

Горайнова Ю. А., канд. техн. наук, доцент
Сімакова О. О., канд. техн. наук, доцент
Мороз В. О., здобувач ОС магістра
Школа К. В., здобувач ОС бакалавра
Гоманкова С. Ю., здобувач ОС бакалавра

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: Goryaynova@donnuet.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК З ПЛОДІВ ШОВКОВИЦІ НА ЖИРОВИЙ КОМПОНЕНТ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

UDK 664.6(045)

Goriainova Iu. A., PhD in Engineering sciences, Associate Professor
Simakova O. O., PhD in Engineering sciences, Associate Professor
Moroz V. O., a graduate of a master's degree
Shkola K. V., a graduate of a bachelor's degree
Homankova S. Yu., a graduate of a bachelor's degree

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), e-mail: Goryaynova@donnuet.edu.ua

STUDY OF THE INFLUENCE OF ADDITIVES FROM MULBERRY FRUITS ON THE FAT COMPONENT OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Мета. Дослідити вплив добавок порошків з плодів чорної та білої шовковиці на стан жирового компоненту борошняних кондитерських виробів.

Методи. Хімічний склад чорної та білої шовковиці визначали за стандартними методиками. Вміст деяких металів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії [1,2]. Оптичну густину екстрактів з плодів чорної та білої шовковиці визначали на спектрофотометрі Helios-γ (довжина хвилі 417 нм, робоча довжина кювети - 10 мм). Для визначення масової частки усіх флавонолів (у %) за рутином (у перерахунку на сухий залишок) використовували розрахунковий метод. Вивчення антиоксидантної дії порошків плодів чорної та білої шовковиці проводили прискореним методом з використанням стандартної методики, яка ґрунтується на вимірі величини пероксидного числа (ПЧ).

Результати. В результаті проведених досліджень встановлено, що багатий хімічний склад досліджених порошків із сухих плодів чорної та білої шовковиці, що районуються у Донецькому регіоні, дозволяє їх розглядати як перспективне джерело природних антиоксидантів. Це уможливило їх подальше використання як добавок, наприклад, у процесі виготовлення продуктів, що містять жир, для уповільнення в них процесів окиснення жирового компонента. Після окиснення зразків жирів (рослинна олія та маргарин), що досліджувалися, протягом 15 хвилин при температурі 160⁰ С спостерігається зменшення пероксидних чисел порівняно з контрольними зразками у всіх випадках у середньому на 20-30%. Добавки чорної та білої шовковиці також стримують процеси окиснення в жирах, які зберігалися в умовах побутового холодильника протягом 30 діб. Кількість пероксидних

© Горайнова Ю. А., Сімакова О. О., Мороз В. О.,
Школа К. В., Гоманкова С. Ю.

сполук у цих умовах зменшується на 20-40%. Також встановлено, що кількість пероксидних сполук у жирах з добавками двох порошків плодів чорної та білої шовковиці одночасно після їх зберігання в цих самих умовах зменшується на 10-40%, практично так, як це спостерігалось у випадку з окремими добавками порошків чорної та білої шовковиці.

Ключові слова: чорна шовковиця, біла шовковиця, порошки, жири, антиоксиданти, окиснення, пероксидне число.

Постановка проблеми. Використання різних рослинних добавок природного походження в технології борошняних кондитерських виробів на даний час є дуже актуальним. Це дозволяє поліпшити технологічні властивості сировини і збагатити готові вироби функціональними компонентами, які підвищують харчову цінність продукту.

Актуальною проблемою в сучасній технології харчових продуктів є збереження якісних показників жирів та продуктів, що містять жири. Перспективним у цьому напрямі є використання різних стабілізаторів окиснення жирів та олій – антиоксидантів. Серед них найбільшу увагу привертають так звані біоантиоксиданти – природні нетоксичні сполуки, що синтезуються рослинною клітиною. Велика кількість рослин вже досліджена з цієї точки зору, виявлено основні класи природних речовин, що відповідають за антиоксидантну дію рослинної сировини, та знайдено багато рослинних препаратів із високою антиоксидантною дією.

Цікавим об'єктом для дослідження у цьому напрямі є, на наш погляд, плоди шовковиці чи шовковичного дерева. У Донецькому регіоні виростають різні види, їх вирощують як плодові та як декоративні рослини. Шовковиця біла (*Morus alba*) культивується також заради листя, яке йде на корм гусениць тутового шовкопряда. Шовковиця чорна (*Morus nigra*) культивується тільки як плодова рослина.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Багато рослин володіють антиоксидантними властивостями, тому їх додавання покращує якість харчових жирів та продуктів, що вміщують жири. Проблемою стабілізації харчових жирів та подовження термінів їх зберігання займалися і досі продовжують багато наукових шкіл та вчених. Серед них Лисюк Г.М., Самохвалова О.В., Чуйко А.М. (ХДУХТ), Сирохман І.В., Лозова Т.М. (Львівський торговельно-економічний університет), Дуленко Л.В., Сімакова О.О. (ДонНУЕТ) та інші.

Наприклад, харківські вчені вивчають можливість використання порошків з різних фракцій виноградних вичавків та екстракту з них як антиоксидантів для жирів, що застосовуються на підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства. Проведений ними раніше аналіз хімічного складу порошків із виноградних вичавків показав, що в них максимально зберігаються в нативному вигляді всі біологічно активні речовини та вітамінні комплекси, у тому числі відповідальні за антиоксидантну активність. Вчені довели, що для сповільнення процесу окиснення жирів і збільшення термінів їх зберігання, раціональним є попереднє введення в ці жири порошків з виноградних вичавків в кількості 5 % до маси жиру і екстракту з вичавків винограду у кількості 0,5 % (на сухі речовини) до маси жиру. Такі концентрації добавок не погіршують органолептичні та фізико-хімічні показники якості вихідної продукції та можуть подовжити термін зберігання, зокрема, вершкового масла на 30-80 % [3].

Сумісні дослідження вчених з Харкова та Одеси присвячені антиоксидантній активності екстрактів з рослин українського походження та їх впливу на окисну стійкість соняшникової олії [4]. Серед потенційних джерел такої сировини дослідниками розглядалися листя та коріння трав, кора та листя ягідних культур. Ними було досліджено 20 рослин, серед яких калина, малина, горобина, ожина, рукола, кропива та інші. Метою їх досліджень було отримання порівняльних даних щодо антиоксидантної активності водно-спиртових екстрактів рослин українського походження, а також дослідження їх впливу на стабільність соняшникової олії під час її термічної обробки.

Професори Львівського торговельно-економічного університету Сирохман І.В. та Лозова Т. М. разом з колегами багато років займаються питаннями антиоксидантної активності наступних добавок: корінь солодки, корінь імбиру, листя шавлії, листя смородини, листя малини, корінь алтею, плоди глоду. Ними експериментально доведено, що ці добавки у вигляді екстрактів мають антиоксидантні та антимікробні властивості завдяки своєму хімічному складу і концентрації активних речовин [5, 6, 7].

На кафедрі технологій в ресторанному господарстві, готельно-ресторанної справи та підприємництва Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського ведуться дослідження стосовно використання як антиоксидантів харчових жирів добавок амаранту багряного, чорноплідної горобини, звичайної горобини [8, 9, 10]. Доведено, що ці добавки позитивно впливають на якість жиру.

Отже, проблема підвищення стійкості жирів, подовження їх термінів зберігання в борошняних кондитерських виробках залишається актуальною та вирішується в багатьох напрямках. Особливо перспективним виглядає використання рослинної сировини як джерела природних антиоксидантів.

Мета статті – дослідити вплив добавок порошків з сухих плодів чорної та білої шовковиці на стан жирового компонента борошняних кондитерських виробів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Нами було встановлено хімічний склад порошків, які виготовлені із висушених плодів двох вище зазначених видів шовковиці, та вміст деяких металів в них. Дані наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1 – Хімічний склад порошків плодів шовковиці

Зразок	Загальна волога, %	Зола, %	Вітамін С мг/100г	Каротин, мкг/г	Прості вуглеводи, %	Складні вуглеводи, %	Клітковина, %
Шовковиця біла	12,75±0,51	6,28±0,25	80,08±3,20	0,39±0,02	36,33±1,45	36,68±1,47	8,42±0,34
Шовковиця чорна	13,56±5,42	7,18±0,29	170,33±6,81	0,39±0,02	36,15±1,45	37,53±1,50	9,82±0,39

Таблиця 2 - Вміст деяких металів у плодах шовковиці

Зразок	Вміст, мг/100 г сухої речовини						
	K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
Шовковиця біла	2179,1±65,4	156,7±4,7	262,5±7,9	356,8±10,7	79,7±2,4	0,9±0,03	2,2±0,01
Шовковиця чорна	4045,7±121,4	173,2±5,2	291,3±8,7	395,8±11,9	107,1±3,2	1,2±0,03	2,6±0,01

Наші дослідження та аналіз літературних даних показали, що плоди білої та чорної шовковиці багаті на мінеральні речовини, вітаміни, клітковину, органічні кислоти, а також у них містяться антиоксиданти, а саме біофлавоноїди, які за своєю природою добре розчиняються у воді та етиловому спирті.

Для визначення сумарної кількості флавоноїдних сполук нами були проведені спектрофотометричні дослідження водних та етанольних екстрактів із сухих плодів чорної та білої шовковиці, що подрібнені в порошок.

Екстракти готували у співвідношенні порошок з сухих плодів шовковиці – розчинник 1:10 при температурі 20⁰ С. Процес екстракції відбувався 10, 20 та 30 хвилин. Потім

вимірювали оптичну густину екстрактів за допомогою спектрофотометру Helios-γ (довжина хвилі 417 нм, робоча довжина кювети - 10 мм). Масову частку усіх флавонолів (у %) за рутином (у перерахунку на сухий залишок) розраховували за формулою (1):

$$\text{Сума флавонолів, \%} = \frac{D \cdot 25 \cdot V \cdot 100}{a \cdot \varepsilon \cdot 2 \cdot (100 - \omega)}, \text{ де} \quad (1)$$

D – оптична густина досліджуваного екстракту, ε – молярний коефіцієнт поглинання продукту взаємодії рутину з водним розчином AlCl_3 , $\text{дм}^3/\text{моль} \cdot \text{см}$; a – наважка сировини, г; V – загальний об'єм екстракту, що досліджується, см^3 ; 25 – об'єм мірної колби, см^3 ; 2 – об'єм аліквоти, см^3 ; ω – вологість рослинної сировини, %.

Результати вимірювань та розрахунків свідчать про те, що у випадку зі зразками чорної шовковиці кількість флавоноїдних сполук після 20 хвилин екстракції зростає на 40% порівняно з кількістю цих сполук після 10 хвилин екстракції. Аналогічна залежність спостерігається і у випадку з білою шовковицею – на 30%. Для обох видів шовковиці кількість флавоноїдних сполук через 30 хвилин екстракції незначно збільшується. Таким чином, виявлений багатий хімічний склад порошків, які отримані із сухих плодів чорної та білої шовковиці, що росте у Донецькому регіоні, дозволяє їх розглядати як перспективне джерело природних антиоксидантів.

Також нами було визначено антиоксидантну активність дослідних порошків шовковиці по відношенню до двох жирів, які використовуються в технології кондитерських борошняних виробів, – рослинної олії та маргарину - за різних умов. Вивчення антиоксидантної дії порошків проводили прискореним методом з використанням стандартної методики, яка ґрунтується на визначенні величини пероксидного числа (умовна величина, яка еквівалентна кількості йоду, що вивільняється пробою з калій йодиду із зазначеної одиниці маси жиру пероксидними сполуками, які утворюються в ньому при окисненні).

Отримані в ході експерименту дані свідчать про те, що після вистоювання зразків жиру протягом 20 хвилин у присутності добавок чорної та білої шовковиці у кількості 1% (від маси жиру) при кімнатній температурі значення пероксидних чисел незначно зростають у порівнянні з контрольними зразками – рослинною олією і маргарином без добавок шовковиці. Тобто за цих умов рослинні добавки не виявляють антиоксидантної активності. Після окиснення зразків жирів протягом 15 хвилин при температурі 160°C спостерігається зменшення пероксидних чисел порівняно з контрольними зразками у всіх випадках у середньому на 20-30%.

Також нами були проведені дослідження антиоксидантної активності чорної та білої шовковиці щодо жирів при зберіганні їх в умовах побутового холодильника протягом 1 місяця. Встановлено, що ці добавки також стримують процеси окиснення в жирах, кількість пероксидних сполук у цих умовах зменшується на 20-40%.

Результати, які отримані в ході експериментів щодо дослідження впливу порошків плодів чорної та білої шовковиці на жири, показали, що завдяки вмісту в їх складі речовин поліфенольної природи додавання цих рослинних порошків здатне стримувати окиснювальні процеси в жирах. Це дозволяє припустити доцільність їх використання в технології борошняних кондитерських виробів як перспективну антиоксидантну сировину.

При дослідженні антиоксидантної активності порошків плодів шовковиці доцільно було перевірити прояв їхнього спільного впливу на процеси окиснення в жирах.

Відомо, що за впливом на окиснювальні процеси всі можливі варіанти гальмування сумішами інгібіторів можна звести до наступних трьох:

- синергізм, при якому дія суміші більша, ніж сума впливів окремих компонентів;
- антагонізм, у якому інгібітори перешкоджають одне одному;
- адитивна дія, при якій гальмуючий ефект дорівнює сумі ефектів кожного з компонентів, що гальмують.

Вивчення антиоксидантної дії порошків плодів чорної та білої шовковиці також проводили прискореним методом з використанням стандартної методики, яка ґрунтується на визначенні величини пероксидного числа. Порошки з плодів чорної та білої шовковиці додавали у кількості 0,5% кожного до маси жирів. Дослідні зразки жирів зберігали в умовах побутового холодильника за температури 5° С протягом 30 діб.

Отримані експериментальні дані (рис. 1.) свідчать про те, що кількість пероксидних сполук у жирах з добавками одночасно двох порошків плодів чорної та білої шовковиці після їх зберігання у зазначених умовах зменшується на 10-40%, практично так само, як це спостерігалось у випадку з добавками зазначених порошків, але окремо.

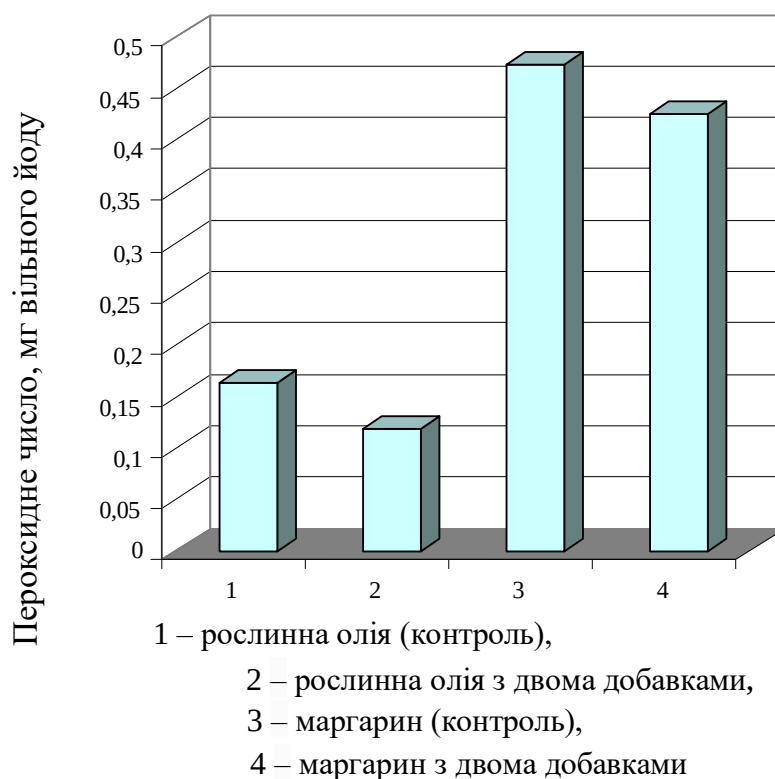


Рисунок 1 – Зміна пероксидних чисел зразків жирів

Висновки. Таким чином, можна стверджувати, що одночасне додавання двох добавок порошків із плодів чорної та білої шовковиці до жирів не виявляють ефекту синергізму. Однак кожна з добавок має досить потужний антиоксидантний комплекс, який дозволяє використовувати порошки з плодів чорної та білої шовковиці у технології борошняних кондитерських виробів для зменшення швидкості окисних процесів в жирах.

Список літератури

1. Спосіб визначення важких металів в продуктах харчування: пат. 63519 Україна: МПК (2011.01), G01N 29/00 G01N 33/00. Заявл. 12.02.07; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19.
2. Спосіб визначення вмісту редуруючих цукрів у рослинному матеріалі: пат. 121789 Україна: МПК (2017.01), A01G 7/00 G01N 9/36. Заявл. 21.07.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23.
3. Чуйко М.М., Чуйко А.М. Ефективність стабілізації харчових жирів та можливість подовження їх термінів зберігання. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. №1 (305). С. 218-224. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-305-1-218-223>.

4. Демидова А., Аксьонова О., Євлаш В., Ткаченко О., Каменєва Н. Антиоксидантна активність екстрактів з рослин українського походження та їх вплив на окисну стійкість соняшникової олії. *Харчова наука та технологія*. 2022. 16 (3). <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2514>.
5. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукове обґрунтування поліпшення споживних властивостей борошняних кондитерських виробів з використанням природної нетрадиційної сировини: монографія. Львів: ЛТЕУ, 2017. 328 с.
6. Лозова Т. М. Антиоксидантні властивості інноваційних інгредієнтів для харчових продуктів. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2016. Вип. 17. С. 79-83. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlteu_2016_17_15.
7. Лозова Т. М. Встановлення впливу нетрадиційної природної сировини на процеси окислення в кондитерському жирі. *Актуальні наукові дослідження у світі*. 2017. Вип. 6 (26). Ч. 1. С. 52-57.
8. Сімакова О. О., Никифоров Р.П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна з заданими властивостями: монографія. Кривий Ріг: ДонНУЕТ. 2018. 146 с.
9. Simakova O., Korenets Yu., Yudina T., Nazarenko I., Goriainova Iu. Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 2. Is. 11 (92). P. 57–64. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127173>.
10. Горяйнова Ю. А., Сімакова О. О., Кучма А. Ю., Мороз В. О. Технологія виробів із пшеничного борошна лікувально-профілактичного призначення із використанням шовковиці. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2020. Вип. 2 (41). С. 12–18.

References

1. *Sposib vyznachennia vazhkykh metaliv v produktakh kharchuvannia* [The method of determination of heavy metals in food products]. (2011). Patent UA no. 63519.
2. *Sposib vyznachennia vmistu redukuiuchykh tsukriv u roslynnomu materiali* [The method of determining the content of reducing sugars in plant material]. (2017). Patent UA no. 121789.
3. Chuiko, M. M., Chuiko, A. M. (2022). *Efektivnist stabilizatsii kharchovykh zhyriv ta mozhyvist podovzhennia yikh terminiv zberihannia* [Effectiveness of food fat stabilization and the possibility of extending their shelf life], *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University], 1, pp. 218-224. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-305-1-218-223>.
4. Demydova, A., Aksonova O., Yevlash, V., Tkachenko, O., Kameneva, N. (2022). *Antyoksydantna aktyvnist ekstraktiv z roslyn ukrainskoho pokhodzhennia ta yikh vplyv na okysnu stiikist soniashnykovoï olii*. [Antioxidant activity of extracts from plants of Ukrainian origin and their effect on the oxidative stability of sunflower oil], *Kharchova nauka ta tekhnolohiia* [Food Science and Technology], 16 (3). <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2514>.
5. Lozova, T. M., Syrokhman, I. V. (2017). *Naukove obgruntuvannia polipshennia spozhyvnykh vlastyvostei boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv z vykorystanniam pryrodnoi netradytsiinoi syrovyny* [Scientific substantiation of improvement of consumer properties of flour confectionery products with use of natural non-traditional raw materials]. Lviv, LTEU Publ., 328 p.
6. Lozova, T. M. (2016). *Antyoksydantni vlastyvosti innovatsiinykh inhrediientiv dlia kharchovykh produktiv* [Antioxidant properties of innovative ingredients for food products]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky* [Bulletin of the Lviv University of Trade and Economics. Technical sciences], 17, pp. 79–83. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlteu_2016_17_15.
7. Lozova, T. M. (2017). *Vstanovlennia vplyvu netradytsiinoi pryrodnoi syrovyny na protsesy okyslennia v kondyterskomu zhyri* [Establishing the impact of non-traditional natural raw materials on oxidation processes in confectionery fat]. *Aktualni naukovy doslidzhennia u sviti* [Current scientific studies in the modern world], 6 (26), pp. 52–57.

8. Simakova, O. O., Nykyforov, R. P. (2018). *Rozrobka novitnikh tekhnolohii vyrobiv z boroshna s zadanyimi vlastyvostyamy: monografiya* [Development of the newest technologies of products from flour with the set properties: monograph]. Kryvyi Rih: DonNUET [Kryvyi Rih: DonNUET]. 146 p.

9. Simakova O., Korenets Yu., Yudina T., Nazarenko I., Goriainova Iu. (2018). Examining a possibility of using purple amaranth in the technology for products made of yeast dough. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2, 11 (92), pp. 57–64. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.127173>.

10. Goryaynova, Yu. A., Simakova, O. O., Kuchma, A. Yu., Moroz, V. O. (2020). *Tehnologiya virobiv iz pshenichnogo boroshna likuvalno-profilaktichnogo pryznachennya iz vikoristanniam shovkovitsi* [Technology of products from wheat flour of medical and preventive appointment with use of mulberry]. *Obladnannya ta tekhnologii kharchovikh virobnitstv* [Food production equipment and technologies], 2 (41), pp. 12–18.

Purpose. To investigate the influence of additives of black and white mulberry fruit powders on the state of the fat component of flour confectionery products.

Methods. The chemical composition of black and white mulberry was determined according to standard methods. The content of some metals was determined by atomic absorption spectroscopy. The optical density of extracts from black and white mulberry fruits was determined on a Helios-γ spectrophotometer (wavelength 417 nm, working length of the cuvette - 10 mm). The calculation method was used to determine the mass fraction of all flavonols (in %) according to rutin (in terms of dry residue). The study of the antioxidant effect of black and white mulberry fruit powders was carried out by an accelerated method using a standard method based on the measurement of the value of the peroxide number (PN).

Results. As a result of the conducted research, it was established that the rich chemical composition of the investigated powders from the dry fruits of black and white mulberries, which are distributed in the Donetsk region, allows them to be considered as a promising source of natural antioxidants. This enables their further use as additives, for example, in the process of manufacturing products containing fat, to slow down the oxidation of the fat component in them. After oxidation of the studied fat samples (vegetable oil and margarine) for 15 minutes at a temperature of 1600 C, a decrease in peroxide values was observed in comparison with the control samples in all cases by an average of 20-30%. Additions of black and white mulberry also inhibit oxidation processes in fats that have been stored in a household refrigerator for 30 days. Under these conditions, the amount of peroxide compounds decreases by 20-40%. It was also established that the amount of peroxide compounds in fats with the addition of two powders of black and white mulberry fruits at the same time after their storage in the same conditions decreases by 10-40%, almost as it was observed in the case of separate additives of black and white mulberry powders.

Key words: black mulberry, white mulberry, powders, fats, antioxidants, oxidation, peroxide number.