

УДК 658.62/664

**РЕЗУЛЬТАТИ БІОТЕСТУВАННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК**

**А. М. Василенко, В. В. Никифоров**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: anyutkav92@gmail.com

Розглянуто коло питань, пов'язане з погіршенням здоров'я населення, у тому числі через нерегламентоване використання харчових добавок різного призначення під час виготовлення харчових продуктів. Охарактеризовані найбільш розповсюджені харчові добавки, їх вплив на відповідні органи та системи людського організму. Наведено результати біотестування водних розчинів харчових добавок у гранично допустимих концентраціях. Виявлено хронічну токсичну дію п'ятнадцяти водних розчинів харчових добавок на тест-об'єкт *Daphnia magna* Straus. Охарактеризовані шляхи еколого-токсикологічної експертизи харчових продуктів, зокрема харчових добавок. Розглянуто перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

**Ключові слова:** біотестування, токсичність, харчова добавка, тест-об'єкт.

**РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК**

**А. М. Василенко, В. В. Никифоров**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: anyutkav92@gmail.com

Рассмотрен круг вопросов, обусловленный ухудшением здоровья населения, в том числе вследствие нерегламентированного использования пищевых добавок различного назначения при изготовлении пищевых продуктов. Охарактеризованы наиболее применяемые пищевые добавки, их влияние на соответствующие органы и системы людского организма. Приведены результаты биотестирования водных растворов пищевых добавок в предельно допустимых концентрациях. Вывявлено хроническое токсическое действие пятнадцати водных растворов пищевых добавок на тест-объект (*Daphnia magna* Straus). Охарактеризованы пути эколого-токсикологической экспертизы пищевых продуктов, особенно пищевых добавок. Рассмотрены перспективы дальнейших исследований в этом направлении.

**Ключевые слова:** биотестирование, токсичность, пищевая добавка, тест-объект.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Здоров'я й безпека населення як складові екологічної безпеки значною мірою залежать від харчування, оскільки воно забезпечує ріст і розвиток організму людини, створює умови для адаптації в умовах техногенно-хімічного забруднення навколишнього природного та соціаль-

ного середовища. Слід зазначити, що з продуктами харчування до організму людини потрапляють природні компоненти їжі, що виявляють небезпечну дію, та шкідливі речовини, що надходять із зовнішнього середовища (рис. 1) [1–3].

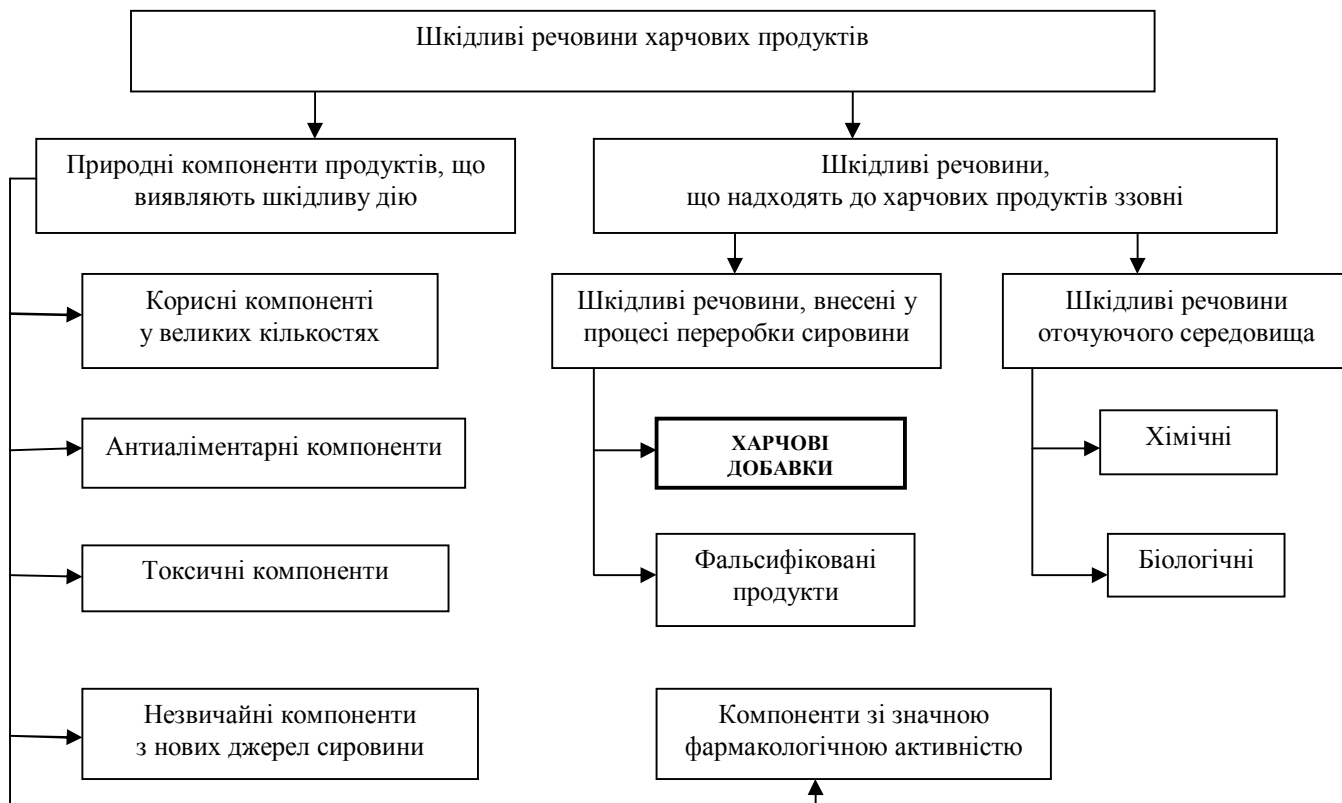


Рисунок 1 – Класифікація небезпечних речовин харчових продуктів

Актуальність теми зумовлена погіршенням здоров'я населення, у тому числі через нерегламентоване використання харчових добавок різного призначення під час виготовлення харчових продуктів, що збільшує рівень екологічної небезпеки життєдіяльності людини та ступінь екологічного ризику виникнення тих чи інших захворювань різноманітних нозологічних груп.

Метою роботи є визначення рівнів токсичності водних розчинів харчових добавок, їх порівняння з національними нормативами та встановлення взаємозв'язків між концентраціями харчових добавок і рівнями відповідної еколого-токсикологічної небезпеки.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Підтвердженням актуальності даного дослідження є той факт, що переважна більшість харчових добавок змінює структурно-функціональну організацію біосистем людини на молекулярному, клітинному та органо-тканинному рівнях і беруть, таким чином, певну участь у формуванні тих чи інших патологічних процесів [1–3].

Згідно із законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» харчовою добавкою є природна або синтетична сировина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей та якісних показників [4]: збереження поживних властивостей харчових продуктів, надання харчовим продуктам привабливого вигляду, збільшення терміну їх зберігання, полегшення технологічної обробки продовольчої сировини, здешевлення та скорочення технологічного процесу [5].

Розрізняють 30 функціональних класів харчових добавок: барвники, консерванти, антиоксиданти, емульгатори, стабілізатори, посилювачі смаку, регулятори кислотності, розпушувачі, модифіковані крохмалі та ін.

Перед упровадженням до виробництва проводиться обов'язкова гігієнічна експертиза харчових

домішок, під час якої оцінюється потенційна можливість надання несприятливого впливу харчових добавок на організм: здатність викликати алергії, злоякісні пухлини, чинити шкідливу дію на потомство, токсичну дію на органи і тканини. Наявність харчових добавок у продуктах обов'язково повинна вказуватися на споживчій упаковці, етикетці, банці, пакеті і т.п. у розділі вмісту інгредієнтів [6].

Застосована в даній роботі методика передбачає використання за тест-об'єкт ракоподібних – представників роду планктонних з надряду гіллястоусих (*Cladocera*) – *Daphnia magna* Straus.

Короткочасне біотестування (24 год) дає змогу визначити гострий токсичний вплив водних розчинів харчових добавок на дафній за їх виживанням [2]. Тривале біотестування – 7 і більше діб – дозволяє визначити хронічну токсичну дію води на дафній щодо зниження їх виживання і плодючості. За 7-9 діб самки дають три покоління, тобто тестування має трикратну повторність (n=3). Показником виживання і плодючості (x) служить середня кількість молоді, обметаної протягом біотестування, в перерахунку на одну вижившу вихідну самку. Критерієм достовірності (t<sub>d</sub>) є відміна від контролю показника виживаності або плодючості дафній. Критерій токсичності більше 1 свідчить, що тестувальна вода здійснює хронічну токсичну дію на тест-об'єкт [7–10].

У ході роботи визначалася гостра та хронічна токсичність на ракоподібних *Daphnia magna* Straus при додаванні у воду харчових добавок, концентрація яких дорівнює ГДК. Для дослідження було обрано наступні найпоширеніші харчові добавки: нітрит натрію, ізоаскорбат натрію, формальдегід, фосфат біофос 90, бензоат натрію, лимонна кислота, сульфат міді, борна кислота, сахаринат натрію, аспартам, індіготин, понсо 4R, тартазин, азорубін та гліцерин (табл. 1). Усі вони є шкідливими для здоров'я людини та викликають порушення діяльності організму [11].

Таблиця 1 – Зведена інформація про досліджувані харчові добавки

Назва та міжнародний код добавки	Клас добавки та тип харчової продукції	Тип дії та система органів	Примітки
Тартазин E-102	Барвник. Кондитерські вироби, фармацевтика	Алерген. Центральна нервова система	Підвищує гіперактивність, знижує концентрацію уваги
Азорубін E-122	Барвник. Джем, напої, йогурти	Алерген. Ендокринна система	Заборонений в Австрії, Норвегії, Швеції
Понсо 4R E-124	Барвник. Кондитерські вироби, м'ясні вироби, фармацевтика	Канцероген. Дихальна система	Провокує приступи астми. Заборонений у Норвегії, США та ін.
Індіготин E-132	Барвник. Кондитерські вироби	Алерген, канцероген. Дихальна та серцево-судинна системи	Викликає астму
Бензоат натрію E-211	Консервант. Соеві соуси, лимонад	Канцероген. Травна система	
Формальдегід E-240	Консервант	Канцероген. Дихальна система, ЦНС, очі, шкіра	
Нітрит натрію E-250	Консервант. Вироби з м'яса та риби.	Канцероген. Травна система	
Борна кислота	Консервант. Широке застосу-	Алерген	

Е-284	вання	Травна система	
Ізоаскорбат натрію Е-316	Антиоксидант. Жирові та масляні емульсії, напої	Алерген. Травна система	
Лимонна кислота Е-330	Антиоксидант. Кондитерські вироби, напої	Алерген	Спричинює кашель, нудоту. Подразнює слизову оболонку
Фосфат біофос 90 Е-338	Антиоксидант. М'ясні вироби	Алерген	Прискорює старіння шкіри
Гліцерин Е-422	Стабілізатор, згущувач. Кондитерські вироби, фармацевтика		Вважається нешкідливим
Сульфат міді Е-519	Емульгатор	Канцероген	Заборонений
Аспартам Е-951	Підсолоджувач. Замінник цукру. Кондитерські вироби, напої	Алерген	Прискорює старіння шкіри
Сахаринат натрію Е-954	Підсолоджувач. Кондитерські вироби, фармацевтика	Дія маловивчена	Не засвоюється організмом

Під час досліджень гострого токсичного впливу всіх досліджених харчових добавок на тест-об'єкт не виявлено, оскільки відсоток загиблих особин дафній не перевищував 20 (для лимонної кислоти Е-330 та борної кислоти Е-284). Водні розчини нітриту натрію Е-250, формальдегіду Е-240, сульфату міді Е-519, індігогину Е-132 та азорубіну Е-122 у гранично допустимих концентраціях викликали загибель 10 % тест-об'єкту. Решта харчових добавок призвели до загибелі семи (ізоаскорбат натрію Е-316, сульфат міді Е-519 та аспартам Е-951) і трьох відсотків (фосфат біофос 90 Е-338, бензоат натрію Е-211, сахаринат натрію Е-954 та гліцерин Е-422) особин дафній відповідно (табл. 2).

Далі було проведено біотестування, спрямоване на виявлення хронічної токсичної дії досліджуваних харчових добавок на дафній (табл. 3).

Під час досліджень хронічної токсичності виявлено, що усі досліджувані харчові добавки викликають хронічну токсичну дію на тест-об'єкт, оскільки критерій достовірності  $t_d \geq 1$ . Значення середнього арифметичного виживання коливалося у межах 1,3 (для лимонної кислоти Е-330) – 9,8 (для гліцерину Е-422). Середнє квадратичне відхилення виживання

Таблиця 2 – Розподіл харчових добавок за рівнем токсичності

Міжнародний код	ГДК мг/дм <sup>3</sup>	% загиблих особин	Місце
Е-250	3,3	10	III
Е-316	15	7	II
Е-240	0,001	10	III
Е-338	3,5	3	I
Е-211	150	3	I
Е-330	250	20	IV
Е-519	0,1	10	II
Е-284	0,5	20	IV
Е-954	80	3	I
Е-951	500	7	II
Е-132	30	10	III
Е-124	50	20	IV
Е-102	30	7	II
Е-122	50	10	III
Е-422	0,5	3	I

Таблиця 3 – Аналіз хронічної токсичності харчових добавок

Назва добавки	Середнє арифметичне виживання $x$ , екз.	Середнє квадрат. відхилення виживання і плодючості, $\sigma$ , екз.	Помилка середнього арифметичного виживання і плодючості, $S$	Критерій достовірності, $t_d$
Нітрит натрію	6,3	8,8	5,2	1,03
Ізоаскорбат натрію	5,2	7,3	4,3	1,07
Формальдегід	5,6	8,0	4,7	1,06
Фосфат біофос 90	6,8	9,6	5,6	1,02
Бензоат натрію	4,1	5,9	3,5	1,10
Лимонна кислота	1,3	1,9	1,1	1,20
Сульфат міді	4,8	6,8	4,0	1,08
Борна кислота	1,8	2,5	1,5	1,20
Сахаринат натрію	9,2	13,1	7,7	1,00
Аспартам	4,2	6,0	3,5	1,10
Індігогін	4,6	6,6	3,9	1,08
Понсо 4R	3,9	5,4	3,2	1,10
Тартразин	4,4	6,3	3,7	1,09
Азорубін	8,6	12,2	7,2	1,00
Гліцерин	9,8	13,8	8,1	1,00

і плодючості варіювало від 1,9 (лимонна кислота Е-330) до 13,8 (для гліцерину Е-422). Найменший критерій достовірності  $t_d$  дорівнював одиниці (для

сахаринату натрію Е-954, азорубіну Е-122 та гліцерину Е-422), а найбільший складав 1,2 (для борної кислоти Е-284 і лимонної кислоти Е-330).

**ВИСНОВКИ.** У результаті досліджень, проведених методом біотестування, доведено, що встановлені державними нормативними стандартами для п'ятнадцяти вивчених харчових добавок гранично допустимі концентрації не викликають гострого токсичного впливу на тест-об'єкт, оскільки відсоток загиблих особин дафній не перевищував 20. Проте було виявлено, що усі досліджувані харчові добавки спричинюють хронічну токсичну дію на тест-об'єкт, оскільки критерій достовірності  $t_d$  був у всіх випадках більше одиниці.

Застосована в даній роботі методика біотестування показала ряд переваг, у тому числі: високу інформативність, достовірність результатів, доступність і простоту виконання та економічність.

Уперше для визначення токсичності харчових добавок було використано за тест-об'єкт ракоподібних – представників роду планктонних з надряду гіллястовусих (*Cladocera*) – *Daphnia magna* Straus.

Результати оригінальних досліджень є цікавими для різноманітних галузей харчової промисловості та корисними для поліпшення якості продуктів і здоров'я населення, а також для розробки рекомендацій для санепідемстанцій щодо нормування, перевірки та контролю вмісту харчових добавок.

У подальших дослідженнях планується збільшити кількість харчових добавок, для яких буде визначено рівні гострої та хронічної токсичної дії на тест-об'єкт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г.А. та ін. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: підручник. – К.: ВД «Професіонал», 2007. – 384 с.
2. Біотестування як метод оцінки якості питних вод // Вісник національної академії наук України. – 2006. – № 10. – С. 55–57.
3. Димань Т.М., Барановський М.М., Білявський Г.О. та ін. Екотрофологія. Основи екологічно безпечного харчування: Навчальний посібник / За наук. ред. Т.М. Димань. – К.: Лібра, 2006. – 304 с.
4. Орещенко А.В. О пищевых добавках // Пищевая промышленность. – 1996. – № 6. – С. 4–6.
5. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини: навчальний посібник. – К.: Лібра, 1999. – 272 с.
6. Смоляр В.І. Харчова експертиза. – К.: Здоров'я, 2005. – 505 с.
7. Методика визначення гострої летальної (КНД 211.1.4.055–97) і хронічної (КНД 311.1.4.056–97) токсичної води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljebord. – К., 1997.
8. ДСТУ 4174:2003 Якість води. Визначення сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus.
9. ДСТУ 3959–2000 Охорона довкілля та раціональне поводження з ресурсами. Методики біотестування води.
10. Росивал Л. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. – М., 1982. – 250 с.

## BIOTESTING RESULTS OF WATER SOLUTIONS OF FOOD ADDITIVES

**A. Vasilenko, V. Nykyforov**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: anyutkav92@gmail.com

The authors discuss the range of problems caused by the health deterioration of people due to the number of factors, among which there is unregulated use of food additives for various purposes in the manufacturing of food products as well. Food additives of the most use are characterized and their impact on the human body organs and systems are described in the article. The article also considers the results of bioassays obtained by the authors of water solutions of food additives in maximum allowable concentrations. It was found that chronic toxic effect on the test object (*Daphnia magna* Straus) take place for the fifteen water solutions of food additives selected for the study. The authors have analyzed the ways of ecological and toxicological examination of foods in general and food additives in particular. The authors discuss further prospects for the research in this direction.

**Key words:** biotesting, toxicity, food additives, test object.

## REFERENCES

1. Dubinina A.A., Malyuk L.P., Selyutina H.A. et al. *Toksychni rechovyny u kharchovykh produktakh ta metody ikh vyznachennya* [Toxic substances in foods and methods for their testing]. – Kyiv: Profesional, 2007. – 384 p. [in Ukrainian]
2. Biotesting as a method for quality assessment of drinking water // *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*. – 2006, № 10. – PP. 55–57. [in Russian]
3. Dyman T. M., Baranovskii M. M., Bilyavskii H. O. et al. *Ekotrofologiya. Osnovy ekologichno bezpechnogo kharchuvannia* [Ecotrophology. Principles of ecologically safe nutrition]: Tutorial / Ed. by T.M. Dyman. – Kyiv: Libra, 2006. – 304 p. [in Ukrainian]
4. Oreshenko A. On food additives // *Pischevaya promyshlennost*. – 1996. – № 6. – PP. 4–6. [in Russian]
5. Ponomarev P. Kh., Syrokhman I.V. *Bezpeka kharchovykh produktiv ta prodovolchoi syrovyny* [Safety of foodstuffs and alimentary raw materials]. – Kyiv: Libra, 1999. – 272 p. [in Ukrainian]
6. Smoliar V.I. *Kharchova ekspertyza* [Food inspection]. – Kyiv: Zdorovya, 2005. – 505 p. [in Ukrainian]
7. Method for determination of acute lethal (CPV 211.1.4.055-97) and chronic (CPV 311.1.4.056-97) toxic water using crustacean *Ceriodaphnia affinis* Lilljebord. – Kyiv, 1997. [in Russian]
8. ISO 4174:2003 Water Quality. Determination of sublethal and chronic toxicity of chemicals and water to *Daphnia magna* Straus. [in Russian]
9. ISO 3959-2000 Environment and sustainable management of resources. Methods of bioassay water. [in Russian]
10. Rosival L. *Postoronnie veshchestva i pishchevye dobavki v produktakh* [Foreign substances and food additives in foods]. – Moscow, 1982. – 250 p. [in Russian]

Стаття надійшла 06.03.2013.