

людини. Найкраще збалансоване за співвідношенням НЖК: МНЖК: ПНЖК= 1:1:1 борошно пророщеної сочевиці.

2. Доведено жирнокислотний склад ковбас з використанням м'яса, сочевиці, чебрецю та ялівцю, внесених в вироби у різних співвідношеннях, покращився, а особливо – у зразках з використанням борошна пророщеної сочевиці.

**Перспективи подальших досліджень:** вивчення впливу рослинної сировини на якість напівкопчених ковбас з їх використанням.

#### Література

1. Гордеев А. В. Роль зерна в формировании структуры питания населения / А. В. Гордеев, А. В. Бутковский // Зернові продукти і комбікорми. – 2004. – № 3. – С. 4 – 9.

2. Новиков, М. М. Фізіолого-біохімічні основи формування якості врожаю сільськогосподарських культур / М. М. Новиков . – М.: МСХА, 1994. – 189 с.

3. Grochaalska D. Influence of soya bean preparations and reduced salt content on the quality of poultry sausages / D. Grochaalska, J. Mroczek // Medycyna weterynaryjna. – 2001. – V. 57.-№ 1. – P. 54–58.

4. Антипова Л. В. Повышение биологической ценности семян чечевицы путем проращивания / Л. В. Антипова, В. М. Перелыгин, Е. Е. Курчаева // Из вестия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 2. – С. 18 – 19.

5. Ключкин В. В. Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян бобовых / В.В. Ключкин //Хранение и переработка зерна. – 1997. – №9. – С. 30–33.

6. Rodriguez Carmen.. Correlations between some nitrogen fractions, lysine, histidine, tyrosine, and ornithine contents during the germination of peas, beans, and lentils / Carmen Rodriguez, J nana Frias. // Food Chemistry/ – 2008. – Vol. 108. – № 1. – P. 245–252.

7. Brand-Williams W. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset // LWT. – 1995. – V. 28. – P. 25 – 30.

8. М. З. Паска Дослідження фізико-хімічних показників напівкопчених ковбас вироблених при використанні сочевиці [Текст] / Паска М. З., Маркович І. І. // Науковий Вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології». – Т. 15, №1 (55). Ч. 3.– Львів 2013. – С.134–138.

9. Maria Paska Lentil flour as protein supplement in the production of smoked sausages / Paska Maria, Markovych Iryna, Simonov Roman // Papers of the 6th International Scientific Conference, October 28–29, 2013. – Stuttgart, Germany– P. 68 – 72.

10. Титаренко Л. Д. Теоретичні основи товарознавства: навч. посіб / Л. Д. Титаренко. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 227 с.

*Стаття надійшла до редакції 18.09.2015*

УДК 669.187.001.2

**Алали Мусана, Кричковська Л. В., д.б.н. ©**

*Національний технічний університет «ХПІ», м.Харків, Україна*

### **ВИБІР АДСОРБЕНТУ З ВІДХОДІВ АПК ТА НАНОТРУБОК ДЛЯ БЕЗПЕКИ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ**

*Метою дослідження є виявлення найбільш ефективного адсорбенту, що забезпечує найбільший ступінь виведення перекисних сполук та бенз(а)пірену ПАВ із соняшникової олії. У технології рафінації соняшникової олії особливе місце визначено адсорбційному очищенню, яке дозволяє значно знизити вміст розчинених у рослинних оліях речовин – пігментів, восків, залишків фосфоліпідів, а також мила, продуктів окиснення (первинних та вторинних), іонів металів і, таким чином, значно підвищити*

якість олії та покращити її подальшу переробку. Ефективність адсорбційного очищення значною мірою визначається вибором адсорбенту, вибір яких на Україні ще недостатній, тому робота присвячена розробці адсорбенту на основі відходів переробки насіння соняшника – його лушпиння. Сировина з відходів проходить стадію піролізу як і нанотрубки, що отримують при піролізі коксу. Цей вуглецевміщуючий продукт випробувався як адсорбенту для підвищення якості соняшникової олії.

**Ключові слова:** адсорбенти, олія, технологія, відбілювання, харчові продукти, безпека ПАВ.

УДК 669.187.001.2

**Алали Мусана, Кричковская Л.В.**

*Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина.*

### **ВЫБОР АДсорбЕНТА ИЗ ОТХОДОВ АПК И НАНОТРУБОК ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА**

Целью исследования было выявление наиболее эффективного адсорбента, который обеспечивал бы большую степень выведения перекисных соединений и бенз(а)пирена ПАВ из подсолнечного масла. В технологии рафинации подсолнечного масла особое место предназначено адсорбционной очистке, которая позволяет значительно снизить содержание растворенных в масле веществ – пигментов, восков, остатков фосфолипидов, а также мыл, продуктов окисления (первичных и вторичных), ионов металлов и таким образом значительно повысить качество масел и улучшить его дальнейшую переработку. Эффективность адсорбционного очищения в значительной мере определяется выбором адсорбента, выбор которых на Украине недостаточен, поэтому работа посвящена разработке адсорбента на основе отходов переработки семян подсолнечника-лузги. Сырье из отходов проходит стадию пиролиза так же как и нанотрубки, которые получают при пиролизе кокса. Этот углеродсодержащий продукт испытывался в качестве адсорбента для повышения качества подсолнечного масла.

**Ключевые слова:** адсорбенты, масло, технология, отбеливание, продукты питания, безопасность ПАВ.

UDC 669.187.001.2

**Alali Musana, Krichkovskaya L.V., Dr.biol.sci.**

*Kharkiv Technical University «KhPI», Kharkiv, Ukraine.*

### **THE CHOOSING OF ABSORBENT FROM AGRICULTURAL WASTES AND NANOTUBES FOR VEGETABLE OILS SAFETY.**

*The aim of this investigation is to find the most effective adsorbent that provides the highest level of removal the peroxide compounds and benzopyrene from sunflower oil using the surfactants.*

*In the technology of sun flower oil refining the particular place is allocated for the absorption refining that lets considerably decrease the content of substances are soluble in the vegetable oils – pigments, waxes, the rests of phospholipids, soaps and oxidation products (primary and secondary ones), metal ions as well, and in such a way increase considerably the oil quality and improve its subsequent refinement.*

*The effectiveness of refinement by absorption is determined with choice of the adsorbent in considerable extent, but such a choice is not sufficient in Ukraine, and that because this study is dedicated to the adsorbent development on the base of sun flower seeds wastes left after their treatment – their shells. The raw materials of these wastes will be exposed to the pyrolysis stage similar to the nanotubes obtained from coke pyrolysis. This*

*carbon – containing product has been tested as absorbent in order to increase the quality of sunflower oil.*

**Key words:** adsorbents, sunflower oil, foodstuffs, safety, surfactants.

В останнє десятиріччя поширюється тенденція виробництва рафінованих рослинних олій з низьким кольоровим числом и тривалим терміном зберігання готового продукту. На практиці цей вид адсорбційної рафінації вже давно отримав широке розповсюдження, тому що отримана при цьому продукція не тільки задовольняє споживчий спрос, але й дозволяє видалити з олії продукти окиснення, в тому числі вільні радикали й інші канцерогенні домішки [1-3]. Виробники змушені підбирати не тільки оптимальні режими рафінації олій, а також використовувати більш ефективні сорбенти в процесі адсорбційної рафінації.

Останнім часом все більше уваги приділяється безпеці харчової продукції, в тому числі рослинних олій та жирів. Безпека визначається, перш за все, граничним вмістом домішок техногенного і природного походження – діоксинів і поліциклічних ароматичних вуглеводнів [3-6].

Термін «діоксини» об'єднує групи хлорованих поліциклічних сполук – поліхлорованих дібензодіоксидантів (PCDDs), дібензофуранів (PCDFs) і дифенілів. У невеликих кількостях діоксини є побічним продуктом процесів хлорування органічних речовин, деяких металургійних процесів, під час вибілювання целюлози, переробці викопного палива, спалюванні промислових і побутових відходів. Діоксини надходять до атмосфери у вигляді газових викидів названих вище процесів, вони накопичуються у малих концентраціях у ґрунті, рослинах і воді. Діоксини є токсичними і канцерогенними.

Канцерогенними і токсичними є також поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Цим терміном визначають групу сполук гомологічного ряду бензолу, які поділяють на легкі та важкі ПАВ за числом бензольних кілець у структурі молекули [7-9].

ПАВ та діоксини видаляють адсорбентами з подальшою дезодорацією.

Таким чином, дослідження адсорбційної здатності промислових адсорбентів щодо видалення поліароматичних вуглеводнів (зокрема, бенз(а)пірену) є актуальним науковим завданням.

**Метою** дослідження є виявлення найбільш ефективного адсорбенту, що забезпечує найбільший ступінь виведення пероксидних сполук та бенз(а)пірену (ПАВ) із рослинних олій.

**Методи досліджень.** Як сировину в дослідженнях використано олію соняшникову рафіновану з фізико-хімічними та органолептичними показниками за ДСТУ 4492 (табл.1) [10]. Визначення колірнього числа олій здійснювалось за шкалою стандартних розчинів йоду відповідно до ДСТУ 4568 [11]. Визначення кислотного числа олії здійснювалось відповідно до ДСТУ 4350 (ISO 660, NEQ) [12]. Визначення пероксидного числа здійснювалось відповідно до ДСТУ ISO 3960 [13]. Визначення бенз(а)пірену та суми поліароматичних вуглеводнів згідно з ДСТУ 4689 [14].

**Результати дослідження.** Важливою та обов'язковою стадією сучасної рафінації є адсорбційне очищення. Ця стадія дуже важлива при підготовці олій для виробництва харчової (маргаринової, майонезної), косметичної та іншої жирової продукції. Відбілюванню піддаються олії після ретельної гідратації, нейтралізації, промивання, сушки. Завдання адсорбційного очищення полягає в максимальному

вилученні із олій фарбуючих речовин, залишків фосфоліпідів, натрієвих мил, жирних кислот та металевих похідних [3].

Відбілювання – остання стадія, в якій можливе видалення фосфоліпідів, що не піддаються гідратації. Навіть незначний вміст фосфору (на рівні  $4 \cdot 10^{-4}$  %) перед процесами дезодорації та гідрогенізації може привести до погіршення смаку, до потемніння олії і до отруєння.

Залишкові мила також видаляються в результаті адсорбції, так як на стадії дезодорації та гідрогенізації вони можуть негативно впливати на смак і стабільність готового продукту. Видалення продуктів первинного окиснення під час відбілювання важливе для отримання дезодорованої олії високої якості.

Таблиця 1

**Якісні та кількісні показники рослинної олії.**

Найменування об'єкта, показники	Кислотне число, мг КОН/г	Масова частка вологи й летких речовин, %	Перекисне число, ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг	Колірне число, мг йоду в 100 см <sup>3</sup>	Склад вітамінів	
					Каротин	Віт. Е
Дезодорована соляшникована олія	0,31	0,07	7,3	9	0,58	101,0

Вибір адсорбенту залежить в основному від трьох чинників: вартості, активності і втрат олії. Кількість адсорбенту, необхідного для даного процесу, дуже залежить від активності і характеру адсорбенту, типу олії, кольору необробленої олії, бажаного кольору вибіленої олії, а також від робочих параметрів процесу. Через відсутність в Україні якісних адсорбентів, олієжирові підприємства змушені або відмовитися від проведення адсорбційного очищення олій та жирів, що неминуче призводить до погіршення якості готової жирової продукції, або постають перед необхідністю самостійного пошуку чи купівлі імпортованих адсорбентів [1].

Таблиця 2

**Характеристика активованого вугілля**

Найменування нормованого показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Зерна чорного кольору без механічних домішок
Розмір зерен:	
>3,6 мм, %, не більше	2,7
3,6...1,0 мм, %, не менше	95,0
<1,0 мм, %, не більше	2,2
Адсорбційна активність по йоду, %, не менше	60
Сумарний об'єм пор по воді, см <sup>3</sup> /г, не менше	1,8
Об'ємна щільність, г/дм <sup>3</sup> , не більше	245
Масова частка золи, %, не більше	4,0
Масова частка вологи, %, не більше	4,5

Адсорбційне очищення відбувалося за умови перемішування магнітною мішалкою ( $n = 170$  об/хв) і у середовищі інертного газу.

Попередніми дослідженнями було виявлено, що початкова рафінована соняшникова олія має кислотне число 0,31 мг КОН/г, а перекисне –  $7,3 \frac{1}{2}$  О ммоль/кг, колірне число – 5-9 мг J<sub>2</sub>.

Далі відповідно до мети досліджень проведено серію експериментів з адсорбційного очищення рафінованої соняшникової олії за участю адсорбентів, отриманих з лушпиння соняшника з нанотрубками після піролізу. Основні технологічні параметри адсорбційного очищення у лабораторних умовах для всіх експериментів були однаковими: маса наважки соняшникової олії – 100 г; норма введеного адсорбенту – 1,0 %; температура процесу – 95°C; залишковий тиск – 2,7...9,7 кПа; тривалість процесу – 15 хв. Характеристика активованого вугілля представлена в таблиці 2.

Таблиця 3

**Вміст поліароматичних вуглеводнів у соняшниковій олії до і після адсорбційного очищення.**

Найменування поліароматичного вуглеводню (ПАВ)	Вміст ПАВ, мг/кг	
	Початкова олія	Відбілена олія
Бенз(а)пірен	2,78	1,48
Бенз(а)антрацен	3,72	1,84
Бенз(в)флуорантрен	2,94	2,17
Хризен	4,34	2,42
Сума ПАВ	13,8	7,91

Як видно з таблиці 3, рівень токсичних домішок при дії вуглецевмісного адсорбенту з лушпиння соняшникової олії та нанотрубок зменшувався.

Окисна стабільність соняшникової олії є важливим показником якості, тому проведено дослідження окисної стабільності зразків продукту за пропонуваною технологією адсорбції й дезодорованої сонячної олії як контролю. При дослідженні окисної стабільності зразків олії залежно від температури ініційованого окиснення (70...75°C) встановлено, що час окисної стабільності олії, отриманої за розробленим способом адсорбції, збільшувався на 55 хвилин, при чому швидкість дифузії кисню за одиницю часу зменшилась в 1,5 раза (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив вуглецевміщуючого адсорбенту на показники окисної стабільності соняшникової олії**

Відбілена соняшникові олія			Соняшникові олія, контроль		
Пере-кисне число, ммоль ½О/кг	Анізидинове число, Од	Ступінь окисненості	Пере-кисне число, ммоль ½О/кг	Анізидинове число, Од	Ступінь окисненості
Час зберігання 3 діб					
0,5	0,7	1,7	0,6	0,7	1,9
Час зберігання 50 діб					
0,6	1,0	2,2	0,9	1,2	3,0
Час зберігання 80 діб					
0,9	1,5	3,3	1,6	2,0	4,2
Час зберігання 120 діб					
1,7	2,4	5,6	3,0	2,5	8,5

Отримані дані свідчать про те, що вміст поліароматичних вуглеводнів у початковій олії перевищує встановлені обмеження і за бенз(а)піреном 2,68 мг/кг проти нормативу 2,0 мг/кг, і за сумою ПАВ: 13,60 мг/кг (норматив для рослинних олій становить 10 мг/кг). У відбіленій соняшниковій олії показники вмісту бенз(а)пірену – 1,38 мг/кг і суми ПАВ – 7,93 мг/кг відповідають встановленим нормам.

Таким чином, використання вуглецьвмісного адсорбенту з лушпиння соняшникової олії та нанотрубок під час адсорбційного очищення забезпечує потрібний ступінь вилучення поліароматичних вуглеводнів з соняшникової олії, що покращує її якість та безпеку.

#### Література

1. Велдкамп С. Домина. Новые технологии фильтрации отбелного масла // *Масла и жиры*, 2005 – №3(49). – С. 14–17.
2. Moret S. Processing Effects on The Polyaromat Hydrocarbon Content of Grape Seed Oil//*aocs*, 2000. – vol. 77. – №12. – P. 1289 – 1292
3. Н. В. Paterson. Bleaching and Purifying Fats and Oils: theory and practice/ материалы научно-практич. семинара «Современные аспекты переработки масел и жиров. – Винница: М. П.«Инвент Лтд», 2002. – С. 51 – 54.
4. Ф. Велдкамп, С. Домина. Новые технологии фильтрации отбелного масла / *Масла и жиры*, 2008. – №9. – с. 6–7; №10. – с. 28–30.
5. Паронян В. Х. Технология жиров и жирозаменителей. – М.: Делипринт, – 2006. – 760 с.
6. Отбеливание масел и жиров: опыт фирмы Альфа Лаваль // *масла и жира*, 2003. – №3 (13). – С. 5–6.
7. Е. М. Камышан, А. Н. Тырси́на, В. Х. Паронян, Ю. А. Тырсин. Адсорбционная очистка растительных масел // *Масложировая промышленность*, 2004. №1. – С. 44–45.
8. В. Голодня, Н. Граница, Л. Григорова и др. О содержании бенз(а)пирена в растительных маслах и жирах: история вопроса, регламентации, методика // *Масла и жиры*, 2013 – №5–6. – С. 6 – 11.
9. Арутюнян Н.С., Аришева Е.А., Янова Л.И., Захарова И.И., Меламуд Н.А. Технология переработки жиров - М., Агропромиздат, 1985. - 368 с.
10. Олія соняшникова. Технічні умови: ДСТУ 4492:2005. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
11. Олії. Методи визначення колірному числа: ДСТУ 4350:2006. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005
12. Олії. Методи визначення кислотного числа: ДСТУ 4350:2004. – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.
13. Продукти харчові. Методи визначення масової частки бенз(а)пірену: ДСТУ 4689:2006. – Київ: Держспоживстандарт України,
14. Н. А. Меламуд. Содержание диоксинов и полиароматических углеводородов в отбелной земле // Balenoric L., Petrovic I., Perkovas M., Determinstion of Polycyclic aromatic Hydrocarbons in Vegetable Oils // *Proc. Of Euro Food Chemistry VIII*, 1995 / – vol.2. – P. 275-281.

*Стаття надійшла до редакції 9.09.2015*

УДК 664.292.01:577.152.3:633.31

**Нікітчина Т. І.**, к.т.н., докторант (E-mail: alex-n@te.net.ua)<sup>©</sup>

*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна*

#### **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПЕКТОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТИВ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ**

*На даний час велика увага приділяється пектиновим речовинам, деетерифікація і деполімеризація яких здійснюється ферментами, які входять у пектолітичний комплекс: пектингідролазами і пектинліазами. Пектолітичні ферменти мають промислове значення в різних галузях біотехнології: при отриманні пектинів; для інтенсифікації сокового виробництва з плодово-ягідної сировини і освітлення вин; для отримання харчових барвників і танінів. Потреба в цих ферментах стабільно росте.*