

### Список літератури

1. Пивоваров, П. П. Роль пористості у формуванні товарознавчих показників харчових продуктів [Текст] / П. П. Пивоваров, В. О. Захаренко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / ХДУХТ – Харків, 2008. – Вип. 2(8). – С. 481–490.
  2. Исследование размеров пор яичной скорлупы. [Текст] / В. А. Захаренко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология, 1978. – № 6. – С. 139–143.
  3. К исследованию макропористой структуры булочных изделий пониженной калорийности [Текст] / Э. В. Юрина [и др.] // Топливно-энергетические ресурсы в торговле и их рациональное использование : сб. науч. трудов / ХИОП. – Харьков, 1998. – С. 53–55.
  4. Яковенко, Н. Г. Исследование качества изделий из теста физическими методами [Текст] / Н. Г. Яковенко, В. А. Захаренко, В. В. Жуков // Прогрессивные технологии и формирование рыночных отношений в общественном питании : сб. науч. тр. / ХИОП – Харьков, 1992. – С. 216.
  5. Изучение физическими методами влияния добавок на некоторые свойства изделий из теста [Текст] // В. В. Жуков [и др.] // Проблемы индустриализации общественного питания страны : 2-я Всесоюз. науч. конф. / ХИОП. – Харьков, 1989. – С. 552.
  6. Захаренко, В. А. Влияние добавок пищевых волокон на дисперсность булочных изделий из дрожжевого теста [Текст] / В. А. Захаренко [и др.] // Общественное питание. – К. : Техника, 1991. – Вып. 27. – С. 125–130.
  7. Влияние овсяной муки на макропористую структуру изделий из дрожжевого теста [Текст] / И. Н. Лапикова [и др.] // Новые технологии пищевых производств и актуальные проблемы развития торговли и общественного питания : сб. науч. трудов / ХГАТОП. – Харьков, 1995. – С. 165–168.
- Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.  
© П.П. Пивоваров, В.О. Захаренко, Ю.К. Кірьяков, 2009.

УДК 613.292:678.048

**Г.В. Дейниченко**, д-р техн. наук (ХДУХТ, Харків)

**Л.Л. Івашина**, асист. (ДНУ ім. Олесья Гончара, Дніпропетровськ)

**О.М. Півень**, канд. техн. наук (НТУ «ХПИ», Харків)

## ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДОРОСТІ ЗОСТЕРИ

*Проаналізовано ефективність інгібіторів окиснення, що містяться у водорості зостері, методом перевірки їхньої антиокиснювальної активності на модельній системі, а саме: вивчено вплив 5 екстрактів з водорості зостери на швидкість окиснення кумолу та визначено ефективні константи швидкості реакції між інгібітором та пероксидним радикалом.*

*Проанализирована эффективность ингибиторов окисления, которые содержатся в водоросли зостере, методом проверки их антиокислительной активности на модельной системе, а именно: изучено влияние 5 экстрактов из водоросли зостеры на скорость окисления кумола и определенные эффективные константы скорости реакции между ингибитором и пероксидным радикалом.*

*The given article is devoted to the analysis of effectiveness of oxidation inhibitors that are in grassweed, to the method of checking of their antioxidation activity on the modelling system and namely the influence of five grassweed extracts on the speed of oxidation of i-propylbenzene is studied and the effective constants of speed of reaction between an inhibitor and a peroxide radical are defined.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Окислювання харчових жирів є шкідливим процесом, що призводить до їх непридатності для застосування в харчуванні. В останній час особливо актуальними є розробки з підбору та впровадженню антиоксидантів природного походження, що містять складний комплекс речовин у співвідношеннях, дозованих природою. За своєю біохімічною природою такі добавки діють на організм м'якше, ніж інгредієнти синтетичного походження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що антиоксиданти, потрапляючи до організму, підсилюють вироблення у печінці ензимів, що забезпечують деінтоксикацію, але однозначних даних про вплив природних антиоксидантів на організм людини поки отримати не вдалося. Такий стан спостерігається тому, що їжа людини дуже різноманітна і містить десятки різних антиоксидантів, тому механізм антиокиснювальної дії відбувається на клітинному рівні. Поки що наукові дані не дозволяють обґрунтовано говорити про рівні вживання антиоксидантів, але однозначно можна рекомендувати вживати як можна більше їжі, що містить природні антиоксиданти [1; 2].

Екстракти із рослин являють собою складну суміш речовин. Очевидно, що частка речовин, які забезпечують антиокислювальну активність екстракту, може змінюватися в залежності від умов екстракції. До чинників, що обумовлюють кількість екстрактивних речовин та антиокислювальну активність екстрактів можна віднести температуру екстракції, тривалість процесу, співвідношення кількості екстрагенту та рослинної сировини, ступінь подрібнення екстрагуючої сировини та ін.

**Мета та завдання статті.** Метою даної статті є дослідження антиокислювальної активності екстрактів з водорості зостера як джерела інгібіторів другої та третьої групи.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Для проведення дослідження, як джерело антиоксидантних речовин використовували водно-етаноловий екстракт водорості зостера (водно-етанолову суміш часто використовують для вилучення речовин з антиоксидантними властивостями). Антиоксиданти, якщо вони є, у правильно підібраних умовах екстракції переходять у розчин [3]. Вивчення антиоксидантних властивостей водно-етанолового екстракту водорості зостера проводили методом встановлення залежності між швидкістю окиснення одержаного нами розчину та швидкістю ініціювання у присутності ініціатора і інгібітора [4].

Перед тим, як досліджувати антиокислювальні властивості екстрактів з рослинної сировини необхідно було вивчити вплив екстрагентів на швидкість окиснення модельного вуглеводню, наприклад кумолу.

Оскільки рослинні екстракти вводилися в кумол, що окислювався, у вигляді водно-етанольних, необхідно було вивчити вплив цих екстрагентів на швидкість окиснення кумолу. Для цього провели серію експериментів з окиснення кумолу у присутності екстрагентів та без них. Концентрація екстрагентів у кумолі складала 1%. Співвідношення вода:етанол в екстрагенті складало 70:30, 30:70, 50:50 відповідно.

Швидкість окиснення кумолу визначали за швидкістю поглинання кисню на волюметричній установці. У всіх експериментах використовували ініціатор – азодіізобутиронітрил (АІБН) у кількості  $2 \times 10^{-3}$  моль/л. Як розчинник використовували ацетонітрил для забезпечення гомогенності системи. Окиснення кумолу проводили за температури 348 К.

Результати досліджень показали, що добавка екстрагентів до кумолу, що окислюється, у кількості 1% не впливає на швидкість окиснення кумолу в описаних умовах.

Отримання водно-етанолового екстракту водорості зостера.

Попередніми дослідженнями було встановлено, що найбільш важливими технологічними чинниками, які впливають на екстракцію речовин, що виявляють антиокиснювальну дію є температура процесу та концентрація етанолу в екстрагенті.

Тривалість процесу екстракції всіх досліджуваних зразків дорівнювала 90 хв.

Для визначення залежності періоду індукції окислювальних зразків від наведених чинників був складений двофакторний композиційний план експерименту, який наведений у таблиці.

Таблиця – План експерименту

№ зразка	Температура процесу екстракції, $x_1$		Концентрація етанолу, $x_2$		Швидкість окиснення кумолу, $y$ , моль/л с
	Умовн.	$^{\circ}\text{C}$	Умовн.	хв.	
1	+	55	+	70	4,28
2	+	55	-	30	2,63
3	-	25	+	70	3,85
4	-	25	-	30	3,16
5	$+\alpha$	58,8	0	50	3,75
6	$-\alpha$	21,2	0	50	3,20
7	0	40	$+\alpha$	75	4,15
8	0	40	$-\alpha$	25	2,9
9	0	40	0	50	3,05

Кінетика поглинання кисню розчином кумолу у присутності 1% об'ємних водно-етанольних екстрактів, при різних швидкостях ініціювання наведено на рис. 1-5. На осі ординат наведено різницю значень катетометру ( $\Delta H$ ), на осі абсцис – тривалість окиснення дослідних зразків ( $t$ ). Наведені прями є результатом усереднення п'яти експериментів.

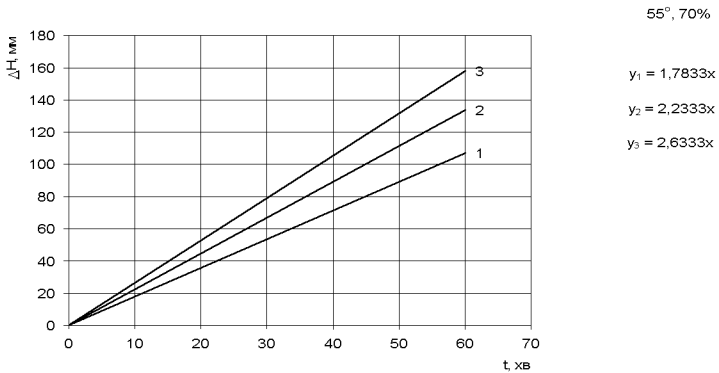


Рисунок 1 – Залежність кількості поглиненого кисню зразком 1 від часу при різних концентраціях АІБН: 1 -  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 2 -  $10 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 3 -  $12 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>

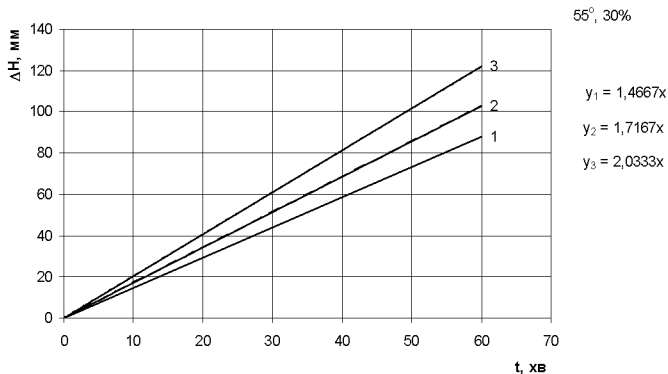


Рисунок 2 – Залежність кількості поглиненого кисню зразком 2 від часу при різних концентраціях АІБН: 1 -  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 2 -  $10 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 3 –  $12 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>

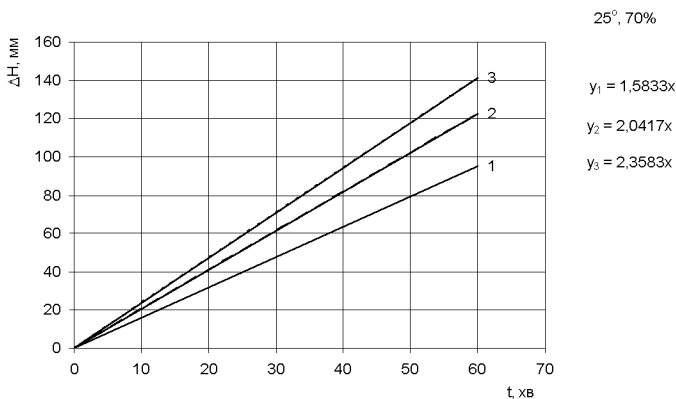
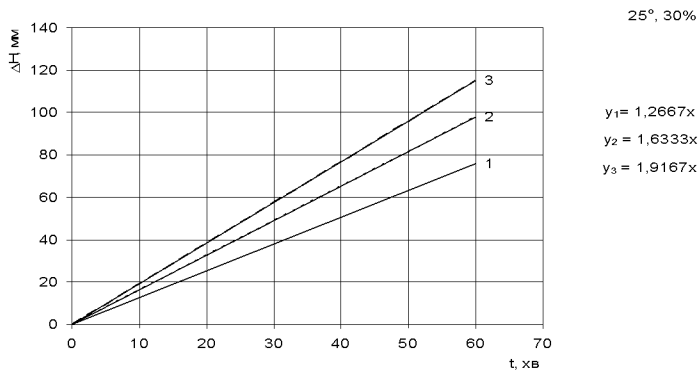
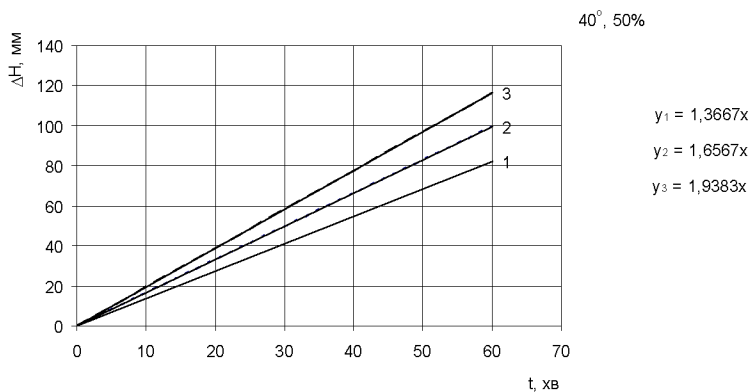


Рисунок 3 – Залежність кількості поглиненого кисню зразком 3 від часу при різних концентраціях АІБН: 1 -  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 2 -  $10 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 3 –  $12 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>



**Рисунок 4 – Залежність кількості поглиненого кисню зразком 4 від часу при різних концентраціях АІБН: 1 -  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 2 -  $10 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 3 –  $12 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>**



**Рисунок 5 – Залежність кількості поглиненого кисню зразком 9 від часу при різних концентраціях АІБН: 1 -  $8 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 2 -  $10 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>, 3 –  $12 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>**

За даними кінетики поглинання кисню було визначено швидкість окиснення модельної суміші і залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання. Ця залежність наведена на рис. 6.

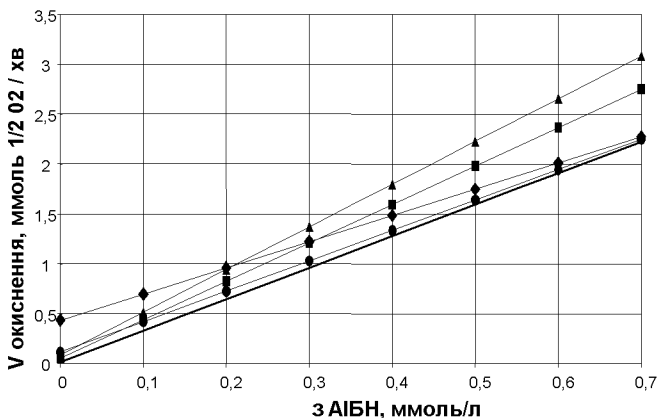


Рисунок 6 – Залежність швидкості окиснення модельної суміші від швидкості ініціювання: ▲ – зразок 1  $y=4,2775x+0,0871$ ; ◆ – зразок 2  $y=2,628x+0,4335$ ; ■ – зразок 3  $y=3,047x+0,1147$ ; ● – зразок 4  $y=3,163x+0,0112$ ; ■ – зразок 5  $y=3,8515x+0,0532$

Як видно з рис. 6, наведена залежність є лінійною. Тобто швидкість окиснення пропорційна швидкості ініціювання. Як відомо, такий характер залежності притаманний системі з лінійним обривом ланцюгів, що вказує на те, що практично усі вільні радикали «гинуть» на молекулах інгібітора, тобто у складі дослідних екстрактів інгібітор присутній. Для визначення деяких його характеристик скористаємося залежністю для інгібованого окиснення. Відповідно до цієї залежності

$\frac{k_2 \cdot [RH]}{k_7 \cdot f \cdot [InH]}$  – тангенс кута нахилу прямої. Для кожної з наведених

прямих тангенс дорівнює: для зразка 1 – 4,28, для зразка 2 – 2,63, для зразка 3 – 3,05, для зразка 4 – 3,16, для зразка 5 – 3,85. Щоб оцінити ефективність інгібітора, який містить водно-етанольний екстракт потрібно визначити  $k_7 f [InH]$ . При тому, що  $[RH] = 5,25$  моль/л, розраховане значення  $k_2$  дорівнює 3,274 л/моль · с. Тоді:

$$k_7 = \frac{k_2 \cdot [RH]}{tg \alpha \cdot f \cdot [InH]},$$

де  $f$  – коефіцієнт інгібування – кількість вільних радикалів, що „гинуть” на одній молекулі інгібітору;  $k_2$  – константа швидкості продовження ланцюгів;  $[RH]$  – концентрація речовини, що окислюється,  $[InH]$  – концентрація інгібітору,  $k_7$  – константи швидкості обриву ланцюгів

на молекулах інгібіторів: для зразка 1:  $k_7 f[\text{InH}] = 4,02$ ; для зразка 2:  $k_7 f[\text{InH}] = 6,54$ ; для зразка 3:  $k_7 f[\text{InH}] = 5,64$ ; для зразка 4:  $k_7 f[\text{InH}] = 5,44$ ; для зразка 5:  $k_7 f[\text{InH}] = 4,46$ .

Після обробки результатів дослідження було отримано математичний опис процесу екстракції у вигляді регресійного рівняння, що зв'язує параметри цього процесу (температуру і тривалість екстракції) з антиоксидантною активністю екстрактів. Графічне зображення поверхні відгуку наведено на рис. 7.

Як видно з рис. 7, поверхня відгуку досягає точки мінімуму при значенні температури  $40^\circ\text{C}$  і значенні концентрації спиртового розчину 50% (швидкість окиснення кумолу складає 3,1 моль/л·с). Поверхня відгуку досягає точки максимуму при значенні температури  $60^\circ\text{C}$  і значенні концентрації спиртового розчину 70% (швидкість окиснення кумолу складає 5,1 моль/л·с).

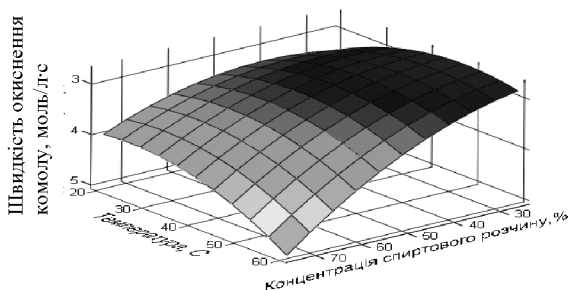


Рисунок 7 – Залежність між концентрацією і температурою процесу екстракції антиоксидантних речовин водорості зостери та швидкістю окиснення кумолу з додаванням отриманих екстрактів

Отже, було встановлено, що найбільш раціональними умовами екстракції з водорості зостери речовин, що забезпечують антиокислювальну дію є температура екстракції  $40^\circ\text{C}$ ; концентрації спиртового розчину 50%.

**Висновки.** Виявлено антиоксидантні властивості водно-етанольних екстрактів водорості зостери. Показано, що досліджені екстракти інгібують ланцюгові вільно-радикальні реакції окиснення. Обрано критерій антиоксидантної активності екстрактів водорості зостери по кінетичних параметрах модельної реакції окиснення кумолу, інгібованою цими екстрактами. Оцінено ефективні константи



швидкості обриву ланцюгів на молекулах інгібіторів, що входять до складу екстрактів. Тобто екстракти водорості зостера проявляють властивості інгібіторів другої та третьої групи.

#### *Список літератури*

1. Ефимов, А. Д. Повышение устойчивости фритюрных жиров к окислительным процессам с помощью терпенов и терпеноидов [Текст] / А. Д. Ефимов // Масла и жиры. – 2005. – № 1(47). – С. 8–9.

2. Bera, D. Novel Natural Antioxidant for Stabilization of Edible Oil: The Ajowan (*Carum copticum*) Extract Case [Text] / D. Bera, D. Lahiri, A. Nag // JAOCS. – 2004. – Vol. 81, № 2. – P. 169–172.

3. Денисов, Е. Т. Реакции атомов и радикалов друг с другом в жидкой фазе [Текст] / Е. Т. Денисов // Успехи химии. – 1970. – Т. 39, № 1. – С. 62–93.

4. Howard, J. A. Absolute rate constants for hydrocarbon autoxidation [Text] / J. A. Howard, K. U. Ingold // Canad. J. Chem. – 1965. – Vol. 4, № 10. – P. 2737–2743.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© Г.В. Дейниченко, Л.Л. Івашина, О.М. Півень, 2009.

УДК 635.62(477.52/6):66.014

**А.А. Дубініна**, канд. техн. наук

**Т.М. Летуґа**, канд. техн. наук

**Т.М. Попова**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ БОТАНІЧНИХ СОРТІВ ГАРБУЗА, РАЙОНОВАНИХ У СХІДНІЙ УКРАЇНІ**

*На підставі аналізу літературних джерел розглянуто особливості хімічного складу гарбуза та обґрунтовано його лікувально-профілактичні властивості. Досліджено хімічний склад різних господарсько-ботанічних сортів, районованих у Східній Україні.*

*На основании анализа литературных источников рассмотрены особенности химического состава тыквы и обоснованы ее лечебно-профилактические свойства. Исследован химический состав различных хозяйственно-ботанических сортов, районированных в Восточной Украине.*

*On the grounds of the analysis of the literary sources are considered particularities of chemical composition of pumpkin and motivated its preventive characteristics. Explored chemical composition different economic-botanical sorts in the East Ukraine.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Овочі та фрукти відіграють важливу роль в життєдіяльності людини. Їх корисність зумовлена хімічною, біологічною та фізіологічною цінністю, високими органолептичними та лікувально-профілактичними властивостями [1].