

I. I. Осипенкова, О. Л. Чепурна, Н. А. Нагурна
Черкаський державний технологічний університет

РЕСВЕРАТРОЛ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ АНТИОКСИДАНТ В М'ЯСО-МОЛОЧНИХ ПРОДУКТАХ

Проаналізовано наукові джерела, щодо окисних процесів жиромісних продуктів та використання антиоксидантів в м'ясо – молочній промисловості. Антиоксиданти – важлива група харчових добавок, які володіють унікальними властивостями збільшувати термін зберігання харчових продуктів без впливу на смакові характеристики та харчову цінність. Відповідно до класифікації розрізняють первинні та вторинні. Первинні включають феноли та фенольні сполуки, можуть бути донорами атому гідрогену та мають властивості розривати ланцюг радикальної реакції. Вторинні – аскорбінова кислота, виступають донорами атому гідрогену по відношенню до фенокислих радикалів, сприяючи таким чином регенерації первинних антиоксидантів. Їх дія дозволяє знизити кількість фенольних сполук, підвищує кислотність середовища, що сприяє стабільності первинних антиоксидантів. Розглянуто вплив аскорбінової кислоти та токоферолу на жиромісні продукти з метою стабілізації. Запропоновано використання висушених виноградних вичавок, як джерело ресвератрола. Ресвератрол – поліфенол, синтезується у листках винограду, представляє собою рослинний антибіотик – фітонцид, володіє антиоксидантними властивостями, який переважає за активністю вітамін С – у 20 разів, токоферол у 50 разів. Таким чином вирішується питання, щодо утилізації відходів виноробної галузі, та завдяки унікальним властивостям ресвератрола збільшується термін придатності харчових продуктів не погіршуючи органолептичні показники та харчову цінність. Застосування новітніх технологій у виробництві м'ясо – молочних продуктів відкриває широкі можливості для поліпшення якості продукції та її корисності для споживача. Ці технології стають дорогоцінним інструментом для покращення смаку, консистенції та властивостей продуктів, гарантуючи їх безпеку та тривалий термін зберігання, а головне – задоволення конкретних потреб споживачів. Проте, важливо зберігати баланс між технологічними досягненнями та збереженням природних якостей продуктів, а також дбати про екологічність виробництва.

Ключові слова: аскорбінова кислота, токоферол ресвератрол, антиоксидант, жири, м'ясо-молочна промисловість.

Постановка проблеми та її актуальність. Питання щодо використання антиоксидантів природного походження в м'ясо-молочній промисловості гостро стоїть як в усьому світі, так і в Україні. Особливу увагу приділяють розробці нових харчових продуктів, подовженню їх терміну зберігання шляхом внесенням добавок, які запобігають окиснення жирів. Відповідно до розпорядження “Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року” [1], задля покращення стану навколишнього середовища, розглянуто можливість використання побічного продукту виноробного виробництва – виноградних вичавок в якості антиоксиданта.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із видів рослинних відходів виноробства є виноградні вичавки. Основні напрямки утилізації вичавок – переробка їх на етиловий та технічний спирт, органічні добрива, кормове борошно [2].

Відомо, що виноградні вичавки є ідеальним джерелом харчових волокон і багатьох фенольних сполук, таких як катехіни, антоціани флавоноли [3]. Флавоноїди, які мають ще назву поліфеноли мають такі важливі властивості, як противірусна, антибактеріальна, антиоксидантна та інгібіторна активність [4]. До поліфенолів входить ресвератрол, який присутній у різних частинах винограду. Він має сильну антиоксидантну активність, що перевищує активність фенолу, пропілгаллату і α -токоферолу. Ресвератрол пригнічує перекисне окиснення жирів, що дозволить значно підвищити термін зберігання харчових продуктів [5].

Фенольні антиоксиданти перешкоджають окисненню жирів шляхом швидкої передачі атома водню ліпідним радикалам. Реакція антиоксиданту і ліпідного радикала має екзотермічний характер. Енергія активації зростає зі збільшенням енергії дисоціації зв'язків А-Н і R-Н. Таким чином, ефективність антиоксидантів зростає зі зменшенням міцності зв'язку А-Н [6].

Отриманий феноксирадикал не повинен ініціювати нову вільнорадикальну реакцію або піддаватися швидкому окисненню шляхом ланцюгової реакції. У цьому плані фенольні антиоксиданти є чудовими донорами водню або електронів.

Антиоксиданти інактивують вільні радикали за механізмом переносу водню та електронного переносу. За першим механізмом антиоксидант ArOH реагує з радикалом R* шляхом переносу атома водню внаслідок гомолітичної дисоціації O-H зв'язку [7]. Продуктами реакції є сполуки з формулою RH. Вони більш безпечні, ніж первинні радикали. Навіть якщо реакція призводить до утворення інших радикалів, вони менш реакційні порівняно з R* [7].

Ефективність антиоксидантів захоплювати вільні радикали, які містяться в харчових продуктах, залежить від енергії дисоціації зв'язку O-H фенольного ядра і рН, що пов'язано з константою дисоціації кислот і відновленим потенціалом антиоксидантних радикалів [8; 9].

На антиоксидантну активність в харчових продуктах впливає такий фізичний фактор, як температура. Відомо, що і підвищення температури, і суттєве її зниження (заморожування) прискорює окислювальне псування.

Тому підвищення стабільності жировмісних продуктів є предметом особливої уваги науковців.

Мета статті. Жировмісні продукти мають обмежений термін використання. Основною причиною псування є вільно радикальний механізм автоокиснення ліпідів. На окислювальний процес впливає багато факторів (температура, концентрація кисню та інші). Інгібіторами виступають антиоксиданти, включаючи акцептори рільних радикалів, хелатори металів, антиоксидантні ферменти. Метою статті є визначення впливу антиоксидантів природнього походження на окисні властивості жировмісних продуктів.

Виклад основного матеріалу дослідження. В молочній та м'ясній промисловості окиснення жирів є комплексним процесом, який включає як окислювальне, так і гідролітичне псування (рис. 1) [10].

Окиснення відбувається в присутності кисню, спочатку утворюються пероксиди, які майже не впливають на органолептичні показники. Подальше псування жирів супроводжується збільшенням перекисного числа і зміною органолептики, жири прогоркають [10].

Ступінь окиснення жирів залежить від ацилгліцеринового складу: зі збільшенням ступеня ненасиченості

жирних кислот швидкість їх окиснення збільшується. Серед ефірів олеїнової, лінолевої, ліноленової кислот співвідношення швидкості окиснення відповідно становить 1:27:77 [11].

Ацилгліцерини насичених кислот киснем повітря за звичайних умов майже не окислюються. Крім того, на швидкість цього процесу впливає присутність вологи і металів змінної валентності.

Окиснювальне псування відбувається за низьких температур у присутності кисню і світла. При цьому утворюються пероксиди, альдегіди, кетони, окисні кислоти та інші сполуки з неприємним запахом і смаком. У результаті жир набуває прогірклого, сального смаку. Окисненню піддаються в першу чергу поліненасичені жирні кислоти, тобто найбільш біологічно цінна складова частина тригліцеридів жиру [11].

Жир окислюється через ланцюгові реакції з утворенням проміжних продуктів пероксидного типу. Суттєву роль на початковій стадії окиснення відіграють вільні радикали, які з'являються в жирі під впливом енергії світла, або теплової. Молекула, поглинаючи енергію переходить в активний стан (R^*H), стає нестійкою і легко розпадається на радикали

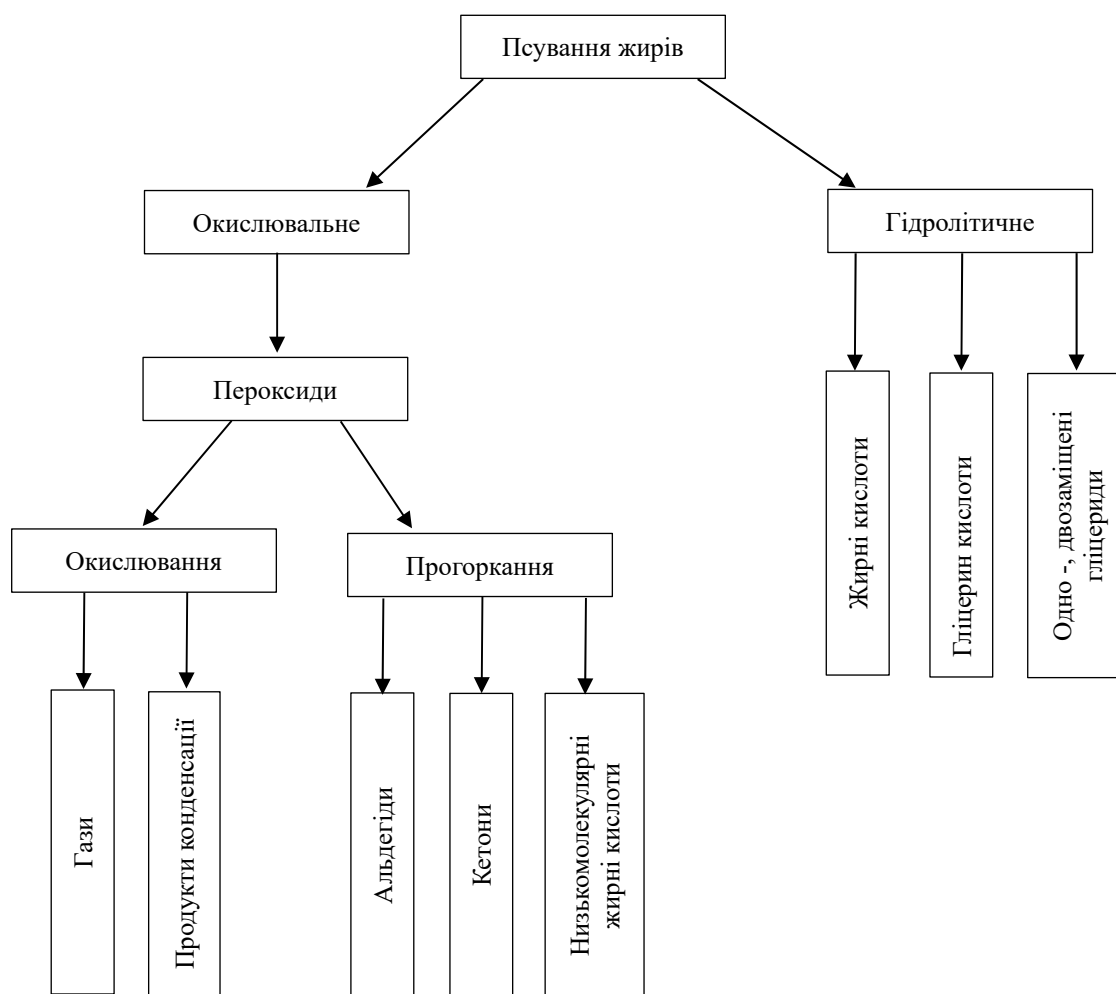
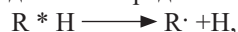


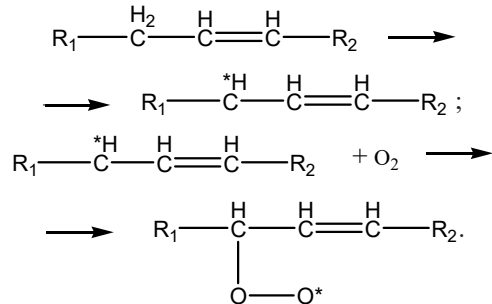
Рисунок 1 – Схема псування тваринних жирів

які теж дуже активні і вступають в реакцію з киснем, утворюючи пероксидні радикали:

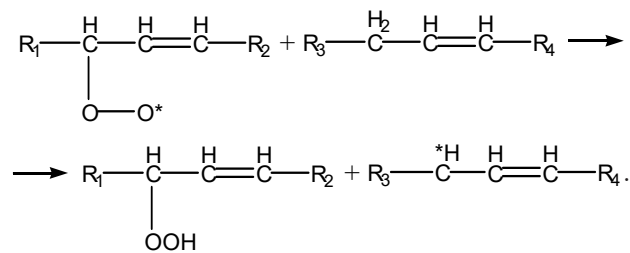


Пероксидний радикал взаємодіючи з неактивною молекулою утворює гідропероксиди і нові вільні радикали: $R-O-O \cdot + RH \longrightarrow ROOH + R \cdot$, тобто, виникає ланцюгова реакція [11].

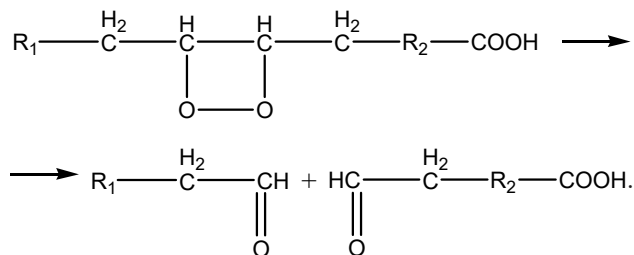
Окиснення ненасиченої жирної кислоти відбувається за схемою:



Пероксидний радикал відриває атом гідрогену від другого від подвійного зв'язка атома вуглецю ненасиченої жирної кислоти, утворюючи гідропероксид і вільний радикал, який дає початок новій ланцюговій реакції [11]:



У процесі окиснення крім гідропероксидів можуть утворюватися циклічні пероксиди, які розпадаються на альдегіди [11].



Вільні жирні кислоти окислюються швидше, ніж їхні залишки у складі молекул жиру.

Первинні продукти окиснення (пероксиди, гідропероксиди) суттєво не впливають на органолептичні властивості жирів. Після їх накопичення в жирі починають протікати різноманітні реакції, у результаті яких утворюються вторинні продукти окислення – альдегіди, кетони, оксикислоти. Вони мають неприємний запах і смак.

Окислення жирів може проходити і під дією біологічних каталізаторів – ліпоксигеназ. Утворені вторинні продукти окиснення (альдегіди, кетони) є причиною зниження якості харчової сировини і багатьох жиромісних продуктів.

Гідролітичне окиснення проходить в наслідок автолізу, дії кислот, лугів, оксидів металів та інших органічних та неорганічних каталізаторів.

Високомолекулярні кислоти в невеликій кількості не впливають на смак і запах продукту, але поява капронової та масляної кислоти сприяє погіршенню органолептики [10].

Основний спосіб, який дозволяє сповільнювати процес окиснення жиромісних продуктів – це внесення антиоксидантів. За функціональною дією вони реагують з молекулярним киснем, не допускаючи його до взаємодії з продуктом, призупиняють радикально-ланцюговий процес окиснення, розщеплюючи при цьому в сполуках пероксидні зв'язки [12].

В м'ясомолочній промисловості антиоксиданти виконують ряд функцій, а саме, антиокисну, антимікробну та консервуючу [13].

Розрізняють антиоксиданти синтетичного та природного походження.

Останнім часом науковці все більше уваги приділяють добавкам рослинного походження з антиоксидантними властивостями, оскільки вони не виявляють негативного побічного впливу на організм людини [14].

До природних відносяться вітамін С, токоферол, ресвератрол та інші фенольні сполуки [13]. Аскорбінова кислота, яку прийнято називати вітаміном С, реагує безпосередньо з киснем утворюючи дегідроаскорбінову кислоту, таким чином зменшується кількість кисню необхідного для процесу аутоокиснення. В свіжих та в'ялених м'ясних виробках попереджує знебарвлення, в молочних продуктах гальмує окиснення, а при тривалому зберіганні молока захищає від окиснення вітаміни А і D.

Токофероли відносять до фенольних сполук які уповільнюють процеси окиснення жирів шляхом захвату гідропероксидних індермедіатів та перешкоджають розвитку ланцюгової радикальної реакції. При цьому утворюється фенольний радикал, який перетворюється в хінон, проходить вторинне окиснення, утворюючи комплекс з двох мономерів [15].

Відомо, що в кількості 0,005 % токоферол подовжує тривалість зберігання вершкового масла до 6 місяців при температурі 4 °С [16].

Ресвератрол – природний поліфенол, що володіє антиоксидантними властивостями, який переважає за активністю вітамін С – у 20 разів, токоферол у 50 разів [14]. Міститься у какао, чорниці та деяких цілющих травах, найбільш висока концентрація зустрічається в шкірці червоного винограду. Будучи потужним фітоалексином забезпечує антибактеріальний та противогрибковий захист рослин. Враховуючи, що виноград – основна сировина виноробної промисловості, стає питання, щодо утилізації виноградних вичавок, які складають 10–15 % від переробленого винограду. Для вирішення даного питання запропоновано використання порошку виноградних вичавок в якості антиоксиданта для стабілізації м'ясо-молочної продукції. Науковими дослідженнями доведено, що

використання екстракту порошку виноградних вичавок підвищує стійкість столового маргарину 82 % у 2,3 рази [14].

Висновки. У результаті аналізу літературних джерел була доведена ефективність використання ресвератролу в харчовій промисловості в якості антиоксиданта для жировмісної продукції. Враховуючи,

що ресвератрол – компонент виноградних вичавок, вважаємо за доцільне використання порошку шкірок червоних сортів винограду в якості антиоксиданта в м'ясо-молочній промисловості. Це дозволить не тільки вирішити питання, щодо збільшення терміну зберігання жировмісної продукції, але і вирішити питання утилізації відходів виноробства.

Список використаних джерел:

1. On approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030: Decree. of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 08 September 2017. of Ministers of Ukraine dated 08.11.2017 No. 820-p: as of 17 September. (2020). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p.Text>
2. Domaretskyi V. A., Marinchenko V. O., Bilko M. V. et al. (2007) Chemistry and biochemistry of wine: textbook; edited by A.I. Ukrainian; Ministry of Education and Science of Ukraine, National University of Food Technologies. Kyiv: NUFT, 261 p.
3. Majerska J., Michalska A., Figiel A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing byproducts. *Trends Food Sci Technol.* 2019. No. 88. P. 207–219.
4. Cádiz-Gurrea M.D.L.L., Borrás-Linares I., Lozano-Sánchez J., Joven J., Fernández-Arroyo S., Segura-Carretero A. (2017) Cocoa and grape seed byproducts as a source of antioxidant and anti-inflammatory proanthocyanidins. *Int. J. Mol. Sci.* No. 18(2).
5. Murcia M.A., Martinez-Tome M. Antioxidant activity of resveratrol compared with common food additives. *J. Food Protect.* 2001. No. 64(3). P. 379–384.
6. Gordon M., Pokorny J., Yanishlieva N., and Gordon M. (eds.) Antioxidants in Food: Practical Applications. Woodhead Publishing, Ltd., Cambridge, England, 2001. P. 7–21.
7. Leopoldini M., Russo N., Toscano M. The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. *Food Chem.* 2011. Vol. 125. Pp. 288–306.
8. Choi I. S., Min D. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. *Compreh. Rev Food Sci. Food Saf.* 2009. Vol. 8. P. 345–358.
9. Choi I. S., Cha H. S., Lee Y. S. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules.* 2014. Vol. 19. P. 16811–16823.
10. Yancheva M. O., Peshuk L. V., Dromenko O. B. (2009) Physicochemical and biological bases of meat and meat products technology: Study guide. Kyiv: Centre for Educational Literature, 304 p.
11. Yevlash V. V., Torianyk O. I., Kovalenko V. O., Aksenova O. F., Otroshko N. O., Kuznetsova T. O., Pavlotska L. F., Torianyk D. O. (2012) Food chemistry: a textbook. Kharkiv: World of Books, 504 p.
12. Lastukhin Y.O. Food additives. E-codes. Structure. Obtaining. Properties: textbook. Lviv: Centre of Europe, 2009. 836 c. Oksidation in foods and beverages and antioxidant applications (in III volumes). Edited by Decker E.E., McClements D.J. 2010. Woodhead Publ. Oxford. 984 p.
13. Chelyabieva V. M., Kostiuhenko A. M., Semeniuk O. Y. (2016) The use of natural antioxidants in the production of flour confectionery. *Technical sciences and technologies*, no. 4 (6), pp. 211–217.
14. Brewer M. S. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Compreh. Rev. Food Sci. Nutr.* 2011. Vol. 10. P. 221–247.
15. Madhavi D. I. Food antioxidants: technological, toxicological, and health perspectives food science and technology. 1996. New York: CRC Press. 664 p.

Iryna Osypenkova, Oksana Chepurna, Nina Nahurna

Cherkasy State Technological University

RESVERATROL AS A PROMISING ANTIOXIDANT IN MEAT AND DAIRY PRODUCTS

The article presents an analysis of scientific sources on the oxidative processes of fat-containing products and the use of antioxidants in the meat and dairy industry. Antioxidants are a vital group of food additives with unique properties to extend the shelf life of food products while maintaining their taste and nutritional value. In terms of classification, there are two main types of antioxidants: primary and secondary. The primary antioxidants include phenols and phenolic compounds, which act as hydrogen atom donors and are capable of breaking the radical reaction chain. Secondary antioxidants, such as ascorbic acid, act as hydrogen atom donors to phenoxyl radicals, thereby contributing to the regeneration of primary antioxidants. Their action reduces the amount of phenolic compounds, increasing the acidity of the environment and thus the stability of primary antioxidants. The influence of ascorbic acid and tocopherol on fat-containing products for the purpose of stabilization is considered. The use of dried grape pomace as a source of resveratrol is proposed. Resveratrol is a natural steroid metabolite synthesized in grape leaves. It is a plant antibiotic, a phytoncide, with antioxidant properties that are 20 times higher than vitamin C and 50 times higher than tocopherol. This addresses the issue of the utilization of waste products generated by the wine industry. The unique properties of resveratrol facilitate the extension of the shelf life of food products without compromising their organoleptic characteristics and nutritional value. The application of the latest

technologies in the production of meat and dairy products presents a significant opportunity for the enhancement of product quality and its usefulness to consumers. These technologies are becoming an invaluable tool for enhancing the taste, texture, and properties of products, guaranteeing their safety and prolonged shelf life, and most crucially, meeting the specific demands of consumers. Nevertheless, it is important to maintain a balance between technological advancement and the preservation of products' inherent qualities, as well as to prioritize environmental sustainability.

Keywords: *ascorbic acid, tocopherol resveratrol, antioxidant, fats, meat and dairy industry.*

Статтю подано до редакції 08.08.2024