

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ

NATIONAL ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF FOOD RESOURCES

ПРОДОВОЛЬЧИ РЕСУРСИ
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

FOOD RESOURCES
COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

Том 10 (2022), № 19

Київ – 2022

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту продовольчих ресурсів НААН 21 грудня 2022 року (протокол № 11)

Редакційна колегія:

Ібатуллін Ільдус Ібатуллович (головний редактор), д.с.-г.н., професор, академік НААН,
Інститут продовольчих ресурсів НААН

Хомічак Любомир Михайлович (заступник головного редактора), д.т.н., професор, член-кореспондент НААН, Інститут продовольчих ресурсів НААН

Вербицький Сергій Борисович (відповідальний редактор), к.т.н., Інститут продовольчих ресурсів НААН

Баль-Прилипка Лариса Вацлавівна, д.т.н., професорка, Національний університет біоресурсів та природокористування України

Даниленко Світлана Григорівна, д.т.н., с.н.с, Інститут продовольчих ресурсів НААН

Калетник Григорій Миколайович, д.е.н., професор, академік НААН, Вінницький національний аграрний університет

Кваша Сергій Миколайович, д.е.н., професор, академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ковбаса Володимир Миколайович, д.т.н., професор, Національний університет харчових технологій

Лупенко Юрій Олексійович, д.е.н., професор, академік НААН, ННЦ «Інститут аграрної економіки НААН»

Поліщук Галина Євгенівна, д.т.н., професорка, Національний університет харчових технологій

Романчук Ірина Олегівна, д.т.н., с.н.с., Інститут продовольчих ресурсів НААН

Сичевський Микола Петрович, д.е.н., професор, академік НААН, Інститут продовольчих ресурсів НААН

Sabovics Martins, Dr.sc.ing, Латвійський університет сільського господарства

Засновник: Інститут продовольчих ресурсів НААН.

Свідоцтво про державну реєстрацію – серія КВ №19800-9600Р від 29.03.2013.

Збірник внесено до категорії Б Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата з *технічних* та *економічних* наук (наказ МОН від 17.03.2020 № 409).

Продовольчі ресурси: зб. наук. пр. Ін-т прод. ресурсів НААН. К.: ТОВ «БАРМИ», Т. 10 (2022). № 18. 305 с.

Представлено публікації експериментальних, оглядових і методичних статей з питань наукового забезпечення розвитку харчової промисловості, біотехнології, зберігання та переробки продукції рослинництва і тваринництва, економіки агропромислового комплексу. Розглянуто актуальні теоретичні й практичні проблеми розвитку харчової промисловості України і перероблення сільськогосподарської сировини в умовах ринкових перетворень. Досліджено та узагальнено соціально-економічні, структурні, інноваційно-технологічні й екологічні аспекти діяльності харчової промисловості, її галузей і підгалузей в Україні та окремих регіонах. Запропоновано заходи щодо підвищення ефективності й конкурентоспроможності, вдосконалення науково-технічного і фінансового забезпечення розвитку харчової та переробної промисловості на вітчизняному й світовому ринках.

Для наукових працівників, спеціалістів, представників державних органів управління економікою.

Адреса редакційної колегії:

Інститут продовольчих ресурсів НААН

вул. Є.Сверстюка, 4-А, м. Київ, Україна, 02002

+38 (044) 517-17-16, iprinform@ukr.net

ISSN 2616-7204 print

ISSN 2616-809X online

© Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2022

ЗМІСТ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

- 1 DRY AND WET TENDERIZATION OF MEATS: BASIC FEATURES AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT
[СУХА ТА ВОЛОГА ТЕНДЕРИЗАЦІЯ М'ЯСА: ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ]
Sergii Verbytskyi, Nataliia Patsera 7
- 2 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ФЕРМЕНТОВАНОГО ПРОДУКТУ З КОМБІНОВАНИМ СКЛАДОМ СИРОВИНИ
[OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR PRODUCTION OF THE FERMENTED PRODUCT WITH COMBINED COMPOSITION OF RAW MATERIALS]
Андреус С. М., Романчук І. О. 18
- 3 АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУР КОВБАСНИХ ВИРОБІВ
[CURRENT PROBLEMS OF THE MEAT PROCESSING INDUSTRY AND PRACTICAL APPROACHES TO ENHANCING THE FORMULATIONS OF SAUSAGE PRODUCTS]
Баль-Прилипка Л. В., Ніколаєнко М. С., Чередніченко О. О., Даниленко С. Г., Степасюк Л. М., Назаренко М. В. 26
- 4 БІОІНЖЕНЕРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНАКТИВАЦІЇ ІНГІБІТОРІВ ПРОТЕОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ КУНЖУТУ В СПОРТИВНОМУ ХАРЧУВАННІ
[BIOENGINEERING STUDIES OF INACTIVATION OF SESAME PROTEOLITIC ENZYME INHIBITORS IN SPORTS NUTRITION]
Белінська А. П., Петік І. П., Близнюк О. М., Бочкарев С. В., Хареба О. В. 38
- 5 МОРОЗИВО ДЛЯ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ
[ICE CREAM FOR HEALTHY NUTRITION]
Берник І. М., Новгородська Н. В. 47
- 6 ДОСЛІДЖЕННЯ ГРЕБІНЦІВ ПТИЦІ ЯК НЕТРАДИЦІЙНОГО ПРОДУКТУ ПТАХОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
[STUDY OF POULTRY COMBS AS A NON-TRADITIONAL PRODUCT OF THE POULTRY PROCESSING INDUSTRY]
Войцехівська Л. І., Вербицький С. Б., Пацера Н. М., Охріменко Ю. І. 58
- 7 ГІДРАТАЦІЯ МОЛЕКУЛ МОДИФІКАЦІЙНИХ ФОРМ ІНУЛІНУ
[HYDRATION OF MOLECULES OF INULIN MODIFYING FORMS]
Грушецький Р. І., Гріненко І. Г., Кузнєцова І. В., Зайчук Л. П., Данілова К. О. 66

- 8 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ОЦУКРЮВАННЯ КРОХМАЛЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ ФЕРМЕНТНИМ ПРЕПАРАТОМ ГЛЮКОАМІЛАЗИ В ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГІДРОЛІЗУ
[RESEARCH OF SACCHARIFICATION DYNAMICS OF STARCH-CONTAINING RAW MATERIAL ON ENZYME PREPARATION GLUCOAMYLASE IN THE ENZYMATIC HYDROLYSIS PROCESS]
Данілова К. О., Олійнічук С. Т., Заварзіна О. С. 72
- 9 ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЛАСТИНЧАСТИХ СКРЕБКОВИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ У ВИРОБНИЦТВІ СПРЕДІВ І СУМІШЕЙ З МОЛОЧНИМ ЖИРОМ
[ADVANTAGES AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF PLATE SCRAPER HEAT EXCHANGERS IN THE PRODUCTION OF SPREADS AND BLENDS WITH MILK FAT]
Майборода Ю. В. 81
- 10 ПІДБІР ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ З ПІДВИЩЕНОЮ β -ГАЛАКТОЗИДАЗНОЮ АКТИВНІСТЮ
[SELECTION AND STUDY OF THE EFFICIENCY OF FERMENTING PREPARATIONS WITH INCREASED β -GALACTOSIDASE ACTIVITY]
Мінорова А. В., Романчук І. О., Даниленко С. Г., Рудакова Т. В., Крушельницька Н. Л., Потемська О. П., Наріжний С. А. 88
- 11 СИНТЕТИЧНИЙ ХАРЧОВИЙ БАРВНИК ТАРТРАЗИН (E102): БЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ
[SYNTHETIC FOOD DYE TARTRAZINE (E102): SAFETY OF USE AND EFFECT ON THE HUMAN BODY]
Морозова Л. П. 99
- 12 БІОТЕХОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ЗАКВАСОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)
[BIOTECHNOLOGICAL INDICATORS OF BAKERY SOURDOUGH STARTERS (LITERATURE REVIEW)]
Науменко О. В., Чиж В. М. 107
- 13 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ДРІЖДЖІВ ШЛЯХОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ОБРОБЛЕННЯ КУЛЬТУРАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ
[INTENSIFICATION OF THE YEAST GROWING PROCESS BY DISCRETE-IMPULSE PROCESSING OF CULTURAL MEDIA]
Ободович О. М., Сидоренко В. В., Шейко Т. В. 116
- 14 ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ НА СКЛАД ТЕРМОКИСЛОТНОЇ СИРНОЇ МАСИ
[EFFECT OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF CHEESE CURD FERMENTATION]
Орлюк Ю. Т. 123

- 15 КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ВИБІР НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ТИПІВ КРИСТАЛОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ УВАРЮВАННЯ УТФЕЛІВ
[CLASSIFICATION AND SELECTION OF THE MOST COMMON TYPES OF CRYSTALLIZERS FOR PREPARING MAGMA]
Ткаченко С. В., Шейко Т. В., Анісімова О. М., Кузнецова І. В. 131
- 16 ВИКОРИСТАННЯ АМАРАНТОВОЇ ОЛІЇ У ДИТЯЧОМУ ХАРЧУВАННІ
[USE OF AMARANTH OIL IN BABY FOODS]
Точкова О. В., Мельник О. П., Хомічак Л. М., Ярмолюк М. А. 141
- 17 РЕЗИСТЕНТНИЙ КРОХМАЛЬ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ
[RESISTANT STARCH IN THE FOOD INDUSTRY]
Хомічак Л. М., Кузнецова І. В., Пазюк В. М., Касамара А. С. 151
- 18 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ LAMINEX 750 НА ЯКІСТЬ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ
[STUDY OF THE INFLUENCE OF LAMINEX-750 ENZYME PREPARATION ON THE QUALITY OF DIFFUSION JUICE]
Шейко Т. В., Гутнікевич В. М., Хомічак Л. М. 162
- 19 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ *LACTOBACILLUS CASEI* У ВИРОБНИЦТВІ СИРУ ЗІ СКОРОЧЕНИМ ТЕРМІНОМ ВИЗРІВАННЯ
[PROSPECTS OF THE USE OF *LACTOBACILLUS CASEI* IN THE PRODUCTION OF CHEESE WITH A REDUCED MATURATION PERIOD]
Шугай М. О. 169
- 20 ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВ
[TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CEREAL FLOUR FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE CUPCAKES]
Юдіна Т. І., Безрученко О. М. 176

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

- 21 IDENTIFYING MEASURES FOR INCREASING RENEWABLE ENERGY GENERATION FROM AGROINDUSTRIAL RESIDUES AND WASTES IN UKRAINE IN ACCORDANCE WITH THE BEST PRACTICES IN LATVIA
[ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХОДІВ З НАРОЩУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ З АГРОПРОМИСЛОВИХ ЗАЛИШКІВ ТА ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЛАТВІЇ]
Oleksandr Mytchenok, Sandija Zēverte-Rivža 184
- 22 МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ
[METHODOLOGICAL APPROACH TO REGIONAL ASSESSMENT OF FOOD SECURITY IN THE REGIONS OF UKRAINE]
Бокій О.В. 191

- 23 ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ
СКОРОЧЕННЯ ВТРАТ ТА ВІДХОДІВ ПРОДОВОЛЬСТВА В УКРАЇНІ ТА
СВІТІ
*[CIRCULAR ECONOMY AS AN EFFECTIVE TOOL FOR REDUCING FOOD LOSS
AND WASTE IN UKRAINE AND WORLDWIDE]*
Коваленко О. В., Яценко Л. О. 200
- 24 ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ РИНКУ М'ЯСОПРОДУКТІВ У
КРАЇНАХ ІЗ РІЗНИМИ РІВНЯМИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ
*[CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE MEAT PRODUCTS MARKET IN
COUNTRIES WITH DIFFERENT LEVELS OF SOCIO-ECONOMIC
DEVELOPMENT]*
Лисенко Г. П. 210
- 25 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТРУДОВОЇ УЧАСТІ ЖІНОК В АГРАРНОМУ
ВИРОБНИЦТВІ
[CURRENT TRENDS OF FEMALE FORCE PARTICIPATION IN AGRICULTURE]
Саблук Г. І. 221
- 26 ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО РИНКОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ
КРАЇНИ
*[THEORETICAL APPROACHES TO THE MARKET REGULATION OF THE
NATIONAL ECONOMY]*
Сало І. А., Степура Л. О., Івановський А. В. 232
- 27 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ РИЗИКАМИ
МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ
*[ORGANIZATIONAL APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF PRODUCTION
RISKS AT MILK PROCESSING ENTERPRISES]*
Свиноус І. В., Ібатуллін М. І., Сіра Ю. В. 243
- 28 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗАСАД АДРЕСНОЇ
ПРОДОВОЛЬЧОЇ ПІДТРИМКИ НАСЕЛЕННЯ
*[IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL PRINCIPLES OF TARGETED FOOD
SUPPORT FOR THE POPULATION]*
Слободенюк О. І., Присяжнюк Н. М., Рудич О. О., Свиноус Н. І., Хахула Л. П. 254
- 29 ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ
*[ECONOMIC PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY
IN AGRICULTURAL ENTERPRISES OF UKRAINE]*
Хахула Б. В. 265
- 30 ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ІННОВАЦІЙНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ В ХАРЧОВІЙ ІНДУСТРІЇ АПК УКРАЇНИ
*[ECONOMIC MECHANISM AND EFFICIENCY OF INNOVATIVE ACTIVITIES IN
THE FOOD INDUSTRY OF THE AGRI-FOOD SECTOR OF UKRAINE]*
Шуст О. А., Варченко О. М., Крисанов Д. Ф. 274

УДК 667.777:547.476.3

**СИНТЕТИЧНИЙ ХАРЧОВИЙ БАРВНИК ТАРТРАЗИН (E102):
БЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

Морозова Л. П., к.х.н., старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва і годівлі
<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-11>

Предмет дослідження. Одним із найважливіших і складних завдань виокремлюється забезпечення населення земної кулі продуктами харчування. Будучи одним з найважливіших чинників навколишнього середовища, харчування від моменту народження до кінця життя людини впливає на його організм. **Мета.** Проаналізувати дані літературних джерел із результатами наукових досліджень щодо використання синтетичного харчового барвника тартразину (E102) у харчовій промисловості. Інгрєдєнти харчових речовин, потрапляючи в організм людини з їжею й перетворюючись в процесі метаболізму в результаті складних біохімічних реакцій на структурні елементи клітин, забезпечують людський організм пластичним матеріалом і енергією, створюють необхідну фізіологічну і розумову працездатність, визначають здоров'я, активність і тривалість життя людини, його здібність до відтворення. Тому стан харчування визнано одним з найважливіших чинників, що визначають здоров'я нації. Продукти харчування повинні не тільки задовольняти потреби людини в основних харчових речовинах і енергії, а й виконувати профілактичні та лікувальні функції. Серед речовин, що визначають зовнішній вигляд харчових продуктів, найважливіше місце належить харчовим барвникам. Згідно з Директивою Європейського парламенту і Ради ЄС 94/36 харчові барвники – це хімічні синтетичні речовини або природні сполуки, які надають чи посилюють колір харчового продукту або біологічних об'єктів; не вживаються зазвичай як харчовий продукт або складова частина їжі. **Методи.** Під час роботи використовували аналітичні Методи. **Результати.** Проаналізовано та узагальнено літературні дані щодо властивостей, добування та використання синтетичного харчового барвника тартразину (E102) у технологіях виробництва продуктів харчування. Зроблено висновок про доцільність та безпечність застосування тартразину в харчовій промисловості. **Сфера застосування результатів.** Можливість додавання його у ряд харчових продуктів у безпечних кількостях, які не спричиняли б токсичної дії на живий організм, синтетичного харчового барвника тартразину (E102).

Ключові слова: харчова хімія, забарвлення, синтетичні харчові барвники, тартразин, метаболізм, токсичність

**SYNTHETIC FOOD DYE TARTRAZINE (E102):
SAFETY OF USE AND EFFECT ON THE HUMAN BODY**

Liubov Morozova, Ph.D., Chemistry, Senior Lecturer of the Department Technologies, Processing of Livestock Products and Feeding
<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>
Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-11>

Subject of research. One of the most important and difficult tasks is to provide the world's population with food. As one of the most important environmental factors, nutrition from birth to the last day of a person's life affects his body. **Purpose.** Analyze the data of literature sources, which are devoted to scientific research on the use of synthetic food dye tartrazine (E102) in the food industry. Nutrient ingredients, entering the human body with food and transformed during metabolism as a result of complex biochemical transformations into structural elements of cells, provide our body with plastic material and energy, create the necessary physiological and mental performance, determine human health, activity and life expectancy, its ability to reproduce. Therefore, the state of nutrition is one of the most important factors determining the health of the nation. Food must not only meet human needs for

*essential nutrients and energy, but also perform preventive and curative functions. Among the substances that determine the appearance of food products, the most important place belongs to food dyes. According to the Directive of the European Parliament and the EU Council 94/36, food dyes are chemical synthetic substances or natural compounds that give or intensify the color of a food product or biological objects; not commonly used as a food product or food component. **Methods.** When writing the article, analytical research methods were used. **Results.** The literature data on the properties, extraction and use of synthetic food dye tartrazine (E102) in food production technologies are analyzed and summarized. The conclusion about expediency and safety of tartrazine use in the food industry is made. **Scope of research results.** The multifaceted effect on the human body and experimental animals of various doses of the synthetic food dye tartrazine (E102) is the possibility of adding it to a number of food products in safe quantities that would not cause a toxic effect on the living organism.*

Key words: food chemistry, coloring, synthetic food dyes, tartrazine, metabolism, toxicity

Постановка проблеми. Людське око здатне розрізняти 10 мільйонів відтінків і кольорів. Колір харчового продукту має для споживача величезне значення: це не тільки показник свіжості та якості продукту, а й необхідна характеристика його пізнаваності. За колір продукту відповідальні присутні в ньому барвники. Вони можуть міститися у продукті природним чином (буряк, морква, яєчний жовток і т.д.) або можуть бути додані в процесі переробки.

Барвники – це забарвлені органічні сполуки, які синтезуються рослинами та іншими живими організмами (природні), або отримані методами органічного синтезу (синтетичні) та застосовуються для надання бажаного кольору різним виробам. Технологічна функція застосування харчових барвників спрямована швидше на завоювання симпатії споживача, ніж на користь здоров'ю [1].

У процесі виробництва продукти харчування часто змінюють колір, особливо змінюється колір консервованих фруктів та овочів. Плодові консерви під час виробництва підлягають тепловій обробці, одним з небажаних ефектів якої є деградація пігментів рослинної сировини, що досягає 40%. Тому консерви за кольоровими характеристиками значно поступаються вихідній сировині. Погіршення органолептичних показників консервів зумовлює зниження конкурентоспроможності та споживчого попиту на такі цінні в біологічному відношенні консерви, як овочеві натуральні, плодові пюре, соки з м'якоттю, напої, сиропи.

Харчові барвники додають до харчових продуктів для наступних цілей: відновлення природного забарвлення, втраченого під час технологічного процесу чи зберігання; збільшення терміну зберігання без погіршення зовнішнього вигляду; підвищення інтенсивності природного забарвлення; надання кольору безбарвним продуктам (до прикладу, безалкогольним напоям, морозиву, кондитерським виробам, консервній продукції); створення більш привабливих продуктів і ширшого колірного різноманіття.

До харчових барвників висуваються наступні вимоги, вони повинні: бути нешкідливими у застосованих дозах (не канцерогенами, мутагенами) та не мати яскраво вираженої біологічної активності; володіти стійкістю наданого кольору до впливу технологічних чинників (стійкість до дії світла, окислювачів і відновників, зміни кислотно-лужного середовища, підвищення температури тощо); володіти високим ступенем забарвлення при низьких концентраціях харчового барвника; добре розчинятися у воді або жирах, а також рівномірно розподілятися в масі харчових продуктів.

При цьому ні в якому разі не допускається за допомогою харчових барвників приховувати зміну кольору продукту, викликану його псуванням, порушенням технологічного режиму чи використанням недоброякісної сировини [2].

На сьогодні визначена класифікація харчових барвників. Так, харчові барвники за походженням поділяють на: натуральні (природні); синтетичні (органічні та неорганічні) барвники.

За призначенням харчові барвники поділяються на: їстівні барвники; стабілізатори кольору; поверхневі барвники; барвники для неїстівних оболонок.

До прикладу, для маркування м'яса, сирів, яєць використовують такі синтетичні барвники: метилвіолет, родамін, фуксин кислий тощо.

Барвники за міжнародною класифікацією маркуються індексами від E100 до E182, причому тільки деякі з них – натуральні. Натуральні барвники дуже швидко руйнуються, мають обмежений термін придатності, тьмяні на вигляд. Тому кожен виробник намагається зробити продукт якомога красивішим. Але з натуральної сировини зробити гарний і з довготривалим терміном зберігання продукт фактично неможливо. Синтетичні барвники на вигляд дуже привабливі та яскраві, проте найбільш шкідливі серед всіх харчових добавок [3].

Для надання стравам того чи іншого кольору люди багато століть користувалися виключно природними засобами, проте на початку ХХ сторіччя з'явилися яскраві, стійкі синтетичні барвники, за допомогою яких можна отримати будь-який колір і відтінок. Порівняно з натуральними вони мають такі технологічні переваги: добре розчинні у воді, що полегшує їх дозування; менш чутливі до умов технологічної переробки і зберігання (до температури, світла, зміни рН середовища тощо); стабільні яскраві кольори; значно дешевші (рис. 1).



Рис. 1. Яскраві синтетичні барвники

Синтетичні барвники – це органічні сполуки, яких немає у природі, їх отримують методом органічного синтезу. Це азо- і нітросполуки, дифенілметанові сполуки, хінони, хіноліни, піразолони тощо. Синтетичні харчові барвники, на відміну від натуральних, не володіють біологічною активністю і не містять смакових речовин. Стабільність та інтенсивність забарвлення залежить від дозування, жирності, ступеня «збитості» продукту, вмісту спирту і редукуючих цукрів, використання мезофільних кислomолочних заквасок, мікробіологічних показників [4].

Разом із фарбувальними речовинами природного походження часто використовують штучні. Вони популярні завдяки невисокій вартості. Незважаючи на відсутність смаку і запаху, ці хімічні речовини роблять харчові продукти більш яскравими і привабливими. Вони не містять корисних речовин і часто завдають тільки шкоди людському організму. Синтетичні барвники не мають гострої токсичності, але багато з них є канцерогенними, мутагенними або алергенними, особливо барвники лужного характеру та жиророзчинні. Тому серед синтетичних барвників практично немає безпечних. Зважаючи на це Комітет експертів ФАО-ВООЗ встановив МДР синтетичних харчових барвників: 50-500 мг/кг готового продукту [5].

Мета. Проаналізувати літературні джерела, з наявними науковими дослідженнями властивостей і застосування тартразину (E102) у харчовій галузі та вивченню впливу такого на організм людини.

Матеріали і методи. Під час роботи використовували аналітичні методи.

Результати. Синтетичний харчовий барвник тартразин (E102) – найбільш шкідлива речовина, за своєю природою є кам'яновугільним дьогтем, яку виробляють з промислових відходів. Це сильний алерген, що використовується для створення жовтих відтінків. Разом

із тартразином (E102) часто застосовують барвник діамантовий синій (E133) для одержання різних відтінків зеленого кольору [4].

Тартразин досить дешевий у виробництві, тому використовують його дуже широко. Тартразин входить у список дозволених харчових добавок, але результати деяких досліджень показують, що він може провокувати алергію і знижувати концентрацію уваги. Проте у готових продуктах цього барвника міститься дуже мало, тому ризик негативного впливу тартразина мінімальний. Тартразин (E102) дозволений до вживання в дозі до 7,5 мг/кг. Серед переліку харчових продуктів, у які додається тартразин, слід вказати морозиво, гірчицю, йогурти, газовані напої, кондитерські вироби, алкогольні та безалкогольні напої, макарони, молочні вироби, сири, кетчупи, соуси, драже, джеми, пюре тощо (рис. 2).

Тартразин за хімічною природою азобарвник, хімічна назва якого – тринатрій 5-гідрокси-1-(4'-сульфонатоеніл)-4-(4"-сульфонатофенілазо)-1Н-піразол-3-карбоксилат, емпірична формула: $C_{16}H_9N_4O_9S_2Na_3$ (рис. 3).



Рис. 2. Харчовий барвник тартразин (E102)

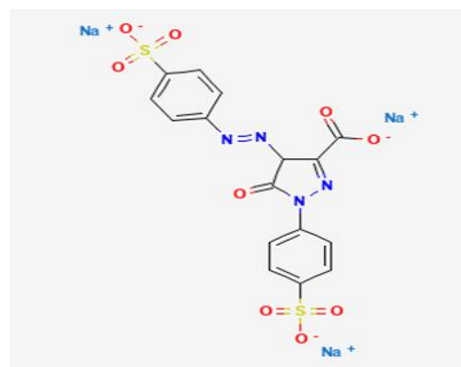
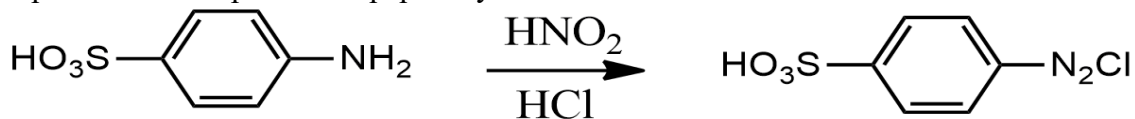


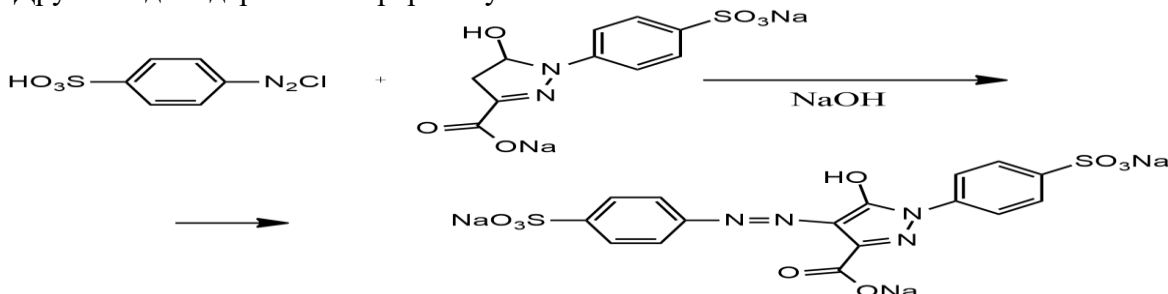
Рис. 3. Структурна формула тартразину

Реакції одержання тартразину починаються з діазотування сульфанілової (4-амінобензенсульфонатної) кислоти до відповідної солі діазонію. Остання бере участь у реакції азосполучення з піразолоновмісною кислотою, або 1-(4'-сульфофеніл)-піразол-5-он-3-карбоною кислотою. Утворений азобарвник дією луку переводять у тартразин IV, піразолонове ядро якого приймає одну з можливих таутомерних форм – енольну:

Перша стадія одержання тартразину:



Друга стадія одержання тартразину:



Вміст основного барвника у кінцевому продукті становить не менше 85% [6].

У процесах метаболізму молекули азобарвника розщеплюються, продукти розщеплення під дією ензимів відновлюються і поглинаються в кишечнику з подальшим виділенням із сечею та калом.

Токсична дія тартразину на організм людини визначена предметом дослідження для багатьох дослідників [7-14].

У роботі [9] наведено дослідження тартразину (E102), який використовується в харчовій галузі, виробництві ліків та косметики. Оцінку безпеки тартразину проведено на щурах Wister обох статей з 13-тижневим дослідженням субхронічної пероральної токсичності. При цьому тварини були розділені на 5 груп по 6 тварин у кожній, 3 кожної статі, яких годували дієтою з вмістом 5, 7,5 та 10 мг/кг тартразину. Пов'язаних із введенням тартразину побічних ефектів щодо маси тіла, споживання їжі та води не було. Їхні зразки крові були проаналізовані за допомогою гематологічних вимірювань вмісту глюкози, креатиніну, азоту сечовини крові, загального холестерину, тригліцериду, аланінамінотрансферази, аспартату амінотрансферазу. Тканини шлунка, тонкої кишки, печінки, нирок також були оброблені для гістологічного дослідження. Проведене дослідження показує, що тартразин викликав морфологічну зміну форми еритроцитів щурів від дискоїдної до ехіноцитарної (рис. 4).

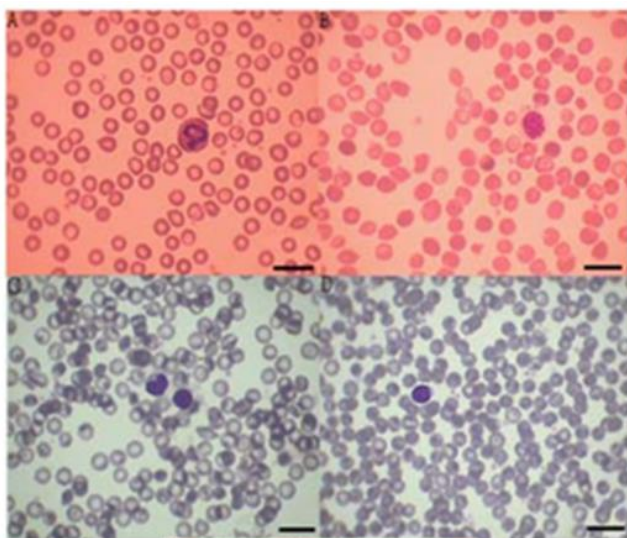


Рис. 4. Вплив тартразину на морфологію еритроцитів щурів: необроблені еритроцити (A) та оброблені еритроцити (B): 5 мг/кг маси тіла, (C): 7,5 мг/кг, (D): 10 мг/ (кг ваги). Ехіноцити можна спостерігати в (B), (C) і (D) [9]

тартразину призвело до значного збільшення активності аспартаттрансамінази плазми крові, аланінтрансамінази та лужної фосфатази порівняно з контролем. Також результати показали значне підвищення рівня сечової кислоти, сечовини та креатиніну у плазмі крові після вживання тартразину тваринами. Крім того, у щурів спостерігалось значне підвищення рівня продуктів перекисного окислення ліпідів у плазмі та нітрогену оксиду (NO), а також значне зниження загальної кількості антиоксидантів у групі тварин, яким вводили тартразин. Підвищений рівень активності печінкових ферментів у крові є ознакою можливого пошкодження тканин. Ці результати відповідають даним, повідомленим іншими дослідниками [16], які пов'язують подібні зміни з порушенням функції печінки. Це пошкодження печінки призводить до викиду внутрішньоклітинних ферментів, що перевищує їх нормальний рівень у крові. Автори роботи [17] дослідили вплив власне тартразину та в комбінаціях з іншими барвниками на імунологічні реакції організму піддослідних тварин та людини (табл. 2).

Відносна маса печінки було значно збільшена в групі, яка отримувала 10 мг/кг тартразину. Також проведені дослідження показали значне збільшення глюкози, креатиніну, азоту сечовини крові, загального холестерину, тригліцериду, аланінамінотрансферази і загального білка в сироватці крові щурів, які отримували тартразин порівняно з контрольною групою і ці значні зміни були надто очевидні у високих дозах.

Дані роботи [9] узгоджуються з результатами, одержаними авторами роботи [15], в якій визначено й порівняно основні біохімічні показники сироватки крові контрольної і дослідної груп тварин (табл. 1).

Як свідчать наведені дані, споживання піддослідними тваринами

Таблиця 1

Вплив тартразину на біохімічні показники сироватки крові та окиснювальні біомаркери у самців щурів Wister [15]

Досліджуваний параметр	Контрольна група	Група після споживання
------------------------	------------------	------------------------

		тартразину
Аспартаттрансаміназа (U/мл)	48.40 ± 4.26	128.40 ± 18.97
Аланінтрансаміназа (U/мл)	29.40 ± 4.07	71.20 ± 7.75
Лужна фосфатаза (U/л)	47.0 ± 5.18	89.40 ± 6.66
Креатинін (мг/дл)	0.36 ± 0.07	0.72 ± 0.06
Сечовина (мг/дл)	38.20 ± 1.77	46.0 ± 2.12
Сечова кислота (мг/дл)	0.59 ± 0.07	0.92 ± 0.07
Малондіальдегід (нМ/мл)	17.33 ± 2.03	46.67 ± 5.61
Нітрогену оксид (µM/л)	16.67 ± 2.85	41.0 ± 3.79
Загальні антиоксиданти (мМ/л)	66.67 ± 4.63	28.33 ± 4.06

Таблиця 2

Вплив харчових барвників на гіперчутливість та імунологічні маркери [17]

Харчові барвники	Доза	Тривалість	Види	Спосіб введення	Ефекти
Тартразин	Тартразин, що міститься у психіатричних препаратах	2 роки	Здоровий дорослий із схильністю алергії на тартразин	Оральне з їжею	Підвищується алергічна реакція
Тартразин Еритрозин	10, 10, 20, 10, 40 мг 50, 50, 100, 50, 200 мг	2 тиж.	Дорослі з алергією	Оральне з їжею	Нежить і алергія проявляються із збільшенням дозування. Закладеність носа, свербіж, чхання
Захід сонця жовтий Тартразин Кармуазин Понсо 4R	20 мг	4 тиж.	Діти дошкільного віку	Оральне з їжею	Гіперактивність. Поведінкові проблеми
Тартразин	7,5 мг	2 міс.	Самці щурів	Оральне з їжею	Значний приріст числа лімфоцитів і еозинофілів в слизовій оболонці антрального відділу шлунка
Амарант Еритрозин Тартразин Захід сонця жовтий			Алергічні пацієнти	Оральне з їжею	Кропив'янка, періорбітальні набряки та сверблячка обличчя
Амарант Еритрозин Тартразин	8 мМ, 4 мМ, 2 мМ	72 год.	Здорова людина (периферичні клітини крові)		Генотоксичність, цитостатичність, цитотоксичність
Тартразин	1%	13 тиж.	Самці і самки мишей	Оральне з їжею	Гуморальна імунна відповідь у самців мишей, отже це змінює функції імунної системи
Тартразин	300 мг	4 тиж.	Самці щурів Wister	Оральне з їжею	Зменшення периферичних лімфоцитів і Т CD8-лімфоцитів у селезінці

Вважають, що у людей з алергічною реакцією на аспірин при оральному прийому тартразину можливі псевдоалергічні реакції на зразок кропив'янки. [18,19].

Висновки. Таким чином, синтетичний харчовий барвник жовтого кольору тартразин (E102) є дешевим замінником куркуміну та шафрану і найбільш широко використовуваним харчовим барвником з формулою C₁₆H₉N₄Na₃O₉S₂, отриманий з

кам'яновугільної смоли, який міститься в харчових продуктах, фармацевтичних і косметичних засобах. Цей барвник окремо або у сумішах з іншими барвниками використовується для фарбування кондитерських виробів, морозива, напоїв тощо у кількості 0,05-0,5 г/кг. Змішуванням із синіми барвниками отримують зелений відтінок, який при додаванні червоних барвників дає кольори від коричневого до чорного. В ЄС та США тартразин дозволений і використовується для фарбування усіх лікарських засобів, використовується для фарбування шампуні, пін для ван та душу, рідкого мила, засобів для миття посуду, рідких засобів для чищення, як текстильний барвник шовку. Тартразин може бути мутагенним і впливати на життєздатність клітин. Рада експертів FAO/WHO у 1996 році розробили допустиме добове споживання тартразину в дозах 0-7,5 мг/кг на добу

Бібліографія

1. Пасальський Б. К. Хімія харчових продуктів: Навчальний посібник. Київ: Держ.торг.-екон.ун-т. 2000. 196 с.
2. Харчова хімія: Навчальний посібник. Євлаш В. В., Торяник О. І., Коваленко В. О. та ін. Харків: Світ книг. 2019. 504 с.
3. Харчова хімія: Навчальний посібник. Дуленко Л. В., Горяйнова Ю. А., Полякова А. В. та ін. Київ: Кондор. 2012. 248 с.
4. Скоробогатий Я. П., Гузій А. В., Заверуха О. М. Харчова хімія: Навчальний посібник. Львів: Новий світ 2000. 2015. 516 с.
5. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: Підручник. Дубиніна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А та ін. Київ: ВД «Професіонал». 2007. 384 с.
6. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: Навчальний посібник. Львів: Центр Європи. 2009. 836 с. ISBN 978-966-7022-83-9.
7. Reyes F. G., Valim F. C., Vercesi A. E. Effect of organic synthetic food colours on mitochondrial respiration. *Food Addit Contam.* 1996. № 13 (1). P. 5-11.
8. Koutsogeorgopoulou L., Maravellas C., Methenitou G. Immunological Aspects of the Common Food colorants, Amaranth and Tartrazine. *Vet. Hum. Toxicol.* 1998. № 40 (1). P. 1-4.
9. Himri I., Bellahcen S., Souna F., Belmekki F., Aziz M., Bnouham M., Zoheir J., Berkia Z., Mekhfi H., Saalaoui E. A 90 day oral toxicity study of tartrazine, a synthetic food dye, in Wistar rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2011. № 3. Vol. 3. P. 159-169.
10. Mehedi N., Ainad-Tabet S., Mokrane N., Addou S., Zaoui C., Kheroua O., Saidi D. Reproductive Toxicology of Tartrazine (FD and C Yellow No. 5) in Swiss Albino Mice. *American Journal of Pharmacology and Toxicology.* 2009. № 4 (4). P. 128-133.
11. Neuman I., Elian R., Nahum H., Shaked P., Creter D. The danger of 'yellow dyes' (Tartrazine) to allergic subjects. *Clin. Allergy.* 1978. № 8(1). P. 65-82.
12. Jones R., Ryan A.J., Wright S. The metabolism and excretion of Tartrazine. *Food Cosmet . Toxicol.* 1964. № 2. P. 447-452.
13. Roxon J., Ryan A., Wright S. Enzymatic reduction of Tartrazine by *Proteus vulgaris* from rats. *Food Cosmet. Toxicol.* 1967. № 5 (5). P. 645-656.
14. Patterson R.M., Butler J.S. Tartrazine induced chromosomal aberrations in mammalian cells. *Food Chem. Toxicol.* 1982. № 20 (4). P. 461-465.
15. Khayyat L., Essawy A., Sorour J., Soffar A. Tartrazine induces structural and functional aberrations and genotoxic effects in vivo . *PeerJ.* 2017. № 5. P. 1-14.
16. Amin K. A., Abdel Hameid H., Abdelsttar A.H. Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal, hepatic function and oxidative stress biomarkers in young male rats. *Food and Chemical Toxicology.* 2010. № 48 (10). P. 2994-2999.
17. Shakoor S., Ali F., Ismail A., Rahman Z. U., Sabran M. R., Mohtarrudin N. Toxicity of tartrazine, curcumin and other food colorants; possible mechanism of adverse effects. *Online Journal of Veterinary Research.* 2019. Volume 23 (6). P. 466-486.
18. Stenius B. S. M., Lemola M. Hypersensitivity to acetylsalicylic acid (ASA) and Tartrazine in patients with asthma. *Clin. Allergy.* 1976. № 6. P. 119-125.

19. Johnson H. M., Smith B. G., Kauffman P. E. Tartrazine: Solid-Phase Radioimmunoassay Studies of an Azo Dye Implicated in Allergic Reactions (Azo Dyes and Allergy). Proceeding of the society for experimental biology and medicine. 1975. № 150. P. 278-281.

References

1. Pasalskyi, B. K. (2000). *Khimiia kharchovykh produktiv: Navchalnyi posibnyk* [Food Chemistry: A Textbook]. K.: Kyiv. Derzh.torh.-ekon.un-t [State Trade and Economic University]. 196. [in Ukrainian].
2. Yevlash, V. V., Torianyk, O. I., Kovalenko, V. O. (2019). *Kharchova khimiia: Navchalnyi posibnyk* [Food Chemistry: A Textbook]. Kharkiv: Svit knyh [The world of books]. 504. [in Ukrainian].
3. Dulenko, L. V., Horiainova, Yu. A., Poliakova, A. V. ta in. (2012). *Kharchova khimiia: Navchalnyi posibnyk* [Food Chemistry: A Textbook]. Kyiv: Kondor [Kondor]. 248. [in Ukrainian].
4. Skorobohatyi, Ya. P., Huzii, A. V., Zaverukha, O. M. (2015). *Kharchova khimiia: Navchalnyi posibnyk*. [Food Chemistry: A Textbook]. Lviv: Novyi svit 2000 [New World 2000]. 516. [in Ukrainian].
5. Dubynina, A. A., Maliuk, L. P., Seliutyna, H. A ta in. (2007). *Toksychni rechovyny u kharchovykh produktakh ta metody yikh vyznachennia: Pidruchnyk* [Toxic substances in food and methods for their determination: Textbook]. K.: Profesional [Professional]. 384. [in Ukrainian].
6. Lastukhin, Yu. O. (2009). *Kharchovi dobavky. E-kody. Budova. Oderzhannia. Vlastyvoli: Navchalnyi posibnyk* [Nutritional supplements. E-codes. Building. Obtaining. Properties: Tutorial]. Lviv: Tsentri Yevropy [Center of Europe]. 836 s. ISBN 978-966-7022-83-9 [in Ukrainian].
7. Reyes, F. G., Valim, F. C., Vercesi, A. E. (1996). Effect of organic synthetic food colours on mitochondrial respiration. *Food Addit Contam.* № 13 (1). P. 5-11.
8. Koutsogeorgopoulou, L., Maravellas, C., Methenitou, G. (1998). Immunological Aspects of the Common Food colorants, Amaranth and Tartrazine. *Vet. Hum. Toxicol.* № 40 (1). P. 1-4.
9. Himri, I., Bellahcen, S., Souna, F., Belmekki, F., Aziz, M., Bnouham, M., Zoheir, J., Berkia, Z., Mekhfi, H., Saalaoui, E. (2011). A 90 day oral toxicity study of tartrazine, a synthetic food dye, in Wistar rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* № 3. Vol. 3. P. 159-169.
10. Mehedi, N., Ainad-Tabet, S., Mokrane, N., Addou, S., Zaoui, C., Kheroua, O., Saidi, D. (2009). Reproductive Toxicology of Tartrazine (FD and C Yellow №. 5) in Swiss Albino Mice. *American Journal of Pharmacology and Toxicology.* № 4 (4). P. 128-133.
11. Neuman, I., Elian, R., Nahum, H., Shaked, P., Creter, D. (1978). The danger of 'yellow dyes' (Tartrazine) to allergic subjects. *Clin. Allergy.* № 8 (1). P. 65-82.
12. Jones, R., Ryan, A.J., Wright, S. (1964). The metabolism and excretion of Tartrazine. *Food Cosmet. Toxicol.* № 2. P. 447-452.
13. Roxon, J., Ryan, A., Wright, S. (1967). Enzymatic reduction of Tartrazine by *Proteus vulgaris* from rats. *Food Cosmet. Toxicol.* № 5 (5). P. 645-656.
14. Patterson, R. M., Butler, J. S. (1982). Tartrazine induced chromosomal aberrations in mammalian cells. *Food Chem. Toxicol.* № 20 (4). P. 461-465.
15. Khayyat, L., Essawy, A., Sorour, J., Soffar, A. (2017). Tartrazine induces structural and functional aberrations and genotoxic effects in vivo. *PeerJ.* № 5. P. 1-14.
16. Amin, K. A., Abdel, Hameid H., Abdelsttar, A. H. (2010). Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal, hepatic function and oxidative stress biomarkers in young male rats. *Food and Chemical Toxicology.* № 48 (10). P. 2994-2999.
17. Shakoor, S., Ali, F., Ismail, A., Rahman, Z. U., Sabran, M. R., Mohtarrudin, N. (2019). Toxicity of tartrazine, curcumin and other food colorants; possible mechanism of adverse effects. *Online Journal of Veterinary Research.* Vol. 23 (6). P. 466-486.
18. Stenius, B. S., Lemola, M. (1976). Hypersensitivity to acetylsalicylic acid (ASA) and Tartrazine in patients with asthma. *Clin. Allergy.* № 6. P. 119-125.
19. Johnson, H. M., Smith, B. G., Kauffman, P. E. (1975). Tartrazine: Solid-Phase Radioimmunoassay Studies of an Azo Dye Implicated in Allergic Reactions (Azo Dyes and Allergy). Proceeding of the society for experimental biology and medicine. № 150. P. 278-281.