

УДК 615.322.074:544.722.123

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВЫХОД ЛИПОФИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ТЫКВЫ\*

© *Е.А. Дегтярева\*\**, *Л.И. Вишневецкая*, *С.В. Гарная*, *Е.А. Калько*

*Национальный фармацевтический университет, ул. Пушкинская, 53,  
Харьков, 61002 (Украина), e-mail: kate.deg.88@gmail.com*

Сегодня липофильные фракции известных лекарственных растений остаются малоизученными, несмотря на то, что они содержат уникальные группы БАВ (хлорофиллы, каротиноиды, токоферолы, стерины, ненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды и др.), что является актуальной задачей современной фармацевтической науки.

Целью нашей работы является изучение оптимальных параметров сушки и влияния влажности шрота мякоти тыквы на экстракцию БАВ с перспективой разработки технологии липофильного экстракта.

Экстрагирование липофильных веществ из шрота мякоти тыквы проводили в лабораторных условиях в аппарате Сокслета методом циркуляционного экстрагирования. Потерю в массе при высушивании, содержание экстрактивных липофильных веществ и суммы каротиноидов (в пересчете на  $\beta$ -каротин) определяли по фармакопейным методикам.

По результатам проведенной экспериментальной работы установлена оптимальная влажность (не больше 7%) и температура сушки (60–70 °С) шрота мякоти тыквы, содержащего каротиноиды. Полученные данные необходимы для разработки технологии липофильного экстракта из шрота мякоти тыквы.

*Ключевые слова:* лекарственное растительное сырье, тыква, липофильные вещества, экстракция.

### **Введение**

Данные научной литературы свидетельствуют о многочисленных научных исследованиях, посвященных изучению состава БАВ семян тыквы *Cucurbita pepo* (L.) семейства *Cucurbitaceae*, в том числе липофильной природы. Однако липофильные вещества в составе мякоти тыквы в наше время остаются малоизученными, несмотря на перспективность их использования в медицинской практике [1–4].

К основным БАВ липофильных комплексов относятся: хлорофиллы, каротиноиды, токоферолы, ненасыщенные жирные кислоты, стерины, фосфолипиды и др. [5].

Хлорофиллы принимают участие в процессе фотосинтеза, проявляют антибактериальную и репаративную активность [6].

Каротиноиды способствуют росту и развитию организма, поддерживают функции эпителия кожи и слизистых оболочек, проявляют противовоспалительное, репаративное, антиканцерогенное, иммуномодулирующее, А-провитаминное действие [7–10].

Токоферолы (витамин Е) являются активными антиоксидантами, принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, обмене жиров, препятствуют развитию дегенеративных и дистрофических изменений, проявляют выраженное действие: антисклеротическое, антигистаминное, противовоспалительное действие [11–13].

*Дегтярева Екатерина Александровна* – старший преподаватель, кандидат фармацевтических наук, e-mail: kate.deg.88@gmail.com

*Вишневецкая Лилия Ивановна* – профессор кафедры аптечной технологии лекарств, доктор фармацевтических наук, e-mail: liliavushnevskaja@gmail.com

*Гарная Светлана Васильевна* – профессор кафедры качества, стандартизации и сертификации лекарств, доктор фармацевтических наук, e-mail: garnaya57@gmail.com

*Калько Екатерина Александровна* – ассистент кафедры клинической фармакологии, кандидат фармацевтических наук, e-mail: ketrin27kalko@gmail.com

Ненасыщенные жирные кислоты влияют позитивно на обмен веществ, в том числе холестерина, проявляют антисклеротический эффект, принимают участие в энергообеспечении клеток и защитных реакций организма [14–16].

\* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcrpm.2019035098s

\*\* Автор, с которым следует вести переписку.

Фосфолипиды и фитостерины имеют способность снижать уровень холестерина в крови. Кроме того, фосфолипиды входят в состав биологических мембран и принимают участие в барьерной, транспортной функциях [17].

Полезность растительных субстанций из отходов пищевого, в частности сокового производства, содержащих комплекс БАВ, подтверждается многими исследованиями и разработками в этой сфере.

Так, коллективом ученых Е.А. Мартинсоном, Д.А. Кропачевым, А.А. Злобиным, Н.А. Жуковым разработана технология комплексной переработки плодов шиповника. В результате экстракцией сжиженным газом получено масло, на основе которого разработан «Масляный бальзам», включающий группы БАВ: каротиноиды, токоферолы и полиненасыщенные жирные кислоты [18].

Под руководством академика Г.В. Саковича в Институте проблем химико-энергетических технологий СО РАН (Бийск) разработана и внедрена в производство комплексная переработка плодов облепихи *Hippophae rhamnoides* L. и калины *Viburnum opulus* L., включающий способ получения биологически активных экстрактов из шротов [19].

Полученные растительные экстракты, в том числе липофильные, могут служить субстанцией для различных лекарственных средств, содержащих стандартизированный набор БАВ.

Комплексная переработка лекарственного растительного сырья (ЛРС) представляет интерес с точки зрения рационального использования сырьевых ресурсов, а так же с целью снижения себестоимости лекарственных средств. Для экспериментального исследования эффективности экстракции липофильной фракции нами было проведено изучение отходов пищевой промышленности, а именно шрота из мякоти тыквы после получения сока.

Влажность является одним из контролируемых показателей качества растительного сырья и может существенно влиять на выход БАВ при экстрагировании различными растворителями, в том числе органическими. Известно, что сравнительно небольшое увеличение влажности с 7 до 12% приводит к значительному снижению эффективности экстракции [20–23].

Одними из БАВ в составе тыквы являются каротиноиды, которые относятся к термолабильным веществам. Для получения растительного сырья с заданной влажностью, а также для максимального сохранения БАВ, особенно тех, которые разрушаются под действием высоких температур, необходимо определить оптимальные условия сушки сырья.

Таким образом, целью нашей работы является изучение оптимальных параметров сушки и влияния влажности шрота мякоти тыквы на экстракцию БАВ с перспективой разработки технологии липофильного экстракта.

### **Экспериментальная часть**

Объектом нашего исследования был оставшийся после производства сока шрот мякоти тыквы обыкновенной *Cucurbita pepo* L., произрастающей в разных регионах Украины: Днепропетровской, Харьковской, Полтавской областях.

При производстве сока из тыквы использовали плоды тыквы с кожурой, без хвостиков и листьев. Перед получением сока проводят размягчение плодов. Верхний слой кожуры отмокает и его выбрасывают, семена вымывают и отбирают в отдельную емкость для последующего получения из них тыквенного масла. Оставшуюся мякоть используют для получения тыквенного сока или пюре методом холодного отжима (ДСТУ:ISO 22000:2007, ДСТУ ISO 9001:2015). Шрот, который остается после получения сока, считают отходом производства и подвергают дальнейшей утилизации.

Экстрагирование липофильных веществ из шрота мякоти тыквы проводили в лабораторных условиях в аппарате Сокслета методом циркуляционного экстрагирования в течение 60 мин. Брели образцы навесок растительного сырья массой 10 г (с точностью до 0.01 г). Как экстрагент использовали *n*-гексан (1 : 6). Экстрагент и его количество установлено экспериментально (данные исследований приведены в предыдущих наших работах) [24, 25]. Экстрагирование проводили в диапазоне температур 50, 60, 70, 80, 90, 100 °С в течение 2–7 ч.

Содержание экстрактивных липофильных веществ определяли согласно требованиям ГФУ 2, ст. 2.8.16, определение «Сухого остатка» [26]. Количественное определение содержания суммы каротиноидов в пересчете на β-каротин проводили методом абсорбционной спектрофотометрии в видимой области (ГФУ 2, ст. 2.2.25) с учетом их поглощения света в диапазоне 450–500 нм, при этом наблюдалось желтое или оранжевое окрашивание [26].

Предварительно нами было проведено исследование по изучению качественного состава липофильной фракции с целью подтверждения наличия каротиноидов в исследуемом сырье. Идентификацию каротиноидов проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) согласно требованиям ГФУ 2, ст. 2.2.27. Использовали ТСХ *пластинки со слоем силикогеля* размером 5×15 или 6×15 см, раствор стандартного образца (СО) β-каротина (Sigma, USA, 22040-5 G-F). Испытуемый раствор экстракта мякоти тыквы готовили с помощью гексана в соотношении (1 : 25). Система растворителей *ацетон – гексан* (3 : 7) и реактив для идентификации каротиноидов – 5% спиртовый раствор фосфорномолибденовой кислоты (ФМК) нами были выбраны экспериментально (данные исследований приведены в предыдущих наших работах) [27].

### **Обсуждение результатов**

Таким образом, в испытуемом образце экстракта мякоти тыквы в гексане (1 : 25) после реакции с 5% спиртовым раствором ФСК и рассчитанного показателя  $R_f$  нам удалось идентифицировать β-каротин. Наблюдались ярко-синие пятна на желтом фоне, которые долго не исчезали.

Предполагая, что содержание БАВ в шроте мякоти тыквы может отличаться в зависимости от региона произрастания растительного сырья, нами было проведено исследования с целью выбора оптимального объекта для дальнейшего исследования. Для этого в исследуемых объектах определяли содержание липофильных экстрактивных веществ и суммы каротиноидов (в пересчете на β-каротин).

Результаты определения содержания липофильных веществ и суммы каротиноидов в шроте мякоти тыквы, произрастающей в разных регионах Украины, приведены в таблице 1.

Исходя из данных таблицы 1, видно, что содержание липофильных веществ и суммы каротиноидов в шроте мякоти тыквы зависит от региона произрастания растительного сырья. Содержание липофильных веществ в исследуемых объектах находится в диапазоне от 6.32 до 9.91%; суммы каротиноидов – от 9.87 до 10.22%. Шрот мякоти тыквы обыкновенной *Cucurbita pepo* L. (Днепропетровская область) показал наибольшие показатели выхода липофильных веществ (9.91%) и суммы каротиноидов (10.22%) по сравнению с другими образцами, что дает основание считать его перспективным в качестве объекта для дальнейших исследований.

С целью выбора оптимальной температуры сушки растительного сырья тыквы экспериментальным путем определяли потерю в массе при высушивании. В высушенном сырье определяли содержание экстрактивных липофильных веществ и суммы каротиноидов в пересчете на β-каротин.

Результаты определения содержания липофильных веществ и суммы каротиноидов в ЛРС, высушенной при различных температурах, приведены на рисунках 1, 2.

Как следует из полученных данных (рис. 1, 2), температура сушки растительного сырья практически не влияет на выход липофильных веществ, однако существенно влияет на выход суммы каротиноидов из сырья тыквы. Содержание суммы каротиноидов резко уменьшается с повышением температуры, выше 80 °С. Экстракция при температуре менее 60 °С приводит к увеличению времени проведения процесса экстракции и поэтому является экономически нецелесообразной. Таким образом, можно считать оптимальной для сушки растительного сырья тыквы, содержащей каротиноиды, температуру 60–70 °С.

Также нами было проведено исследование влияния влажности шрота мякоти тыквы различных регионов произрастания на выход липофильных веществ. Результаты приведены в таблице 2.

Исходя из данных таблицы 2, видно, что содержание липофильных веществ в шроте мякоти тыквы различных регионов произрастания зависит от показателя влажности объекта исследования. С увеличением влажности сырья до 10–15% выход экстрагируемых *н*-гексаном веществ, уменьшается. Вероятно, наличие влаги в клетках растительной ткани блокирует доступ растворителя к веществам, которые необходимо выделить, при этом снижается эффективность процесса экстрагирования. Кроме того, известно, что наличие большого содержания влаги отрицательно сказывается на технологическом процессе измельчения сырья.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что для получения липофильных комплексов с помощью *н*-гексана целесообразно использовать растительное сырье с влажностью, не превышающей 7%.

В качестве объекта для дальнейших исследований был выбран шрот мякоти тыквы обыкновенной *Cucurbita pepo* L. (Днепропетровская область), так как в растительном объекте данного региона наблюдался наибольший выход липофильных веществ и суммы каротиноидов по сравнению с образцами других регионов произрастания растительного сырья.

Таблица 1. Содержание липофильных веществ и суммы каротиноидов в растительном сырье тыквы

Название растительного сырья и региона произрастания	Содержание липофильных веществ, %	Содержание суммы каротиноидов, мг %
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Днепропетровская область)	9.91 ± 0.15	10.22 ± 0.12
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Харьковская область)	6.32 ± 0.09	9.87 ± 0.21
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Полтавская область)	7.78 ± 0.15	10.12 ± 0.22

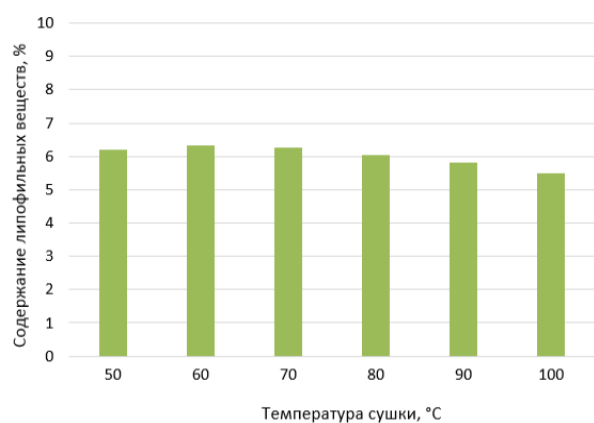
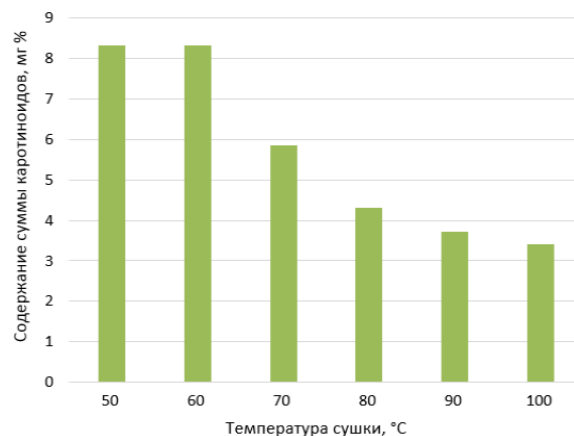
Рис. 1. Содержание липофильных веществ в шроте тыквы обыкновенной *Cucurbita pepo* L. (Днепропетровская область), высушенного при различных температурахРис. 2. Содержание суммы каротиноидов в шроте тыквы обыкновенной *Cucurbita pepo* L. (Днепропетровская область), высушенного при различных температурах

Таблица 2. Влияние влажности шрота мякоти тыквы на выход липофильных веществ

Название растительного сырья и региона произрастания	Выход липофильных веществ, %				
	Влажность растительного сырья, %				
	2	5	7	10	15
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Днепропетровская область)	9.92	9.52	9.25	7.42	6.16
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Харьковская область)	7.65	7.30	6.57	5.76	4.70
Шрот мякоти тыквы обыкновенной <i>Cucurbita pepo</i> L. (Полтавская область)	8.01	7.90	7.75	6.73	5.56

### Выводы

1. Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния влажности и температуры сушки растительного сырья тыквы на процесс извлечения липофильных веществ, а также суммы каротиноидов.
2. Экспериментально установлено, что для получения липофильных комплексов с помощью гексана целесообразно использовать растительное сырье с влажностью не более 7%.
3. Установлена оптимальная температура сушки растительного сырья тыквы, содержащей каротиноиды, которая должна составлять 60–70 °C.
4. Полученные данные необходимы для разработки технологии липофильного экстракта из растительного сырья тыквы с перспективой создания лекарственных средств на его основе.

### Электронный дополнительный материал

В дополнительном материале к статье представлена хроматограмма идентификации каротиноидов в липофильном экстракте.

**Список литературы**

1. Manal K. Abdel-Rahman. Effect of Pumpkin Seed (*Cucurbita pepo* L.) Diets on Benign Prostatic Hyperplasia (BPH): Chemical and Morphometric Evaluation in Rats // *World Journal of Chemistry*. 2006. Vol. 1, no. 1. Pp. 33–40.
2. Malgwi I.S., Olorunshola K.V., Hamman W.O., Eze E.D., Onaadejo O. Effects of aqueous *Cucurbita pepo* Linn seed extract on some haematological parameters and serum electrolytes of lactating albino rats // *Annals of Experimental Biology*. 2014. Vol. 2, no. 1. Pp. 11–16.
3. John C., Leffingwell, Alford E. D., Leffingwell D. Identification of the Volatile Constituents of Raw Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) by Dynamic Headspace Analyses // *Leffingwell Reports, Georgia*. 2015. Vol. 7, no. 1. Pp. 1–14.
4. Adnan M., Gul S., Batool S., Fatima B., Rehman Ali, Yaqoob S., Shabir H., Yousaf T., Mussarat S., Nawab A., Niaz Khan S., Rahman H., Abdul Aziz M. A review on the ethnobotany, phytochemistry, pharmacology and nutritional composition of *Cucurbita pepo* L. // *The Journal of Phytopharmacology*. 2017. Vol. 6, no. 2. Pp. 133–139.
5. Демешко О.В., Ковальов С.В., Мигаль А.В. Вивчення ліпофільних сполук альбіції ленкоранської // *Фармацевтичний часопис*. 2012. №3. С. 35–38. DOI: <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2012.3.2630>.
6. Карагулов Х.Г., Степанова Э.Ф., Евсеева С.Б. Исследование химического состава продуктов комплексной переработки тамбуканской грязи // *Фармация и фармакология*. 2013. №1. С. 56–58.
7. Курегян А.Г., Печинский С.В., Зилфикаров И.Н. Способы получения каротиноидов, лекарственных препаратов и биологически активных добавок к пище на их основе (обзор) // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2014. №1 (6). С. 54–63.
8. Bakan E., Akbulut Z. T., İnanç A. L. Carotenoids in Foods and their Effects on Human Health // *Academic Food Journal*. 2014. Vol. 12, no. 2. Pp. 61–68.
9. Omayma A. Eldahshan, Abdel Nasser B. Singab. Carotenoids // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2013. Vol. 2, no. 1. Pp. 225–233.
10. Andrew J.Y., Gordon L.L. Carotenoids – Antioxidant Properties // *Antioxidants*. 2018. Vol. 7. Pp. 1–4. DOI: [10.3390/antiox7020028](https://doi.org/10.3390/antiox7020028).
11. Nawirska-Olszańska A., Kita A., Biesiada A., Sokół-Łętowska A., Kucharska A.Z. Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars // *Food Chem*. 2013. Vol. 139, no. 1. Pp. 155–161. DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.02.009](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.009).
12. Hidalgo F.J., León M.M., Zamora R. Effect of Tocopherols in the Antioxidative Activity of Oxidized Lipid–Amine Reaction Products // *J Agr Food Chem*. 2007. Vol. 55. Pp. 4436–4442. DOI: [10.1021/jf070119s](https://doi.org/10.1021/jf070119s).
13. Doert M., Jaworska K., Moersel J.-T., Kroh L. Synergistic effect of lecithins for tocopherols: lecithin-based regeneration of  $\alpha$ -tocopherol // *Eur Food Res Technol*. 2012. Vol. 235. Pp. 915–928. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1815-7>.
14. Каанан Х.М., Криворучко Е.В., Халаф Г., Мургада М., Яссин А. Химический анализ жирных кислот, каротиноидов и хлорофиллов бурой водоросли *Padina pavonia* // *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. 2008. Т. 6, вип. 2. С. 71–75.
15. Mogensen K.M. Essential Fatty Acid Deficiency // *Practical Gastroenterology*. 2017. Vol. 164. Pp. 37–44.
16. Calder P.C. Functional roles of fatty acids and their effects on human health // *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2015. Vol. 39. Pp. 18–39. DOI: [10.1177/0148607115595980](https://doi.org/10.1177/0148607115595980).
17. Contarini G., Povolo M. Phospholipids in Milk Fat: Composition, Biological and Technological Significance, and Analytical Strategies // *International Journal of Molecular Sciences*. 2013. Vol. 14. Pp. 2808–2831. DOI: [10.3390/ijms14022808](https://doi.org/10.3390/ijms14022808).
18. Мартинсон Е.А., Кропачев Д.А., Злобин А.А., Жуков Н.А. Биохимия и биотехнология плодов дикорастущих растений // *Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы 4-го московского междунар. конгр. М., 2007*. С. 219.
19. Будаева В.В., Якимов Д.Й. Биологически активные комплексы из отходов растениеводства и диких растений // *Ползуновский вестник*. 2007. №3 С. 15–24.
20. Гладух С.В., Сайко І.В., Ляпунова О.А., Манський О.А. Промислове виробництво екстракційних лікарських форм. Методичні рекомендації до лабораторних занять. Харків, 2014. 71 с.
21. Simsek M., Sumnu G., Sahin S. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from sour cherry pomace // *Separ. Sci. Technol*. 2012. Vol. 47, no. 8. Pp. 1248–1254. DOI: [10.1080/01496395.2011.644616](https://doi.org/10.1080/01496395.2011.644616)
22. Гарна С.В., Ветров П.П., Георгіянц В.А. Взаємозв'язок основних технологічних параметрів рослинної сировини // *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2012. №1. С. 54–57.
23. Rodríguez-Rojo S., Visentin A., Maestri D., Cocero M. Assisted extraction of rosemary antioxidants with green solvents. // *J. Food. Eng*. 2012. Vol. 109, no. 1. Pp. 98–103. DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2011.09.029](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.09.029)
24. Дегтярьова К.О., Горлачева В.І. Експериментальні дослідження з вибору оптимального екстрагенту для виділення ліпофільних речовин з ЛРС // *Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика*. Київ, 2016. Вип. 26. С. 333–338.
25. Гарна С.В., Ветров П.П., Русинов О.І., Георгіянц В.А., Вершкова І.В. Оптимізація технології екстракції ліпофільних комплексів з лікарської рослинної сировини. Повідомлення II. Вплив вологості сировини на вихід ліпофільних речовин і вибір оптимальних параметрів її сушіння // *Запорожський медичний журнал*. 2010. №4. С. 71–73.
26. Государственная фармакопея Украины. 2-е изд. Харьков, 2015. Т. 1. 1128 с.

27. Дегтярева Е.А., Грудько В.О., Вишневская Л.И., Бисага Е.И. Определение биологически активных веществ в липофильных экстрактах тыквы методом тонкослойной хроматографии // Актуальные вопросы фармацевтической и медицинской науки и практики. 2015. №2. С. 45–48.

*Поступила в редакцию 15 января 2019 г.*

*После переработки 5 апреля 2019 г.*

*Принята к публикации 7 апреля 2019 г.*

**Для цитирования:** Дегтярева Е.А., Вишневская Л.И., Гарная С.В., Калько Е.А. Изучение влияния технологических факторов на выход липофильных веществ из растительного сырья тыквы // Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 299–305. DOI: 10.14258/jcprm.2019035098.

*Degtyareva E.A.\**, *Vyshnevskaya L.I.*, *Garnaya S.V.*, *Kalko K.O.* THE STUDY OF PHYSICO-TECHNOLOGICAL FACTORS' INFLUENCE ON THE OUTPUT OF LIPOPHILIC SUBSTANCES FROM MEDICINAL PLANT MATERIALS

*National University of Pharmacy, Kharkiv, 61000 (Ukraine), e-mail: kate.deg.88@gmail.com*

Currently, the lipophilic fractions of well-known medicinal plants are still understudied despite of contains of unique groups of BAS (chlorophylls, carotenoids, tocopherols, sterols, unsaturated fatty acids, phospholipids, etc.), what is the actual task of modern pharmaceutical science.

The aim of our work was to perform experimental studies for the choice of optimal conditions of the extraction of lipophilic compounds from the meal of pumpkin pulp.

Extraction of lipophilic substances from the meal of pumpkin pulp was carried out in laboratory conditions in the Soxhlet apparatus by the method of circulation extraction. The weight loss on drying, the content of extractive lipophilic substances and the amount of carotenoids (in terms of  $\beta$ -carotene) were determined by compendial procedures.

According to the results of the experimental work, the optimum humidity (not more than 7%) and drying temperature (+ 60 °C) of pumpkin pulp meal containing carotenoids were established. The obtained data are necessary for the development of technology of lipophilic pumpkin extract.

*Keywords:* medicinal plant materials, pumpkin, lipophilic substances, extraction.

---

\* Corresponding author.

## References

1. Manal K. Abdel-Rahman, *World Journal of Chemistry*, 2006, vol. 1, no. 1, pp. 33–40.
2. Malgwi I.S., Olorunshola K.V., Hamman W.O., Eze E.D., Onaadebo O. *Annals of Experimental Biology*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 11–16.
3. John C., Leffingwell, Alford E. D., Leffingwell D. *Leffingwell Reports. Georgia*, 2015, vol. 7, no. 1, pp. 1–14.
4. Adnan M., Gul S., Batool S., Fatima B., Rehman Ali, Yaqoob S., Shabir H., Yousaf T., Mussarat S., Nawab A., Niaz Khan S., Rahman H., Abdul Aziz M. *The Journal of Phytopharmacology*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 133–139.
5. Demeshko O.V., Koval'ov S.V., Myhal' A.V. *Farmatsevychnyy chasopy*, 2012, no. 3, pp. 35–38. DOI: <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2012.3.2630>. (in Ukrainian).
6. Karagulov KH.G., Stepanova E.F., Yevseyeva S.B. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2013, no. 1, pp. 56–58. (in Russ.).
7. Kuregyan A.G., Pechinskiy S.V., Zilfikarov I.N. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2014, no. 1(6), pp. 54–63. (in Russ.).
8. Bakan E., Akbulut Z. T., İnanç A.L. *Academic Food Journal*, 2014, vol. 12, no. 2, pp. 61–68.
9. Omayma A. Eldahshan, Abdel Nasser B. Singab. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 225–233.
10. Andrew J.Y., Gordon L.L. *Antioxidants*, 2018, vol. 7, pp. 1–4. DOI: 10.3390/antiox7020028.
11. Nawirska-Olszańska A., Kita A., Biesiada A., Sokół-Łętowska A., Kucharska A.Z. *Food Chem.*, 2013, vol. 139, no. 1, pp. 155–161. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.02.009.
12. Hidalgo F.J., León M.M., Zamora R. *J. Agr Food Chem.*, 2007, vol. 55, pp. 4436–4442. DOI: 10.1021/jf070119s.
13. Doert M., Jaworska K., Moersel J.-T., Kroh L. *Eur Food Res Technol.*, 2012, vol. 235, pp. 915–928. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1815-7>.
14. Kaanan KH.M., Kryvoruchko E.V., Khalaf H., Murtada M., Yassyn A. *Zhurnal orhanichnoyi ta farmatsevychnoyi khimiyi*, 2008, vol. 6, issue 2, pp. 71–75. (in Russ.).
15. Mogensen K.M. *Practical Gastroenterology*, 2017, vol. 164, pp. 37–44.
16. Calder P.C. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.*, 2015, vol. 39, pp. 18–39. DOI: 10.1177/0148607115595980.
17. Contarini G., Povolito M. *International Journal of Molecular Sciences*, 2013, vol. 14, pp. 2808–2831. DOI: 10.3390%2Fijms14022808.
18. Martinson Ye.A., Kropachev D.A., Zlobin A.A., Zhukov N.A. *Biotekhnologiya: sostoyaniye i perspektivy razvitiya : materialy 4-go moskovskogo mezhdunarodnogo kongressa*. [Biotechnology: state and development prospects: materials of the 4th Moscow International Congress]. Moscow, 2007, pp. 219. (in Russ.).
19. Budayeva V.V., Yakimov D.Y. *Polzunovskiy vestnik*, 2007, no. 3, pp. 15–24. (in Russ.).
20. Hladukh YE.V., Sayko I.V., Lyapunova O.A., Mans'kyi O.A. *Promyslove vyrobnytstvo ekstraktsiynnykh likars'kykh form. Metodychni rekomendatsiyi do laboratornykh zanyat*. [Industrial production of extraction dosage forms. Methodical recommendations for laboratory work]. Kharkiv, 2014, 71 p. (in Ukrainian).
21. Simsek M., Sumnu G., Sahin S. *Separ. Sci. Technol.*, 2012, vol. 47, no. 8, pp. 1248–1254. DOI: 10.1080/01496395.2011.644616.
22. Harna S.V., Vyetrov P.P., Heorhiyants V.A. *Aktual'ni pytannya farmatsevychnoyi i medychnoyi nauky ta praktyky*. [Topical issues in pharmaceutical and medical science and practice]. 2012, no. 1, pp. 54–57. (in Ukrainian).
23. Rodr'iguez-Rojo S., Visentin A., Maestri D., Cocero M. *J. Food. Eng.*, 2012, vol. 109, no. 1, pp. 98–103. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.029
24. Dehtyar'ova K.O., Horlacheva V.I. *Zbirnyk naukovykh prats' spivrobitykiv NMAPO im. P. L. Shupyka*. [Collection of scientific works of NMAPE employees P.L. Shupik]. Kiev, 2016, issue 26, pp. 333–338. (in Ukrainian).
25. Harna S.V., Vyetrov P.P., Rusynov O.I., Heorhiyants V.A., Vershkovva I.V. *Zaporozhskyy medytsynskyy zhurnal*, 2010, no. 4, pp. 71–73. (in Ukrainian).
26. *Gosudarstvennaya farmakopeya Ukrainy*. [The State Pharmacopoeia of Ukraine]. 2nd ed., Kharkiv, 2015, vol. 1, 1128 p. (in Russ.).
27. Degtyareva Ye.A., Grud'ko V.O., Vishnevskaya L.I., Bisaga Ye.I. *Aktual'nyye voprosy farmatsevticheskoy i meditsynskoy nauki i praktiki*, 2015, no. 2, pp. 45–48. (in Russ.).

Received January 15, 2019

Revised April 5, 2019

Accepted April 7, 2019

**For citing:** Degtyareva E.A., Vyshnevskaya L.I., Garnaya S.V., Kalko K.O. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 299–305. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019035098.

