№ 3(44) 2025
НАУКА і ТЕХНІКА СЬОГОДНІ
серії: право, економіка, педагогіка, техніка, фізико-математичні науки

УДК: 016:615.27

https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-3(44)-1365-1375

Парахненко Владислав Геннадійович доктор філософії з наук про Землю, викладач кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Умань, https://orcid.org/0000-0002-4312-6194

Задорожна Олена Михайлівна кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії та екології, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Умань, тел.: 0966156072, https://orcid.org/0000-0002-5039-017X

Тараймович Ірина Володимирівна кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії, Луцький національний технічний університет, Луцьк, https://orcid.org/0000-0003-4129-2671

АНТИОКСИДАНТИ В ХАРЧУВАННІ: ПРИРОДНІ ТА СИНТЕТИЧНІ

Анотація. Антиоксиданти – це сполуки, що захищають організм від оксидативного стресу, спричиненого вільними радикалами. Вони відіграють важливу роль у підтримці здоров'я, запобігаючи розвитку хронічних захворювань, передчасному старінню та зниженню імунітету.

Антиоксиданти поділяються на природні та синтетичні. Природні антиоксиданти містяться у фруктах, овочах, горіхах, злаках та зелені. До них належать вітаміни С, Е, каротиноїди, флавоноїди, поліфеноли та мікроелементи, такі як селен і цинк. Вони нейтралізують вільні радикали, зміцнюють клітини та сприяють їхньому оновленню. Найбільше природних антиоксидантів у чорниці, гранатах, винограді, зеленому чаї, куркумі та темному шоколаді.

Синтетичні антиоксиданти використовуються в харчовій промисловості для збереження свіжості продуктів та запобігання їх окисленню. Найпоширенішими є ВНА (бутилгідроксіанізол) і ВНТ (бутилгідрокситолуол), а також Е300 (аскорбінова кислота) і Е321 (бутилгідрокситолуол). Попри ефективність, деякі з них можуть мати потенційний негативний вплив на здоров'я при надмірному споживанні.

Антиоксиданти досить чутливі до температури навколишнього середовища. Протягом декількох діб зберігання при кімнатній температурі вони втрачають до 50% своїх корисних властивостей. Зелень (наприклад, шпинат) необхідно берегти ще і від сонячних променів, які руйнують вітаміни, які в ній містяться. Продукти – джерела антиоксидантів не рекомендується піддавати тепловій обробці, особливо смажити.

Збалансоване харчування з достатньою кількістю природних антиоксидантів є запорукою здоров'я та довголіття. Водночас важливо контролювати споживання синтетичних антиоксидантів, віддаючи перевагу натуральним продуктам [1].

Ключові слова: антиоксиданти, вільні радикали, оксидативний стрес, природні антиоксиданти, синтетичні антиоксиданти, харчування, вітаміни, поліфеноли, флавоноїди, здоров'я.

Parakhnenko Vladyslav Gennadievich Ph.D. teacher, Department of Chemistry and Ecology, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, https://orcid.org/0000-0002-4312-6194

Zadorozhna Olena Mikhailovna Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry and Ecology, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, https://orcid.org/0000-0002-5039-017X

Taraymovich Iryna PhD, Associate Professor, Department of Food Technology and Chemistry, Lutsk National Technical University, Lutsk, https://orcid.org/0000-0003-4129-2671

ANTIOXIDANTS IN NUTRITION: NATURAL AND SYNTHETIC

Abstract. Antioxidants are compounds that protect the body from oxidative stress caused by free radicals. They play an important role in maintaining health by preventing the development of chronic diseases, premature aging and reduced immunity.

Antioxidants are divided into natural and synthetic. Natural antioxidants are found in fruits, vegetables, nuts, grains and herbs. They include vitamins C, E, carotenoids, flavonoids, polyphenols and trace elements such as selenium and zinc. They neutralise free radicals, strengthen cells and promote cell renewal. Blueberries, pomegranates, grapes, green tea, turmeric, and dark chocolate are the most abundant in natural antioxidants.

Synthetic antioxidants are used in the food industry to preserve the freshness of food and prevent its oxidation. The most common are BHA (butyl hydroxyanisole) and BHT (butyl hydroxytoluene), as well as E300 (ascorbic acid) and E321 (butyl hydroxytoluene). Despite their effectiveness, some of them can have potential negative health effects if consumed in excess.

Antioxidants are quite sensitive to ambient temperature. Within a few days of storage at room temperature, they lose up to 50% of their beneficial properties. Greens (e.g. spinach) should also be protected from sunlight, which destroys the vitamins they contain. Foods that are sources of antioxidants should not be subjected to heat treatment, especially frying.

A balanced diet with a sufficient amount of natural antioxidants is the key to health and longevity. At the same time, it is important to control the consumption of synthetic antioxidants, giving preference to natural products [1].

Keywords: antioxidants, free radicals, oxidative stress, natural antioxidants, synthetic antioxidants, nutrition, vitamins, polyphenols, flavonoids, health.

Постановка проблеми. Сучасний ритм життя, екологічні проблеми та зміни у харчових звичках сприяють зростанню оксидативного стресу в організмі людини. Вільні радикали, що утворюються внаслідок впливу забрудненого повітря, ультрафіолетового випромінювання, неправильного харчування, куріння та стресів, пошкоджують клітини та сприяють розвитку різних захворювань. Антиоксиданти відіграють ключову роль у нейтралізації цих шкідливих сполук, запобігаючи передчасному старінню, серцево-судинним та онкологічним хворобам.

Основна проблема полягає у дисбалансі між споживанням природних антиоксидантів та використанням синтетичних добавок у харчовій промисловості. Природні антиоксиданти, що містяться у фруктах, овочах, зелені, горіхах та спеціях, мають високу біологічну активність, проте через незбалансоване харчування та рафіновані продукти їх споживання є недостатнім. З іншого боку, синтетичні антиоксиданти широко застосовуються у виробництві харчових продуктів для збільшення терміну їх зберігання, проте довготривалий вплив деяких з них на організм залишається дискусійним.

Наукові дослідження свідчать про те, що надмірне споживання синтетичних антиоксидантів, таких як бутилгідроксіанізол (BHA) та бутилгідрокситолуол (BHT), може мати потенційні ризики для здоров’я, зокрема сприяти розвитку алергічних реакцій, порушень обміну речовин та навіть канцерогенних змін. Водночас природні антиоксиданти, такі як флавоноїди, каротиноїди, поліфеноли та вітаміни (C, E), мають доведений позитивний вплив на організм, але їх ефективність залежить від способу обробки та зберігання продуктів [2].

Таким чином, постає необхідність у дослідженні оптимального балансу між природними та синтетичними антиоксидантами в харчуванні людини. Важливо визначити, які природні джерела антиоксидантів є найбільш ефективними, як їх зберігати для максимального збереження корисних властивостей та які синтетичні антиоксиданти є безпечними для споживання.

Вирішення цієї проблеми сприятиме покращенню якості харчування, зміцненню здоров’я та зниженню ризику розвитку хронічних захворювань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні наукові дослідження підтверджують важливу роль антиоксидантів у підтримці здоров'я людини та профілактиці хронічних захворювань. Вчені наголошують, що природні

антиоксиданти, отримані з харчових продуктів, мають вищу біодоступність та безпечніші для організму порівняно із синтетичними аналогами.

Дослідження, опубліковані в Journal of Agricultural and Food Chemistry, свідчать про потужні антиоксидантні властивості поліфенолів, які містяться у винограді, чорниці та зеленому чаї. Вони ефективно зменшують оксидативний стрес, запобігають запальним процесам та зміцнюють судинну систему.

Наукові праці, представлені в Nutrients, доводять, що регулярне споживання вітаміну С та Е сприяє зміцненню імунітету та знижує ризик серцево-судинних захворювань. Ці вітаміни працюють синергічно, нейтралізуючи шкідливі радикали та покращуючи стан клітин.

Дослідники з Гарвардського університету наголошують на важливості флавоноїдів, що містяться в какао, цитрусових та червоному вині. Вони допомагають регулювати рівень холестерину та мають нейропротекторний ефект, зменшуючи ризик розвитку хвороби Альцгеймера [3].

У публікаціях Food Chemistry зазначено, що каротиноїди, зокрема бета-каротин, лютеїн та лікопін, мають потужну антиоксидантну активність. Їхній вплив особливо важливий для здоров'я очей, шкіри та профілактики онкологічних захворювань.

Водночас є дослідження, що аналізують безпечність синтетичних антиоксидантів. У статті Toxicology Reports наголошується на потенційних ризиках використання ВНА та ВНТ, які можуть мати канцерогенні властивості при високих дозах.

Дослідження, опубліковані в International Journal of Food Sciences and Nutrition, вказують, що харчові добавки з синтетичними антиоксидантами не завжди повністю засвоюються організмом і можуть викликати небажані реакції, зокрема алергії та гормональні порушення.

Проте в деяких випадках синтетичні антиоксиданти є необхідними. Наприклад, дослідження European Food Research and Technology підтверджують, що додавання аскорбінової кислоти (Е300) до харчових продуктів ефективно запобігає їх окисленню та зберігає корисні властивості.

Експерти з Frontiers in Nutrition наголошують, що баланс між природними та синтетичними антиоксидантами є ключовим фактором у здоровому харчуванні. Вони рекомендують споживати більше натуральних продуктів, збагачених антиоксидантами, та мінімізувати вживання обробленої їжі.

Отже, сучасні наукові дослідження підтверджують переваги природних антиоксидантів і водночас звертають увагу на необхідність обережного використання синтетичних добавок у харчовій промисловості.

Мета статті. є аналіз та узагальнення наукових даних щодо природних і синтетичних антиоксидантів у харчуванні, їхнього впливу на організм людини, ефективності та безпечності застосування. У роботі розглядаються основні джерела природних антиоксидантів, їхні біологічні властивості та

механізми дії, а також оцінюється роль синтетичних антиоксидантів у харчовій промисловості, їхні переваги та потенційні ризики.

Стаття спрямована на визначення оптимального балансу між природними та синтетичними антиоксидантами в раціоні людини, з урахуванням останніх наукових досліджень. Аналізується їхня роль у запобіганні оксидативному стресу, старінню, розвитку серцево-судинних, онкологічних та нейродегенеративних захворювань [4].

Також у статті розглядаються перспективи використання антиоксидантів у дієтології та можливості мінімізації негативного впливу синтетичних добавок. Основна увага приділяється обґрунтуванню необхідності споживання продуктів, багатих на природні антиоксиданти, та контролю використання синтетичних речовин у харчовій промисловості.

Виклад основного матеріалу. Антиоксиданти відіграють важливу роль у захисті організму від оксидативного стресу, спричиненого дією вільних радикалів. Вони допомагають запобігати пошкодженню клітин, що сприяє зміцненню імунної системи, уповільненню старіння та зниженню ризику розвитку багатьох хронічних захворювань.

Природні антиоксиданти містяться у великій кількості продуктів рослинного походження. До них належать вітаміни (С, Е, А), каротиноїди, флавоноїди, поліфеноли та мікроелементи, такі як селен і цинк. Ці речовини нейтралізують вільні радикали, захищаючи клітини від окисного пошкодження.

Фрукти та овочі є найбагатшими джерелами антиоксидантів. Чорниця, гранат, виноград, цитрусові, помідори та шпинат містять велику кількість корисних сполук, що сприяють підтримці здоров’я. Наприклад, лікопін, що міститься у помідорах, має потужний антиоксидантний ефект і сприяє профілактиці онкологічних захворювань [5].

Зелений чай є ще одним цінним джерелом антиоксидантів. Він містить катехіни, які зменшують запалення, покращують стан серцево-судинної системи та мають протипухлинні властивості. Дослідження показують, що регулярне споживання зеленого чаю може знижувати ризик серцево-судинних захворювань на 20–30%.

Темний шоколад, багатий на флавоноїди, також має антиоксидантні властивості. Він допомагає знижувати рівень холестерину, покращує функцію судин та підвищує еластичність артерій. Проте важливо споживати шоколад з високим вмістом какао та мінімальною кількістю цукру.

Окрім природних антиоксидантів, у харчовій промисловості широко використовуються синтетичні аналоги. Вони додаються до продуктів з метою запобігання окисленню, що продовжує термін їхнього зберігання. Найпоширенішими синтетичними антиоксидантами є BHA (бутилгідроксіанізол), BHT (бутилгідрокситолуол), пропілгалат (Е310) та аскорбінова кислота (Е300).

Хоча синтетичні антиоксиданти є ефективними консервантами, їхнє споживання у великих кількостях може мати негативні наслідки для здоров'я. Дослідження показали, що деякі з них можуть мати потенційно канцерогенні властивості або спричиняти алергічні реакції. Наприклад, Європейське агентство з безпеки харчових продуктів рекомендує обмежити споживання ВНА та ВНТ через їх можливий вплив на гормональну систему.

Попри це, деякі синтетичні антиоксиданти, такі як аскорбінова кислота (Е300) та токофероли (Е306–Е309), вважаються безпечними та використовуються у харчовій промисловості для збереження свіжості продуктів. Наприклад, вітамін Е широко застосовується у виробництві олій, щоб запобігти їх прогірканню.

Оксидативний стрес відіграє ключову роль у розвитку хронічних захворювань, таких як серцево-судинні хвороби, рак, цукровий діабет та нейродегенеративні порушення. Антиоксиданти допомагають зменшити цей вплив, підтримуючи роботу клітин та органів [6].

Доведено, що люди, які споживають більше продуктів, багатих на природні антиоксиданти, мають менший ризик серцево-судинних захворювань. Наприклад, дослідження Гарвардського університету показало, що вживання ягід та овочів, багатих на флавоноїди, знижує ризик інфаркту на 25%.

Антиоксиданти також відіграють важливу роль у захисті шкіри від передчасного старіння. Вітамін С та поліфеноли сприяють синтезу колагену, що допомагає зберегти пружність і молодість шкіри.

У спортивному харчуванні антиоксиданти використовуються для прискорення відновлення м'язів після фізичних навантажень. Вони допомагають зменшити запалення та окислювальний стрес, що виникає після інтенсивних тренувань.

Дослідження також показують, що природні антиоксиданти мають позитивний вплив на когнітивні функції. Вони знижують ризик розвитку хвороби Альцгеймера, покращують пам'ять та сприяють концентрації уваги.

Однак надмірне споживання антиоксидантів, навіть природних, може мати негативні наслідки. Наприклад, високі дози вітаміну Е можуть порушувати згортання крові, а надлишок бета-каротину підвищує ризик раку легень у курців [7].

Тому важливо дотримуватися балансу у споживанні антиоксидантів та отримувати їх переважно з природних джерел. Найкращою стратегією є включення до раціону великої кількості овочів, фруктів, зелені, горіхів та цільнозернових продуктів.

Харчова промисловість продовжує шукати альтернативні натуральні антиоксиданти для заміни синтетичних добавок. Наприклад, екстракт розмарину та зеленого чаю використовуються як природні консерванти у виробництві харчових продуктів.

Таким чином, антиоксиданти відіграють критичну роль у здоров'ї людини, захищаючи організм від шкідливого впливу вільних радикалів. Баланс між природними та синтетичними антиоксидантами є важливим для підтримки оптимального стану здоров'я та профілактики хронічних захворювань.

Наукові дослідження підтверджують важливу роль антиоксидантів у захисті організму від окисного стресу, запобіганні хронічним захворюванням та підтримці загального здоров'я. Останні експериментальні дані свідчать, що природні антиоксиданти, отримані з фруктів, овочів, зелені та спецій, мають значно вищу біодоступність та безпечність порівняно із синтетичними аналогами.

В експериментальних дослідженнях було встановлено, що регулярне споживання поліфенолів, які містяться у винограді, зеленому чаї та гранатах, знижує рівень оксидативного стресу в організмі на 30–40%. Поліфеноли також сприяють зменшенню запальних процесів, що підтверджено клінічними випробуваннями на групі добровольців із серцево-судинними захворюваннями.

Дослідження, проведене в Гарвардському університеті, виявило, що флавоноїди, які містяться в какао, цитрусових та червоному вині, здатні покращувати еластичність судин та знижувати рівень "поганого" холестерину на 15–20%. Це зменшує ризик серцево-судинних захворювань і продовжує тривалість життя [8].

В експериментальних умовах було підтверджено, що каротиноїди, зокрема лікопін і лютеїн, мають потужну антиоксидантну активність та ефективно захищають клітини від мутацій. Регулярне вживання томатів, моркви та шпинату сприяє зниженню ризику онкологічних захворювань.

Дослідження, опубліковані в Journal of Food Chemistry, підтверджують, що вітаміни С та Е у високих концентраціях здатні нейтралізувати шкідливі вільні радикали. Вживання цитрусових, ягід та горіхів позитивно впливає на стан шкіри, зміцнює імунну систему та сприяє швидшому загоєнню тканин.

Вивчення антиоксидантних властивостей спецій показало, що куркумін, що міститься в куркумі, має виражену протизапальну та антиоксидантну дію. Дослідження продемонстрували, що додавання куркуми до раціону знижує рівень маркерів запалення на 25%.

Експерименти на лабораторних тваринах засвідчили, що ресвератрол, який міститься у червоному вині та винограді, має кардіопротекторний ефект. Тварини, яким вводили ресвератрол, мали знижений ризик розвитку гіпертонії та серцевої недостатності.

Проте деякі дослідження вказують на те, що надмірне споживання антиоксидантів може мати негативний ефект. Наприклад, високі дози вітаміну Е можуть викликати проблеми зі згортанням крові, а надлишок бета-каротину збільшує ризик раку легень у курців.

Окрім природних антиоксидантів, були вивчені також синтетичні речовини, які додаються до харчових продуктів для збільшення терміну їхнього зберігання. Найпоширенішими з них є BHA, BHT, пропілгалат та аскорбінова кислота.

Дослідження Європейського агентства з безпеки харчових продуктів показали, що синтетичні антиоксиданти, такі як BHA і BHT, можуть спричиняти алергічні реакції та порушення обміну речовин. Водночас, їхня канцерогенна дія ще залишається предметом наукових дискусій.

Аскорбінова кислота (E300) та токофероли (E306–E309) вважаються найбезпечнішими синтетичними антиоксидантами. Вони використовуються для запобігання окисленню жирів у харчових продуктах, зокрема у рослинних оліях та кондитерських виробах.

Дослідження, проведені в Університеті Торонто, довели, що люди, які споживають велику кількість продуктів, збагачених антиоксидантами, мають на 35% нижчий ризик розвитку нейродегенеративних захворювань, таких як хвороба Альцгеймера.

У спортивній медицині антиоксиданти використовуються для прискорення відновлення м’язів після фізичних навантажень. Доведено, що поліфеноли допомагають зменшити запалення та оксидативний стрес, що виникає після інтенсивних тренувань.

Важливим є також питання комбінованого використання антиоксидантів. Дослідження показують, що синергетичне споживання вітамінів С та Е дає кращий ефект у боротьбі з оксидативним стресом, ніж кожен із цих вітамінів окремо [9].

З огляду на отримані результати, вчені рекомендують отримувати антиоксиданти переважно з природних джерел. Харчування, багате на овочі, фрукти, зелень, спеції та горіхи, забезпечує організм усіма необхідними біоактивними сполуками.

Таким чином, результати досліджень підтверджують важливість антиоксидантів у підтримці здоров’я та профілактиці захворювань. Вони сприяють зменшенню запалення, зміцненню імунної системи, уповільненню старіння та зниженню ризику серцево-судинних і онкологічних патологій.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення оптимальних доз антиоксидантів, їхнього комбінованого впливу та безпечного використання синтетичних аналогів у харчовій промисловості.

Висновки. Антиоксиданти відіграють ключову роль у підтримці здоров'я людини, захищаючи організм від впливу вільних радикалів та запобігаючи розвитку багатьох хронічних захворювань. Вони допомагають боротися з оксидативним стресом, уповільнюють старіння, покращують функціонування імунної системи та підтримують нормальну роботу серцево-судинної системи.

Природні антиоксиданти, що містяться у свіжих фруктах, овочах, зелені, горіхах, спеціях та чаї, є найбільш корисними та безпечними для людини. Вони не тільки нейтралізують вільні радикали, а й містять додаткові корисні речовини, такі як клітковина, вітаміни та мінерали, які сприяють загальному зміцненню організму.

Флавоноїди, поліфеноли, каротиноїди та вітаміни С і Е мають потужний антиоксидантний ефект. Вони покращують стан шкіри, сприяють регенерації клітин, зміцнюють стінки судин та знижують ризик виникнення серцево-судинних і нейродегенеративних захворювань.

Зелений чай, чорниця, гранати, куркума, какао та томати є одними з найбагатших природних джерел антиоксидантів. Регулярне їх споживання сприяє зміцненню здоров'я, покращенню пам’яті та зниженню рівня запальних процесів в організмі.

Водночас харчова промисловість широко застосовує синтетичні антиоксиданти, які продовжують термін зберігання продуктів та запобігають їхньому псуванню. До таких речовин належать ВНА, ВНТ, пропілгалат, аскорбінова кислота та токофероли.

Однак не всі синтетичні антиоксиданти є безпечними. Деякі з них, зокрема ВНА і ВНТ, можуть мати потенційний канцерогенний вплив при надмірному споживанні. Це викликає занепокоєння серед науковців, що вимагає подальших досліджень щодо їхньої безпечності.

Незважаючи на це, деякі синтетичні антиоксиданти, такі як вітамін С та Е, є безпечними та навіть корисними при помірному споживанні. Вони широко використовуються у виробництві харчових продуктів та харчових добавок.

Загалом, сучасні наукові дослідження підтверджують, що найкращим джерелом антиоксидантів є природні продукти, а надмірне споживання синтетичних антиоксидантів може мати негативні наслідки.

Оксидативний стрес є важливим чинником у розвитку таких захворювань, як рак, діабет, хвороби серця та нейродегенеративні патології. Саме тому регулярне споживання антиоксидантів має велике значення для збереження здоров’я та профілактики хронічних хвороб [10].

Сучасна медицина та дієтологія активно вивчають взаємозв’язок між антиоксидантами та їхнім впливом на організм людини. Дослідження показують, що люди, які споживають багато продуктів, багатих на антиоксиданти, живуть довше та мають менший ризик виникнення вікових захворювань.

Також існує потреба у розробці нових методів збереження природних антиоксидантів у харчових продуктах, а також у пошуку альтернативних природних антиоксидантів для заміни синтетичних добавок у промисловості.

Харчування має бути збалансованим і різноманітним, щоб забезпечити організм необхідною кількістю антиоксидантів. Важливо включати до раціону більше свіжих овочів, фруктів, зелені, горіхів, а також напоїв, таких як зелений чай.

У майбутньому необхідні подальші дослідження для більш глибокого розуміння механізмів дії антиоксидантів, їхньої взаємодії з іншими поживними речовинами та потенційного впливу на різні системи організму.

Таким чином, антиоксиданти є важливим елементом здорового харчування, і їх правильне використання сприятиме зміцненню здоров'я, продовженню тривалості життя та запобіганню багатьом серйозним захворюванням.

Література:

1. Гончаренко О. В. Дослідження антиоксидантної активності природних сполук у харчових продуктах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. Т. 264. С. 112-118.

2. Коваленко І. М. Вплив синтетичних антиоксидантів на якість харчових продуктів. Харчова наука і технологія. 2018. Т. 12, № 3. С. 45-50.

3. Мельник Р. П. Порівняльний аналіз ефективності природних та синтетичних антиоксидантів у м'ясних продуктах. Технологія і санітарія харчових виробництв. 2019. Т. 5, № 2. С. 78-83.

4. Сидоренко Л. О. Антиоксидантні властивості екстрактів рослин у харчовій промисловості. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2020. Т. 24. С. 99-104.

5. Ткаченко Н. В. Використання антиоксидантів для підвищення стійкості жирів у харчових продуктах. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2021. Т. 29 № 1. С. 56-61.

6. Шевченко А. І. Дослідження впливу антиоксидантів на окислювальну стабільність олій. Журнал харчової хімії та технології. 2016. Т. 8 № 4. С. 33-38.

7. Петренко Ю. С. Природні антиоксиданти у збереженні якості фруктових соків. Вісник Харківського державного університету харчування та торгівлі. 2015. Т. 17. С. 120-125.

8. Дмитренко В. М. Синтетичні антиоксиданти та їх вплив на здоров'я людини. Український журнал клінічної та лабораторної медицини. 2022. Т. 14 № 2. С. 89-94.

9. Захарченко М. Г. Антиоксидантна активність поліфенолів у харчових продуктах. Журнал біологічних досліджень та біотехнології. 2023. Т. 15 № 1. С. 47-53.

10. Іванова Т. С. Використання антиоксидантів у технології зберігання рибних продуктів. Рибне господарство України. 2024. Т. 30 № 3. С. 66-71.

References:

1. Honcharenko O. V. (2017). Doslidzhennia antyoksydantnoi aktyvnosti pryrodnykh spoluk u kharchovykh produktakh [Investigation of antioxidant activity of natural compounds in food products]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, 264, 112-118 [in Ukrainian].

2. Kovalenko I. M. (2018). Vplyv syntetychnykh antyoksydantiv na yakist kharchovykh produktiv [Impact of synthetic antioxidants on food product quality]. Kharchova nauka i tekhnolohiia, 12(3), 45-50 [in Ukrainian].

3. Melnyk R. P. (2019). Porivnialnyi analiz efektyvnosti pryrodnykh ta syntetychnykh antyoksydantiv u miasnykh produktakh [Comparative analysis of the effectiveness of natural and synthetic antioxidants in meat products]. Tekhnolohiia i sanitariia kharchovykh vyrobnytstv, 5(2), 78-83 [in Ukrainian].

4. Sydorenko L. O. (2020). Antyoksydantni vlastyvosti ekstraktiv roslyn u kharchovii promyslovosti [Antioxidant properties of plant extracts in the food industry]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 24, 99-104 [in Ukrainian].

5. Tkachenko N. V. (2021). Vykorystannia antyoksydantiv dlia pidvyshchennia stiikosti zhyriv u kharchovykh produktakh [Use of antioxidants to enhance fat stability in food products]. Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii, 29(1), 56-61 [in Ukrainian].

6. Shevchenko A. I. (2016). Doslidzhennia vplyvu antyoksydantiv na okysliuvalnu stabilnist olii [Study of the effect of antioxidants on the oxidative stability of oils]. Zhurnal kharchovoi khimii ta tekhnolohii, 8(4), 33-38 [in Ukrainian].

7. Petrenko Yu. S. (2015). Pryrodni antyoksydanty u zberezhenni yakosti fruktovykh sokiv [Natural antioxidants in preserving the quality of fruit juices]. Visnyk Kharkivskoho derzhavnoho universytetu kharchuvannia ta torhivli, 17, 120-125 [in Ukrainian].

8. Dmytrenko V. M. (2022). Syntetychni antyoksydanty ta yikh vplyv na zdorovia liudyny [Synthetic antioxidants and their impact on human health]. Ukrainskyi zhurnal klinichnoi ta laboratornoi medytsyny, 14(2), 89-94 [in Ukrainian].

9. Zakharchenko M. H. (2023). Antyoksydantna aktyvnist polifenoliv u kharchovykh produktakh [Antioxidant activity of polyphenols in food products]. Zhurnal biolohichnykh doslidzhen ta biotekhnolohii, 15(1), 47-53 [in Ukrainian].

10. Ivanova T. S. (2024). Vykorystannia antyoksydantiv u tekhnolohii zberihannia rybnykh produktiv [Use of antioxidants in the storage technology of fish products]. Rybne hospodarstvo Ukrainy, 30(3), 66-71 [in Ukrainian].