



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»  
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція  
XI Всеукраинская научно-техническая конференция  
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

**21-22 вересня 2017 року**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**



**ОДЕСА 2017**

УДК 621.565 (075.6)

**Сучасні проблеми холодильної техніки та технології** / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.  
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

**Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович** – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

**Заступник голови – Косой Борис Володимирович** – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

## ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

### **1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ**

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

### **2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ**

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: [ysim1@yandex.ua](mailto:ysim1@yandex.ua)

### **3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА**

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, [nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

[nirad50@gmail.com](mailto:nirad50@gmail.com)

### **5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

### **6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ**

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

**СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ  
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. РОБОЧІ РЕЧОВИНИ**

стр.

79.	<b>МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>	181
	С. А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
80.	<b>ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ТЕПЛОВІДДАЧІ БАГАТОШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ СТІНКИ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ УМОВАХ</b>	183
	С.А. Задорожний, С.Г. Потапов, А.В. Форсюк	
81.	<b>ДИНАМІКА ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ГАЗІВ В МАЛОРУХОМОМУ ШАРІ ЗЕРНА</b>	184
	Гапонюк І. І.	
82.	<b>АНАЛІЗ ПРИРОДНИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ В ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИНАХ І КОМПРЕСОРАХ МАЛОЇ ХОЛОДОПРОДУКТИВНОСТІ</b>	186
	В.І. Мілованов, А.В. Зажий	
83.	<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ</b>	188
	В.І. Мілованов, О.Л. Клебан	
84.	<b>ЗАСТОСУВАННЯ SCHUKER-ДВИГУНА ДЛЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>	191
	Мілованова В.В	
85.	<b>ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ВИНИКНЕННЯ ГІДРОУДАРІВ У ГІДРОСИСТЕМАХ</b>	193
	Скалозубов В.І., Чулкін О.А, Пірковський Д.С.	
86.	<b>ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ</b>	194
	Іщук В.І., Козлов Я.М.	
87.	<b>СУЩЕСТВУЮЩІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ</b>	195
	Яковлев Ю.А., Дяченко И. А., Чербаджи С. В.	
88.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИЛОВОЇ РЕГАЗИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ЗПГ</b>	197
	Ярошенко В.М. к.т.н., Бабамірадов Максат,	
89.	<b>УТИЛІЗАЦІЯ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН НА ОСНОВІ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ</b>	199
	Ярошенко В.М., Кусік О.	
90.	<b>АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛУ З РТО ПРОМІЖНОГО ТИСКУ</b>	201
	Ярошенко В.М., Переход О.,	
91.	<b>ВРАХУВАННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ЗАПІЗНЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ХВИЛІ В ОГОРОДЖЕННІ</b>	203
	Миرونчук Ю. А	
92.	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА СОПЛА ДВУХПОТОЧНОЙ ВИХРЕВОЙ ТУРБИНЫ С ВНЕШНИМ ПЕРИФЕРИЙНЫМ КАНАЛОМ НА ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ</b>	206
	Ванеев С.М., Д.В. Мирошниченко,	
93.	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПІД ДІЄЮ ВИСОКОГО ТИСКУ</b>	208
	Потапов В.О., Гриценко О.Ю	
94.	<b>ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО І НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ</b>	210
	Євлаш В.В., Погожих М.І., Потапов В.О.	
95.	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO<sub>2</sub> НА ВНУТРІШНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B</b>	213
	Хліва О.Я., Гордейчук Т.В., Семенюк Ю.В.	
96.	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОЕФІЦІЕНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ КИПІННІ РОБОЧИХ ТІЛ R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО ТА R600A/КОМПРЕСОРНЕ МАСТИЛО /ФУЛЕРЕНИ C<sub>60</sub> У ТРУБІ</b>	216
	Мороз С.О., Хліва О.Я., Железний В.П.	
97.	<b>МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛІСМНОСТІ НАНОФЛОЇДІВ</b>	219
	Железний В.П., Мотовий І.В.	
98.	<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК НАНОЧАСТИНОК TiO<sub>2</sub> НА В'ЯЗКІСТЬ І ПОВЕРХНЕВИЙ НАТЯГ ХОЛОДОАГЕНТУ R141B</b>	222
	Гордейчук Т.В., Лук'янов М.М., Семенюк Ю.В.	

УДК: 641.78:664

## ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО І НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕМОЛІЗУ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ

Євлаш В.В., Погожих М.І., Потапов В.О.,  
Харківський державний університет харчування та торгівлі. м. Харків  
evlashvv@gmail.com

З метою розширення функціонально-технологічних властивостей дієтичної добавки, створеної на основі крові великої рогатої худоби (ВРХ), раніше були запропоновані і вивчені прийоми стабілізації гемоглобіну з метою отримання оптимального співвідношення форм 2-х і 3-х валентного заліза в молекулі [1].

Відомо, що співвідношення форм гемоглобіну є важливим функціонально-технологічним показником з точки зору подальшого використання крові ВРХ в продуктах харчування. Це обумовлено, в першу чергу, необхідністю збереження антианемічної дії добавки, додання їй кольору, забезпечення хоча б часткового набухання і розчинність в воді, стабільності властивостей протягом всього терміну зберігання.

Перебуваючи в основному в еритроцитах, гемоглобін практично недоступний для різних зовнішніх дій, зокрема, змін кислотності в певних інтервалах рН, хімічного складу крові і т.д. Тому необхідно проводити гемоліз - руйнування еритроцитів з метою вивільнення гемоглобіну для його подальшої стабілізації і полегшення засвоєння організмом [2].

Тому метою даної роботи є вивчення впливу методів гемолізу на співвідношення форм гемоглобіну.

Були досліджені наступні методи гемолізу: механічний - вплив акустичними хвилями в ультразвуковій області (УЗ) і низькотемпературний (чергування операцій заморожування - розморожування).

Дослідження проводилося як на цільній крові, так і на еритроцитарній масі. Ступінь гемолізу визначали по зменшенню кількості еритроцитарних клітин методом прямого підрахунку під мікроскопом в фіксованому обсязі зразка, і розраховували за формулою:

$$G = \frac{N_0 - N}{N_0} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{N}{N_0}\right) \cdot 100\% \quad (1),$$

де  $N_0$  - початкова кількість еритроцитів, шт;  $N$  - кінцева кількість еритроцитів, шт.

Обробку УЗ-хвилями здійснювали зануренням випромінювача в обсяг крові. Частота УЗ-хвиль регулювалася дискретно і становила 22 кГц, 30 кГц і 44 кГц. Кінетика гемолізу еритроцитів в залежності від частоти випромінювання представлена на рис. 1.

Нелінійний характер кінетики, очевидно, викликаний різницею в структурно-механічних характеристиках сировини, коли спочатку руйнується основна фракція еритроцитів, а потім та що залишилася. При цьому частина еритроцитів залишаються незруйнованими за вивченої тривалості дії УЗ і незалежно від частоти. У той же час частота УЗ-хвиль досить суттєво впливає на тривалість гемолізу.

Незважаючи на досить високу ефективність проведення гемолізу УЗ-хвилями (до 90%), було відзначено, що в процесі обробки відбувається збільшення температури сировини за рахунок перетворення частини енергії УЗ-хвиль в теплоту, і спостерігається кавітація поблизу джерела УЗ-хвиль, що негативно позначається на змінах в співвідношеннях форм гемоглобіну. Після обробки УЗ-хвилями в крові міститься 60 ... 70% метгемоглобіну, тобто велика частина заліза переходить в тривалентну форму, особливо при високих частотах. Тому застосування УЗ-хвиль з метою гемолізу необхідно поєднувати з хімічною модифікацією.

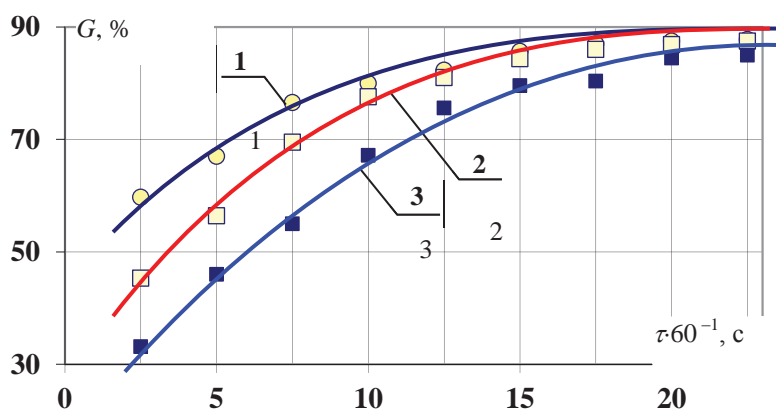


Рис. 1. Кінетика гемолізу еритроцитів УЗ-хвилями при різних частотах: 1 –  $f = 44$  кГц; 2 –  $f = 30$  кГц; 3 –  $f = 22$  кГц.

Низькотемпературний гемоліз еритроцитів обумовлений механічними пошкодженнями їх оболонок за рахунок утворення кристалів льоду як всередині, так і поза еритроцитів. Відомо, що структура льоду залежить від температури і швидкості заморожування, складу системи яка заморожується, тривалості експозиції при низьких температурах. Тому була вивчені кінетики гемолізу цільної крові при температурах заморожування:  $-12^{\circ}C$ ;  $-18^{\circ}C$ ;  $-24^{\circ}C$ . Досліджувані зразки з цільної крові ВРХ масою 100 г розміщували на піддоні розміром  $100 \times 100$  мм для того, щоб швидкість заморожування залежала тільки від температури.

На рис. 2 показана ступінь гемолізу цільної крові ВРХ при різній експозиції зразків в холодильній камері при  $t = -18^{\circ}C$ . При цьому тривалість охолодження крові до температури кристалізації становила не більше 20 хв, що значно менше у порівнянні з тривалістю експозиції

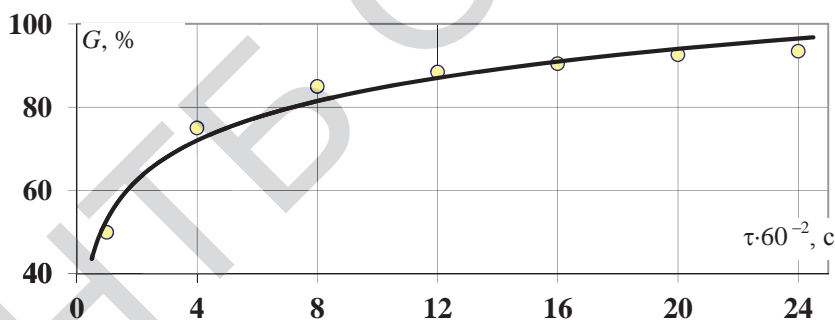
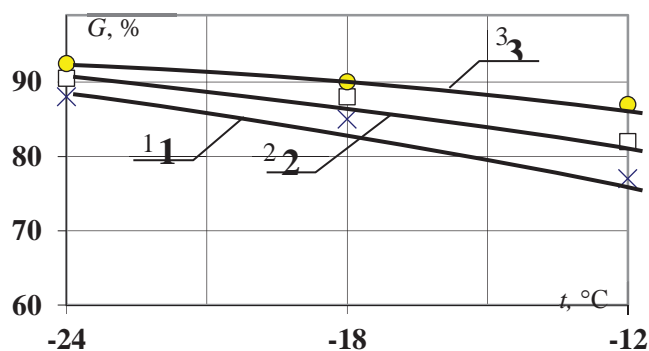


Рис. 2. Ступінь гемолізу при в процесі заморожування цільної крові ВРХ при  $t = -18^{\circ}C$ .

Встановлено, що навіть незначна експозиція крові (2 ... 3 година) при низьких температурах дає 50% ступінь гемолізу. При подальшому збільшенні тривалості експозиції ступінь гемолізу плавно зростає і досягає 80 ... 85%. Очевидно це пов'язано з ростом кристалів льоду в стінках еритроцитів при низьких температурах.

Виявилося, що значно прискорити гемоліз можна, використовуючи циклічне заморожування - розморожування сировини. З метою прискорення розморожування використовували НВЧ-нагрівання. Цикл термообробки організований за такою схемою: 20 хв - охолодження і заморожування; 30 хв - експозиція; 10 хв - розморожування, тобто один цикл тривав приблизно 1 годину.

Рис. 3. Ступінь гемолізу при різних температурах заморожування: експозиція 1 - 8 годин,



2 - 10 годин; 3 - 12 годин.

Встановлено, що ступінь гемолізу незначно залежить від температури заморожування, а в більшій мірі - від тривалості експозиції (рис. 3). При тривалості експозиції 12 годин і більше ступінь гемолізу практично однакова для діапазону досліджених температур.

Таким чином, проведені дослідження прийомів гемолізу дозволяють зробити висновок про те, що за інтенсивністю перетворення форм гемоглобіну з  $Fe^{2+}$  в форми з  $Fe^{3+}$  низькотемпературний гемоліз істотно ефективніше гемолізу УЗ-хвилями. Слід зазначити, що низькотемпературний гемоліз також має ряд переваг в порівнянні з іншими методами, оскільки знижує небезпеку мікробіологічного псування сировини і дозволяє накопичувати сировину для подальшої переробки.

#### Список джерел інформації

1. Обоснование и разработка новой биологически активной пищевой добавки из крови убойных животных / [В. В. Евлаш, В. Г. Горбань, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова] // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв : вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка / Харк. нац. тех. ун-т сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка – Х., 2003. – Вип. 22. – С.232–236.
2. Jansuittiviechakul O. R. Effectual heat treatment on bioavailability of meat and hemoglobin iron feclto anaemic rats / O. R Jansuittiviechakul, J. W. Mahone, D. P. Cornfarth // J.A. Food Sci. – 1985. – № 60. – P. 407–409.