 0,18% відтворює теоретичний нахил, який може бути розрахований з рівняння Фарадея. Застосування експериментально отриманих величин замість теоретичних є більш послідовним підходом, який ураховує всі похибки отримання досліджуваної величини на певній експериментальній установці.

Як видно з таблиці антиоксидантна ємність кріопаст із гарбуза та моркви найменша серед інших кріопаст, що досліджувалися. Це пояснюється тим, що метод дозволяє визначити антиоксидантну ємність, обумовлену наявністю тільки водорозчинних антиоксидантів. АОЄ кріопасті з винограду має найбільшу величину. Це пояснюється високим вмістом антоціанових речовин та вітаміну С. Для кріопорошків АОЄ збільшується в ряду: виноград < обліпіха < шипшина. Основний вклад в АОА кріопорошку з винограду дають антоціани, для обліпіхи і шипшини – вітамін С.

Визначені ТАС для 13 зразків МЖФ з різною кількістю введених кріопаст (10 %, 20 %), кріопорошків (1,5 %) та їх комбінації представлені в табл. 4.5 [30].

Згідно отриманих даних, при внесенні до технології мармеладу кріодобавок, його АОЄ значно підвищується. Так, АОЄ мармеладу з додаванням кріопаст із моркви або гарбуза підвищується у 2,8 рази., а додаткове введення до даних видів мармеладу кріопорошку з обліпіхи у кількості 1,5% від загальної маси системи дозволяє одержати вироби з достатньо вираженими антиоксидантними властивостями. АОЄ виробів збільшується майже у 10 разів. Також під час введення до складу виробів кріопаст із айви або яблук у поєднанні з кріопорошком із шипшини, АОЄ виробів збільшується майже у 2,6...3,8 рази.

АОЄ мармеладу з кріопастою з винограду становить 66,2 мг АОЄ/100 г., а додаткове введення до рецептури 1,5% кріопорошку з винограду від загальної маси системи дозволяє збільшити АОЄ виробів до 89,4 мг АОЄ/100 г, тобто на 35%.

Ретроспективний погляд на отримані величини АОЄ для зразків мармеладу дозволяє прогнозувати наступний факт. Зміна величин АОЄ подібна до зміни розглянутих вище кріопаст та кріопорошків в розрізі використаних рослинних компонентів. Це може свідчити про домінування величини АОЄ рослинної добавки в АОЄ кінцевого продукту.

Таблиця 4.5

**Результати визначення антиоксидантної ємності мармеладу
желейно-фруктового з рослинними кріодобавками (n=5, P=0,95)**

№	Зразки	АОЄ, мг АКЕ/ 100 г	S _r
1	Мармелад без добавок (основа)	2,0 ± 0,5	0,17
2	Мармелад з кріопастою з моркви	5,6 ± 0,7	0,07
3	Мармелад з кріопастою з гарбуза	5,7 ± 1,1	0,27
4	Мармелад з кріопастою з айви	16 ± 2	0,25
5	Мармелад з кріопастою з яблук	25 ± 1	0,01
6	Мармелад з кріопастами з айви та гарбуза	33 ± 3	0,14
7	Мармелад з кріопастами з яблук та моркви	44 ± 4	0,25
8	Мармелад з кріопастою з винограду	46 ± 1	0,01
9	Мармелад з кріопастою з моркви та кріо- порошком з обліпихи	58 ± 1	0,08
10	Мармелад з кріопастою з гарбуза та кріо- порошком з обліпихи	58 ± 2	0,04
11	Мармелад з кріопастою та кріопорошком з винограду	63 ± 2	0,03
12	Мармелад з кріопастою з айви та кріопо- рошком з шипшини	64 ± 1	0,01
13	Мармелад з кріопастою з яблук та кріопо- рошком з шипшини	65 ± 1	0,01

Для підтвердження цієї гіпотези була розглянута адитивна схема розрахунку АОЄ зразків, згідно якої зазначену величину можна представити в виді суми двох вкладів: антиоксидантної ємності продукту без добавки (так званої основи) та рослинної добавки. Це відповідає виразу:

$$AOE(M) = \frac{m_d}{m_M} AOE(d) + \frac{m_o}{m_M} AOE(o), \quad (4.3)$$

де АОЄ(м), АОЄ(д), АОЄ(о) – антиоксидантна ємність МЖФ або маршмелоу, рослинної добавки та основи, відповідно; m_d , m_o , m_m – маси рослинної добавки, основи та маршмелоу, відповідно.

Виходячи з рецептури виготовлення досліджуваних кондитерських виробів та визначених вище величин АОЄ рослинних добавок та основи, були розраховані величини АОЄ(м) згідно рівняння 4.3. На рис. 4.4 приведені розраховані величини АОЄ(м) в порівнянні з експериментальними величинами.

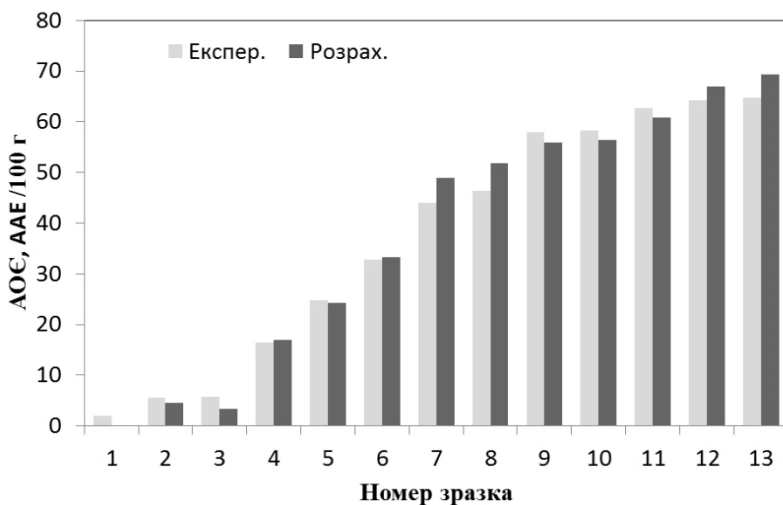


Рис. 4.4. Порівняння розрахованих та експериментальних величин АОЄ мармеладу з кріопастою: 1 – без добавок, 2 – з моркви, 3 – з гарбуза, 4 – з айви, 5 – з яблук, 6 – з винограду, 7 – з айви та гарбуза, 8 – з яблук та моркви; мармелад з кріопастою та кріопорошком: 9 – з моркви та обліпихи; 10 – з гарбуза та обліпихи, 11 – з винограду, 12 – з айви та шипшини, 13 – з яблук та шипшини

Як свідчать дані рис. 4.4, отримані розрахункові значення в межах 25 % збігаються з експериментальними величинами, точно передаючи тенденцію зміни антиоксидантної ємності в ряду зразків при зміні добавки. Цей факт свідчить, по-перше, про справедливість згаданої вище гіпотези про те, що саме вклад антиоксидантної ємності кріодобавки в загальну величину антиоксидантної ємності мармеладу є домінуючим, коливаючись від 75 до 98 %. По-друге, про значну стійкість і відтворюваність антиоксидантних властивостей кріодобавок в

готовому продукті, незважаючи на достатньо «жорсткі» умови температурних режимів в технологіях виготовлення зазначених кондитерських виробів, що можуть призвести до втрати деяких антиоксидантів рослинних добавок. Слід зауважити, що отримані результати є певною мірою слідством новачії, що було впроваджена під час виготовлення мармеладу [29]. З метою збереження максимальної кількості антиоксидантів було запропоновано під час виготовлення мармеладу вносити кріопласти у концентрації 10...20 % на стадії приготування мармеладної маси після уварювання пектин-цукрово-патокового сиропу та кріопорошки у концентрації 1,5 % на стадії оброблення мармеладної маси. Технологія приготування маршмеллоу передбачає внесення екстрактів кріопорошків на стадії збивання. І, по-третє, розроблення бази даних з ТАС кріодобавок з різної рослинної сировини дає змогу прогнозувати створення мармеладу желейно-фруктового та маршмеллоу як функціональних продуктів з заданою величиною ТАС шляхом проведення оптимізації рецептурної кількості рослинних добавок.

4.4. Вивчення антиоксидантних властивостей маршмеллоу з натуральними барвниками антоціанової природи

Маршмеллоу з натуральними барвниками антоціанової природи (кріас-порошок з суданської троянди, кріас-порошок з чорноплідної горобини) (рис. 4.5) виготовляли згідно [29].



a



б

Рис. 4.5. Фотографічне зображення маршмеллоу з водно-спиртовим екстрактом кріас-порошку з суданської троянди (а) та з водно-спиртовим екстрактом кріас-порошку з чорноплідної горобини (б)

Досліджували 6 зразків маршмеллоу: на желатині з додаванням водного або водно-спиртового екстракту кріас-порошку (ЕКП) з су-

данської троянди (СТ) або водно-спиртового екстракту кріас-порошку з чорноплідної горобини (ЧГ); на желатині з солюбілізованими речовинами з додаванням водного або водно-спиртового екстракту кріас-порошку з суданської троянди або водно-спиртового екстракту кріас-порошку з чорноплідної горобини у кількості 3...10% від загальної маси системи.

У результаті досліджень було визначено величини АОЄ для кріас-порошків з суданської троянди та чорноплідної горобини та їх екстрактів [30]. Отримані величини в аскорбіновому еквіваленті мали наступні значення: для кріас-порошків з суданської троянди та чорноплідної горобини – 2109 та 1092 мг ААЕ/100 г відповідно; для водно-спиртових екстрактів кріас-порошків з додаванням 1% лимонної кислоти – 229 та 256 мг ААЕ/100 г відповідно, для водного екстракту кріас-порошку з суданської троянди з додаванням 1% лимонної кислоти – 229 мг ААЕ/100 г.

Введення екстрактів рослинних кріодобавок до складу маршмелю дозволило одержати вироби з наступними величинами АОЄ (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Результати визначення антиоксидантної ємності
свіжовиготовленого маршмелю з натуральними барвниками
антоціанової природи (n=5, P=0,95)**

Маршмелю			АОЄ, мг ААЕ/ 100 г	S _r
Тип добавки	Тип екстракту	Тип структуроутворювача		
без добавок (контроль)		желатин	14,4 ± 2,9	0,10
суданська троянда	водний	желатин	24,7 ± 18	0,03
		желатин з солюбілізованими речовинами	26,6 ± 2,1	0,05
	водно-спиртовий	желатин	33,1 ± 2,5	0,07
		желатин з солюбілізованими речовинами	29,4 ± 3,6	0,08
чорноплідна горобина	водно-спиртовий	желатин	34,6 ± 5,5	0,11
		желатин з солюбілізованими речовинами	33,6 ± 1,5	0,04

Як видно з табл. 4.6., додавання екстрактів кріас-порошків з суданської троянди та чорноплідної горобини дозволило значно підвищити антиоксидантні властивості готового продукту. Про це свідчить зростання величини АОЕ для всіх розроблених зразків в 2...2,5 рази в порівнянні з контрольним зразком, який не містить зазначених екстрактів кріас-порошків.

Для маршмелу АОЕ збільшується в ряду: маршмелу з водним екстрактом кріас-порошку з суданської троянди < маршмелу з водно-спиртовим екстрактом кріас-порошку з суданської троянди < маршмелу з водно-спиртовим екстрактом кріас-порошку з чорноплідної горобини від 24,7 до 34,6 мг ААЕ/100 г маршмелу.

4.5. Дослідження антиоксидантних властивостей мармеладу желеино-фруктового та маршмелу протягом гарантованого терміну зберігання

Термін зберігання є однією з основних характеристик, що визначає конкурентоспроможність будь-якого продукту на ринку. Під час зберігання МЖФ у результаті фізико-хімічних і мікробіологічних процесів можуть змінюватись їх показники якості. Зниження споживчих властивостей безпосередньо пов'язане з таким процесом як дифузія вологи, а також з різноманітними хімічними перетвореннями – гідролізом вуглеводів, окисно-відновними реакціями складових сполук маршмелу, конденсацією, полімеризацією продуктів реверсії. При цьому характер та інтенсивність їх перебігу залежить від таких факторів, як рецептурний склад, технологія одержання, умови зберігання та спосіб пакування.

Згідно нормативної документації мармеладно-пастильні вироби з дрібнодисперсними рослинними добавками зберігають у сухих, чистих, добре вентиляваних складах за температури повітря від 15 до 18°C і відносної вологості повітря не більше 75 %. Не дозволено зберігати мармеладно-пастильні вироби з рослинними добавками разом з продуктами, що мають специфічний запах. Мармеладно-пастильні вироби з рослинними добавками не повинні зазнавати впливу прямих сонячних променів.

У разі дотримання умов зберігання й транспортування, термін придатності до споживання мармеладно-пастильних виробів з дрібнодисперсними рослинними добавками з дня виготовлення повинен складати 3 місяці для мармеладу желеино-фруктового та 1 місяць для маршмелу.

На наступному етапі було визначено антиоксидантну ємність мармеладно-пастильних виробів з дрібнодисперсними рослинним добавками наприкінці гарантованого терміну зберігання. Величина АОЄ 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 при збереженні в часі та різних умовах зберігання.

На рис.4.6 наведені експериментальні дані про зміну АОЄ мармеладу з кріодобавками протягом терміну зберігання. Для порівняльного аналізу АОЄ свіжовиготовлених зразків маршмелоу було прийнято за 100%. Як видно з рис. 4.6 величина АОЄ зменшується для всіх зразків на від 15 до 30% в залежності від виду рослинної добавки.

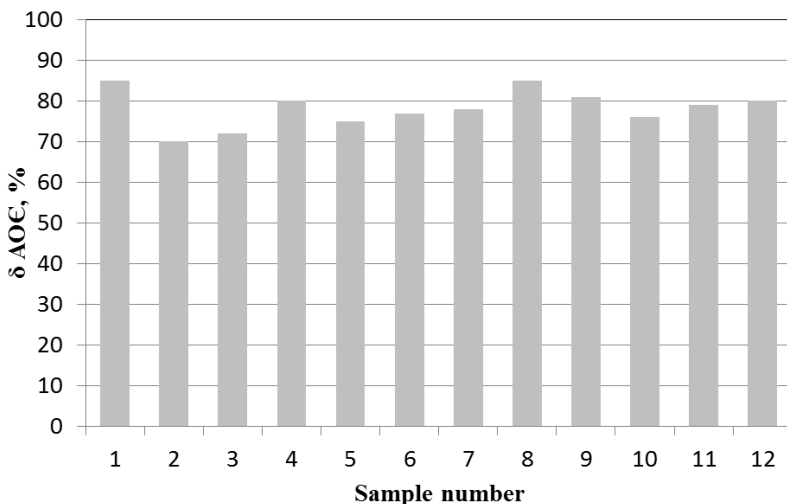


Рис. 4.6. Зміна АОЄ зразків мармеладу на протязі терміну зберігання: 1 – з моркви, 2 – з гарбуза, 3 – з айви, 4 – з яблука, 5 – з винограду, 6 – з айви та гарбуза, 7 – з яблука та моркви; мармелад з кріопастою та кріопорошком: 8 – з моркви та обліпихи; 9 – з гарбуза та обліпихи, 10 – з винограду, 11 – з айви та шипшини, 12 – з яблука та шипшини

Для визначення впливу способів та терміну зберігання на антиоксидантні властивості зразків маршмелоу визначали їх антиоксидантну ємність протягом усього терміну зберігання, а саме – 1 місяць з дня виготовлення.

Маршмелоу з натуральними барвниками антоціанової природи зберігали за температури 15...18 °С, відносній вологості не більше 75%, розфасованим згідно з чинними вимогами у поліетиленову плівку або поліетиленову плівку і коробку з гофрованого картону, призначеного для кондитерських виробів по 150 г протягом 30 діб. Для коректного порівняння величини АОЄ, отримані з експерименту при певній вологості зразка перераховують на масу сухого зразка з урахуванням масової частки води на початку та наприкінці терміну зберігання, припускаючи допущення про лінійність зміни антиоксидантної ємності зі зміною вологості зразку. Виходячи з цих положень, величину антиоксидантної ємності сухого зразка (мг ААЕ/100 г сухого зразка) розраховують за формулою:

$$AOE_c = AOE \frac{100}{100 - W}, \quad (4.4)$$

де АОЄ – антиоксидантна ємність зразка після приготування; W – масова частка вологи у зразку після приготування, %. Величини W були визначені експериментально.

Результати визначення АОЄ зразків маршмелоу після зберігання протягом 30 діб у різних видах пакування наведено на рисунку 4.7. Для порівняльного аналізу АОЄ_c свіжовиготовлених зразків маршмелоу було прийнято за 100%.

Згідно одержаних даних найбільш стабільними з точки зору антиоксидантних властивостей є маршмелоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків з СТ та ЧГ. Зміни антиоксидантної ємності цих зразків не перевищували 10% не залежно від виду пакування. Для маршмелоу на желатині з солюбілізованими речовинами зміни АОЄ були більш помітними і складала до 50%.

Характерною особливістю є те, що для зразків маршмелоу з водно-спиртовими екстрактами кріас-порошків упакованих у поліетилен та картон значення антиоксидантної ємності збільшувались порівняно зі зразками, упакованими тільки у поліетилен. Збільшення антиоксидантної ємності 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 [33–35], екстрактів [36].

Таким чином, досліджені зразки маршмелоу є виробами з високим антиоксидантним потенціалом. Незалежно від виду пакування антиоксидантні властивості маршмелоу з водно-спиртовими екстрак-

тами кріас-порошків із суданської троянди та чорноплідної горобини залишаються стабільними протягом гарантованого терміну зберігання – 1 місяць.

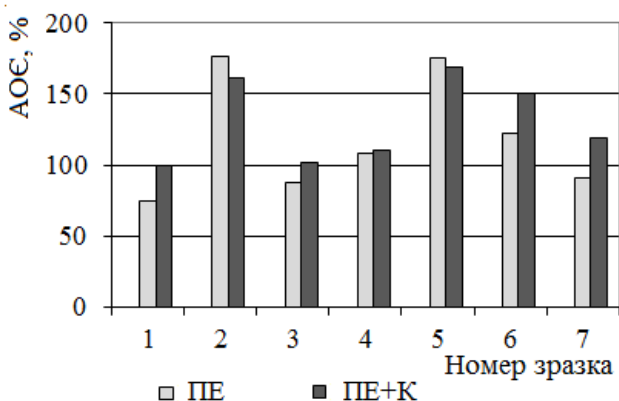


Рис. 4.7. Антиоксидантна ємність АОЕ зразків маршмелоу на желатині (1-4) або на желатині з солюбілізованими речовинами (5-7) через 30 днів зберігання в поліетиленовій плівці (PE) або у поліетиленовій плівці та картонній коробці (PE+K):
 1 – без добавок (контроль); 2, 5 – з водним ЕКП з СТ;
 3, 6 – з водно-спиртовим ЕКП з СТ; 4, 7 – з водно-спиртовим ЕКП з ЧГ

Розроблені види мармеладу желейно-фруктового з рослинними кріодобавками та маршмелоу з натуральними барвниками антоціанової природи розширюють асортимент кондитерської продукції і можуть бути конкурентноспроможними і корисними з точки зору можливості корекції харчового раціону людини.

Висновки

Досліджено антиоксидантні властивості мармеладу желейно-фруктового з рослинними кріодобавками з айви, яблук, гарбуза, моркви, винограду, шипшини, обліпихи. Показано, що введення даних добавок дозволяє одержати вироби з високим антиоксидантним потенціалом. АОЕ мармеладу зростає з 2,9 (АОЕ мармеладу без добавок) до 92,4 мг ААЕ/ 100 г. Встановлено, що додаткове введення кріопорошків у зразки мармеладу з кріопастами збільшує АОЕ мармеладу майже у

3,5–10 разів. Доведено, що антиоксидантні властивості мармеладу желейно-фруктового після гарантованого терміну зберігання залишаються на рівні 60...85% від АОЕ свіжовиготовлених зразків мармеладу.

Отримані на основі адитивної схеми величини АОЕ як сума вкладів основи та рослинної добавки в межах 25 % збігаються з експериментальними даними. Показано, що вклад антиоксидантної ємності кріодобавки в загальну величину АОЕ є домінуючим, коливаючись від 75 до 98 % для мармеладу та 56–77 % для маршмелу. Цим фактом доведено, що антиоксидантні властивості мармеладу та маршмелу покращуються за рахунок введення рослинних кріодобавок.

Показано, що використання в якості барвника екстракту кріаспорошку з суданської троянди або чорноплідної горобини надає виробам антиоксидантних властивостей. Доведено, що антиоксидантні властивості нових видів маршмелу під час зберігання за температури 15..18 °С та вологості повітря не більше 75 % залишаються стабільними протягом 1 місяця.

Список використаних джерел

1. Valko M. *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease [Text]* / M. Valko, D. Leibfritz, J. Moncol, M.T. Cronin et al. // *Int.J.Biochem.Cell Biol.* 2007. – Vol. 39, № 1357–2725. – P. 44–84.
2. Frankel E. N. *Antioxidants in food and biology Facts and fiction [Text]* / Philadelphia: Woodhead Publishing Limited. – 2012. – 254 P.
3. Pokorny J. *Antioxidants in food. Practical applications [Text]* / Edited by J. Pokorny, N. Yanishlieva, M. Gordon. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited 2001. – 380 P.
4. Pisoschi, A. M. *The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: a review [Text]* / A. M. Pisoschi, A. Pop // *European journal of medicinal chemistry.* – 2015. – Vol. 97. –P. 55–74.
5. Yao L. H. *Flavonoids in food and their health benefits [Text]* / L. H. Yao, Y. M. Jiang, J. Shi, F. Tomás-Barberán et al. // *Plant Foods Hum. Nutr.* 2004. – Vol. 59. – № 3. – P. 113–122.
6. Elżbieta S. *The sources of natural antioxidants [Text]* / E. Sikora, E. Cieślík, K.Topolska // *Acta Sci. Pol., Technol, Ailm.* 2008. – Vol. 7 (1). – P. 5–17.
7. Павлюк Р. Ю. *Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия [Текст]* / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская // *Укр. національний ун-т пищ. технологій.* – Харьков; Киев, 2002. – 205 с.
8. Храмова Е. *Целебные свойства фруктов и овощей [Текст]* / ОЛМА Медиа Групп. – М. – 2012. – с. 432.

9. Винницкая В.Ф., Данилин С.И., Перфилова О.В. Перспективы развития производства основных видов плодоовощной продукции для полноценного и здорового питания [Текст] / Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания, № 2, 2014, С. 45–51.
10. Inês Da-Costa-Rocha Hibiscus sabdariffa L.-A phytochemical and pharmacological review [Text] / Inês Da-Costa-Rocha, Bernd Bonnlaender, Hartwig Sievers, Ivo Pischel, Michael Heinrich // Food Chemistry. – 165(2014). – pp. 424–443.
11. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. Фармакогнозия [Текст] / под. ред. Г.П. Яковлева. – Спб. : СпецЛит, 2006. – 845 с.
12. Павлюк Р. Ю. Нанотехнології заморожених криопаст із плодів та овочів з унікальними характеристиками – добавок для функціональних молочних продуктів [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, С. М. Лосева // Молокопереробка. – 2010. – № 1 (52). – С. 24–29.
13. ТУ У 10.3-38648982-001:2013. Порошки із криосублимованої овочевої, фруктово-ягідної та рослинної сировини. [чинний від 2013-07-31]. X – ДП «Харківстандартметрологія», 2013. – 38 с.
14. Биологически активные криас-добавки в новом поколении продуктов питания с повышенной биологической ценностью [Текст] / Под ред. Ю. Л. Гальчинецкой. – Харьков: «НПП «Криас-1», 2010. – 89 с.
15. Артамонова М. В. Технологія мармеладу желейного з використанням криас-порошків рослинного походження: монографія [Текст] / М. В. Артамонова, Г. М. Лисюк, Н.Ф. Туз. – X. : ХДУХТ, 2015. – 134 с.
16. Артамонова М. В. Удосконалення технологій мармеладно-пастильних виробів з використанням рослинних добавок отриманих за криотехнологіями [Текст] / М. В. Артамонова, І. С. Пілюгіна, Н. В. Шматченко. – В кн.: Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технології, енергоефективної переробки, зберігання та маркетингу. – X.: ХДУХТ, 2015. – С. 144–171.
17. Atrak R. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity / activity (iupac technical report)*[Text] / R. Atrak, S. Gorinstein, V. Böhm [et al.] // Pure Appl. Chem. – 2013. – Vol. 85. – No. 5. – P. 957–998.
18. Мисин В.М. Стандартизація термінів и определений в области «АНТИ-ОКСИДАНТЫ» [Текст] / В.М. Мисин, Н.Г. Храпова, А.Ю. Завьялов, Е.Б. Бурлакова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. Vol. 15. – № 17. – P. 236–241.
19. Yin H. Free radical lipid peroxidation: mechanisms and analysis [Text] / H. Yin, L. Xu, N. A. Porter // Chemical Reviews. – 2011. – Vol. 111, No. 10. – P. 5944–5972.
20. Prior R. L. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements [Text] / R. L. Prior, X. Wu, K. Schaich // J.Agric.Food Chem. – 2005. – Vol. 53. – P. 4290–4302.

21. Ivanova A. V. *Potentiometric Study of Antioxidant Activity: Development and Prospects [Text]* / A.V. Ivanova, E.F. Gerasimova, K.Z. Brainina // *Crit. Rev. Anal. Chem.* –2015. –Vol. 45. –№ 4. –P. 311–322.
22. Pisoschi A. M. *Electrochemical Methods for Total Antioxidant Capacity and its Main Contributors Determination: A review [Text]* / A. M. Pisoschi, C. Cimpeanu, G. Predoi // *Open Chemistry.* - 2015. – Vol. 13.- P. 824-856.
23. Sochor J. *Electrochemistry as a Tool for Studying Antioxidant Properties [Text]* / J. Sochor, J. Dobes, O. Krystofova, B. Ruttkay-Nedecky [at al.] // *Int. J. Electrochem. Sci.* – 2013. – v. 8. – P. 8464–8489.
24. Абдуллин И.Ф. *Кулонометрическая оценка антиоксидантной способности экстрактов чая электрогенерированным бромом [Текст]* / И.Ф. Абдуллин, Е.Н. Турова, Г.К. Будников // *Аналитическая химия.* – 2001. – Т. 56. – № 6. – С. 627–629.
25. Ziyatdinova G. K. *Galvanostatic coulometry in the analysis of natural polyphenols and its use in pharmacy [Text]* / G. K. Ziyatdinova, A. M. Nizamova, G. K. Budnikov // *Journal of Analytical Chemistry.* – 2010. –Vol. 65. - No. 11. –P. 1202–1206.
26. Budnikov G.K. *Antioxidants As Analytes in Analytical Chemistry [Text]* / G.K.Budnikov, G.K. Ziyatdinova // *Journal of Analytical Chemistry.* – 2005. – Vol. 60. –No. 7. – P. 600–613.
27. Ziyatdinova G.K. *Natural phenolic antioxidants in bioanalytical chemistry: state of the art and prospects of development [Text]* / G.K. Ziyatdinova, G.K.Budnikov // *Russian Chemical Reviews.* – 2015. – Vol. 84/ –N. 2. –P. 194 – 224.
28. Ziyatdinova G. *Coulometric titration with electrogenerated oxidants as a tool for evaluation of cognac and brandy antioxidant properties [Text]* / G. Ziyatdinova, I. Salikhova, H. Budnikov // *Food Chemistry.* – 2014. – Vol. 150. – P. 80–86.
29. Пат. 92844 Україна, МПК А 23 L 1/06. *Склад мармеладу з рослинними добавками [Текст]* / Павлюк Р. Ю., Артамонова М. В., Шматченко Н. В. – заявник і патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. – № и 2014 02562; заявл. 14.03.2014; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17. – 3 с.
30. Gubsky S. *Determination of total antioxidant capacity in marmalade and marshmallow [Text]* / Sergey Gubsky, Maiia Artamonova, Natalia Shmatchenko, Inna Piliugina, Elena Aksenova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2016. – Vol. 4. – N 11(82). - P. 43-50. DOI : 10.15587/1729-4061.2016.73546.
31. Evlash V. *Determination of ascorbic acid amount in gelatin aqueous solutions by galvanostatic coulometry using electrogenerated bromine [Text]* / S. Gubsky, E. Aksenova, A. Borisova, Z. Zhelezniak // *Industrial Technology and Engineering.* – 2016. – Vol. 18. –№ 1. – P. 22–31.
32. ТУ У 10.3-38648982-001:2013. *Порошки із криосублимованої овочевої, фруктово-ягідної та рослинної сировини. [чинний від 2013-07-31]. X – ДП «Харківстандартметрологія», 2013. – 38 с.*
33. Ladron de Guevara R.G. *The effect of a natural antioxidant on the stability of heat-treated paprika [Text]* / Ladron de Guevara, R. G., Bernabeu, R., Ricazo,

- M. I., Gonzalez, M., Varon, R. // Int. J. Food Sci. Technol. – 2005. – Vol. 40. – N 9. – P. 1005–1010.*
34. *Anese M. Influence of total solids concentration and temperature on the changes in redox potential of tomato pastes [Text] / Anese, M., Calligaris, S., Nicoli, M. C., Massini, R. // Int. J. Food Sci. Technol. – 2003. – Vol. 38. – N 1. – P. 55–61.*
35. *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] / Bamidele O. P., Fasogbon M. B. // Food Chem. – 2017. – Vol. 220. – P. 184–189.*
36. *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] / Duan X., Jiang, Y., Su X., Zhang Z., Shi J. // Food Chem. – 2007. – Vol. 101. – N 4. – P. 1365–1371.*