

**У даній статті обґрунтовується можливість паралельного одержання хлорогенової кислоти і білкового концентрату зі шроту насіння соняшнику. Раніше встановлено, що найкращим розчинником для хлорогенової кислоти, призначеної для використання у харчових продуктах та добавках, є етанол. Один із шляхів отримання хлорогенової кислоти - це екстракція водними розчинами етанолу**

**Ключові слова:** фенольні сполуки, хлорогенова кислота, соняшниковий шрот, етанольна екстракція

**В даній статтє обосновується можливість паралельного получения хлорогеновой кислоты и белкового концентрата из шрота семян подсолнечника. Ранее установлено, что лучшим растворителем для хлорогеновой кислоты, предназначенной для использования в пищевых продуктах и добавках, является этанол. Один из путей получения хлорогеновой кислоты - экстракция водными растворами этанола**

**Ключевые слова:** фенольные соединения, хлорогеновая кислота, подсолнечный шрот, этанольная экстракция

## ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ПОДСОЛНЕЧНОГО ШРОТА

**И. Е. Шаповалова**

Заведующая лабораторией

Лаборатория исследований технологии модификации масел и жиров\*

E-mail: ishapovalova@rambler.ru

**З. П. Федякина**

Заведующая отделом

Отдел исследований технологии переработки масел и жиров\*

E-mail: techno@fatoil-kharkov.com

**И. Н. Демидов**

Доктор технических наук, профессор

Кафедра технологии жиров и продуктов брожения

Национальный технический университет "Харьковский

политехнический институт"

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

E-mail: demigon@rambler.ru

**Т. В. Матвеева**

Кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник

Отдел исследований технологии переработки масел и жиров

E-mail: matveeva\_73@mail.ru

\*Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров

Национальной академии аграрных наук Украины

пр. Дзюбы, 2а, г. Харьков, Украина, 61019

### 1. Введение

До недавнего времени все жировые продукты питания на основе растительного масла рассматривались как источники питательных веществ, содержащие белки, жиры, углеводы, витамины, минералы и пищевые волокна. С постоянным ростом эпидемиологических исследований, стало очевидно, что масличные растения содержат в себе и другие вещества, которые могут иметь определенную ценность для здоровья человека. Среди них наиболее распространенными являются фенольные соединения, составляющие не менее 2 – 3 % биомассы и выполняющие разнообразные биологические функции [1, 2]. Отсутствие этих веществ в рационе питания человека не приводит к проблемам со здоровьем. Однако известно, что они препятствуют развитию сердечнососудистых заболеваний [3], сахарного диабета, ожирения [4]. Кроме того, фенольные соединения обладают мощными антибактериальной и антиоксидантной способностями [5]. Антиоксидантная способность фенолов связана с наличием в их структуре слабых фенольных гидроксильных групп, которые легко отдают свой атом водорода при взаимо-

действии со свободными радикалами, и превращаются в малоактивные феноксильные радикалы [1].

Основной масличной культурой Украины и стран ближнего зарубежья является подсолнечник. Семена этой культуры содержат следующие фенольные соединения: хлорогеновую, кофейную, коричную, кумаровую, феруловую, синаповую кислоты и следы ванилиновой и оксибензойной кислот [6]. Было установлено, что 43 – 73 % всех фенольных соединений [6] составляет хлорогеновая кислота. Содержание хлорогеновой кислоты зависит от сорта подсолнечника, метеорологических условий при вегетации, продолжительности хранения после уборки и ряда других условий. Более высоким содержанием хлорогеновой кислоты характеризуются высокомасличные сорта подсолнечника [7]. Основное количество хлорогеновой кислоты находится в ядре, а в масле и лузге семян подсолнечника присутствуют лишь её следы [6, 8].

На сегодняшний день, одним из перспективных видов растительного сырья для получения природных антиоксидантов является вторичное масличное сырье, которое образуется при получении подсолнечного масла, а именно подсолнечный шрот. Подсолнечный

шрот – побочный продукт маслоэкстракционных производств, являясь источником биологически ценного белка (40–50 %) [9] и хлорогеновой кислоты (1 – 3 %) [9], чаще всего используется как кормовой материал для животных. Основной причиной, ограничивающей или даже исключающей использование подсолнечного белка в рецептурах пищевых продуктов, является присутствие хлорогеновой кислоты. При нагревании подсолнечных белков и при введении их в щелочную среду, применяемую при получении белковых продуктов по традиционной технологии, хлорогеновая кислота окисляется с образованием темноокрашенных продуктов, что снижает потребительские качества получаемых продуктов [10]. Поэтому разработка научных основ эффективной технологии параллельного выделения белка и хлорогеновой кислоты из подсолнечного шрота, которая значительно расширит область применения подсолнечных белков в продуктах питания и позволит одновременно получать природный антиоксидант, является актуальным и экономически обоснованным.

## 2. Основная часть

Основным методом для извлечения биологически активных соединений из растительного сырья является экстракция. Экстракция фенольных соединений из растительного материала зависит от типа и polarity растворителя, размера частиц и технологических параметров: соотношение образец : растворитель, время и температура процесса экстрагирования [11].

Для проведения исследований использован полученный промышленным путем подсолнечный шрот, содержащий минимальное количество углеводов и других примесей и соответствующий требованиям, приведенным в табл.1

Таблица 1

Требования к качеству подсолнечного шрота

Наименование показателя	Норма
Масличность, %, не более	1,0
Содержание лузги, %, не более	10
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	46,5
Массовая доля суммарного растворимого протеина, %, не менее	80

Согласно работе [11] установлено, что экстракцию фенольных соединений из подсолнечного шрота, и в частности хлорогеновой кислоты, можно проводить такими растворителями как метанол, этанол, ацетон, вода, этилацетат и в меньшей степени, пропанолом, диметилформамидом или их комбинацией. При этом максимальное выделение фенольных соединений на-

блюдается при использовании ацетона, а затем метанола и этанола. Однако применение ацетона и тем более метанола для получения хлорогеновой кислоты, которая в дальнейшем может быть использована в пищевых продуктах и добавках, нежелательно. Поэтому в качестве растворителя для выделения хлорогеновой кислоты выбрали этанол [11].

Проведенными исследованиями было установлено, что хлорогеновая кислота лучше экстрагируется водными растворами этанола с концентрацией 50 %, 60 %, 70 % и 96 %. Однако, использование 96 % этанола приводит к значительной денатурации белковых веществ.

Изменение температуры экстракции в интервале +50 °С - +70 °С не влияет на выход хлорогеновой кислоты. Однако снижение температуры экстракции до +20 °С значительно замедляет процесс экстракции, повышение температуры выше +70 °С приводит к значительной денатурации белковых веществ.

Переход фенольных соединений в растворитель идет интенсивно в течение первых 30 минут. Основная часть фенольных соединений переходит в экстракт с первой промывкой шрота растворителем, а максимальное извлечение фенольных соединений возможно при 3 - 4 промывках.

Исследования по выделению хлорогеновой кислоты из подсолнечных шротов проведены на опытной установке УкрНИИМЖ НААН. При выбранных условиях ведения процесса (температура 50 °С, время ведения процесса 30 минут, концентрация этанола 50 %) массовая доля хлорогеновой кислоты в подсолнечном шроте в пересчете на абс. сухое вещество снизилась на 35 %, массовая доля углеводов снизилась на 25 %, а содержание сырого протеина увеличилось на 15 %.

В водно-спиртовой раствор кроме хлорогеновой кислоты переходят и другие фенольные соединения подсолнечника, остаточный жир, вода, спирторастворимые белки, углеводы, минеральные соли. Спиртовые экстракты концентрируются в вакууме, и образуются комплекс, содержащий липиды и вещества белково-углеводного состава, которые могут служить функциональной добавкой к различным пищевым продуктам или служить продуктом для получения кристаллической хлорогеновой кислоты.

## 3. Выводы

В результате работы было обосновано параллельное получение хлорогеновой кислоты и подсолнечных белковых концентратов из подсолнечного шрота. Установлено, что наиболее обоснованным растворителем для экстракции хлорогеновой кислоты является водный этанол. Определены рациональные технологические параметры ведения процесса экстракции – температура и время.

## Литература

1. Stevenson, D. E. Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? [Текст] / D.E. Stevenson, R.D. Hurst // Cell. Mol. Life Sci. – 2007. – 64. – С. 2900-2916.
2. Karamac, M. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds [Текст] / M. Karamac, A. Kosinska, I. Estrella, T. Hernandez, M. Duen, // Eur. Food Res. Technol. - 2012. – 235. - С. 221–230.

3. Anderson, J. W. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease [Текст] / J.W. Anderson // Proc. Nutr. Soc. – 2003. – 62. – С. 135-142
4. McCarty, M. F. Proposal for a dietary phytochemical index [Текст] / M.F. McCarty // Med. Hypotheses. – 2004. – 63. – С. 813-817.
5. Cowan, M. M. Plant products as antimicrobial agents [Текст] / M.M. Cowan // Clin. Microbiol. Rev. – 1999. – 12. – С. 564 – 582.
6. Pedrosa, M. M. Determination of caffeic and chlorogenic acids and their derivatives in different sunflower seeds [Текст] / M.M. Pedrosa, M. Muzquiz, C. Garcia-Vallejo, C. Burbano, C. Cuadrado, G. Ayet, L.M. Robredo // J. Sci. Food Agric. - 2000. – 80. – С. 459–464.
7. Pomenta, J. V. Factors affecting chlorogenic, guinic and caffeic acid levels in sunflower kernels [Текст] / J.V. Pomenta, E.E. Burns // J. Food Sci. – 1971. – 36. – С. 490-492.
8. Weisz, G. M. Identification and quantification of phenolic compounds from sunflower (*Helianthus annuus* L.) kernels and shells by HPLC-DAD/ESI-MSn [Текст] / G.M. Weisz, D.R. Kammerer, R. Carle // Food Chem. - 2009. – 115. – С. 758–765.
9. Leung, J. Phenolic components of sunflower flour [Текст] / J. Leung, T.W. Fenton, D.R. Clandinin // J. Food Sci. - 1981.- 46. – С. 1386–1393.
10. Горшкова, Л.М. Получение белковых веществ из семян подсолнечника [Текст] / Л.М. Горшкова, Л.В. Рубина // Масложи-ровая промышленность. - 1977. - №12. - с.16-17.
11. Taha, F. S. Optimization of the Extraction of Total Phenolic Compounds from Sunflower Meal and Evaluation of the Bioactivities of Chosen Extracts [Текст] / F.S. Taha, G.F. Mohamed, S.H. Mohamed, S.S. Mohamed, M.M. Kamil // American Journal of Food Technology. - 2011.- 6. – P. 1002-1020.

УДК 666.762

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В МУРЗИНСКИХ КАОЛИНАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАКАОЛИНА

*Досліджено фазові перетворення при випалі каолінів Мурзинського кар'єру в температурному інтервалі 600 – 900 °С. Встановлено, що ступень активності одержаного метакаоліну пов'язаний зі ступенем структурної досконалості вихідного каолініту. Показано, що для одержання високоактивного метакаоліну відносно будівельних та вогнетривких бетонів необхідні каоліни, які містять каолінит з низьким ступенем упорядкованості, та випал при 600 – 700 °С*

*Ключові слова: мурзинський каолін, фазові перетворення, метакаолін, адсорбційна активність, ступень упорядкованості каолініту, мулітизація*

*Исследованы фазовые превращения при обжиге каолинов Мурзинского карьера в температурном интервале 600 – 900 °С. Установлено, что степень активности полученного метакаолина связана со степенью структурного совершенства исходного каолинита. Показано, что для получения высокоактивного метакаолина по отношению к строительным и огнеупорным бетонам необходимы каолины, содержащие каолинит с низкой степенью упорядоченности, и обжиг при 600 – 700 °С*

*Ключевые слова: мурзинский каолин, фазовые превращения, метакаолин, адсорбционная активность, степень упорядоченности каолинита, муллитизация*

**Т. В. Зеленюк**

Аспирант\*

**Н. С. Кайда**

Инженер\*

**О. Б. Скородумова**

Доктор технических наук, профессор\*

E-mail: o\_skorodumova@mail.ru

**Т. Б. Гонтар**

Ассистент\*

E-mail: taty-gontar@mail.ru

**Я. Н. Гончаренко**

Кандидат технических наук\*

E-mail: 7002818@ukr.net

\*Кафедра технологий пищевой промышленности  
Украинская инженерно-педагогическая академия  
ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003