

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИРНОГО МАСЛА АРГАНЫ

**З. Лабзиуи, С.Н. Суслина**, канд. фарм. наук,  
**В.В. Вандышев**, канд. фарм. наук, **А.С. Хомик, А.М. Алиев**  
Российский университет Дружбы народов, Москва

**E-mail:** planty6@yandex.ru

Разработаны технологии получения жирного масла арганы колючей экстракционными методами в лабораторных и промышленных условиях с выходом более 50%. Характеристики полученного масла изучены методом  $^1\text{H}$  ядерно-магнитного резонанса. Установлено, что жирное масло арганы содержит около 80% ненасыщенных и около 20% насыщенных жирных кислот в составе триацилглицеринов.

**Ключевые слова:** аргана колючая, жирное масло, экстракция, ядерно-магнитный резонанс (ЯМР).

Аргана колючая (железное дерево) – *Argania spinosa* L., дерево семейства сапотовые – *Sapotaceae* L., произрастает на юго-западе Марокко. Это растение – реликт третичной эпохи и единственный член семейства сапотовые [1]. Плоды арганового дерева мясистые, около 4 см в длину и 2,5 см в ширину, в каждом плоде – по 2–3 семени миндалевидной формы. Семена содержат большое количество жирного масла. Жирное масло семян арганы для пищевых целей получают методом холодного отжима. Косметическое аргановое масло изготавливают в основном в Европе путем экстракции органическими растворителями [1, 2].

Масло арганы на 99% состоит из триацилглицеридов жирных кислот, а оставшийся 1% приходится на каротиноиды, токоферолы (620 мг/кг), тритерпеновые спирты, стерины и ксантофиллы. Жирные кислоты представлены главным образом олеиновой (43–49%), линолевой (29–36%), пальмитиновой (11–15%) и стеариновой (4–7%) [3].

Традиционно аргановое масло используется в народной медицине Марокко как лечебное средство при сухости кожи, угревой сыпи, псориазе, экземе, морщинах, боли в суставах, для предотвращения выпадения волос и для лечения сухих волос [3]. При применении внутрь аргановое масло оказывает желчегонное и гепатопротекторное действие, может быть эффективным для предотвращения гиперхолестеринемии и атеросклероза [4].

Цель настоящего исследования – разработка методики получения жирного масла арганы и его анализ.

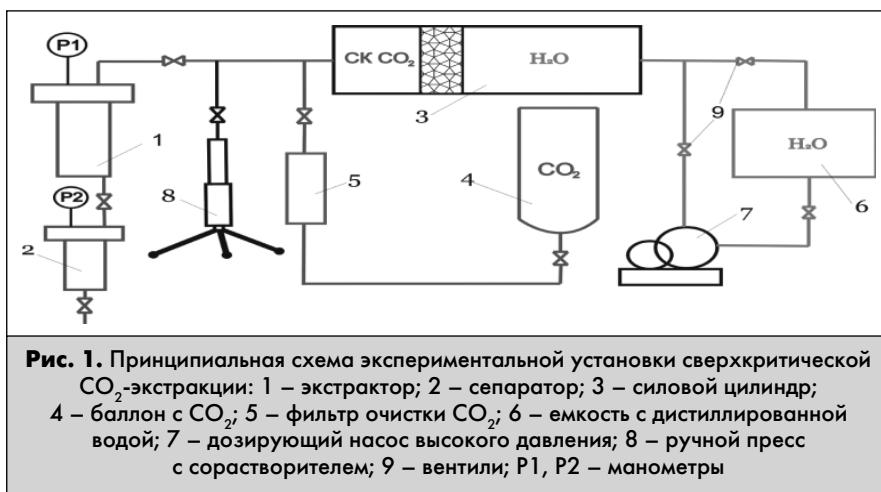
## Экспериментальная часть

Объектом исследования служили высушенные плоды арганового дерева урожая 2009 г., заготовленные в Марокко. Отделение семян от тканей плода проводилось вручную. Семена арганы измельчали на аналитической мельнице Ika A11 basic (номинальная частота вращения – 28000 об/мин, полезный объем – макс. 80 мл). Измельченные семена просеивались через сита, отвечающие требованиям ТУ 23.2.2068-89. Спектры  $^1\text{H}$  ЯМР снимали в дейтерированном хлороформе на спектрометре «JNM ECA 600» с рабочей частотой 600 МГц.

В лабораторных условиях была разработана методика выделения жирного масла семян арганы с помощью аппарата Сокслета. За основу разрабатываемой методики взяли метод определения масличности, описанный в ГОСТ 10857–64. В качестве экстрагента был выбран *n*-гексан благодаря его низкой токсичности [5], хорошей растворяющей способности липофильных фракций и низкой температуре кипения (68,7°C).

Аналитическую пробу семян арганы массой 80 г измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм. Около 70 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в патрон фильтровальной бумаги, прокладывая ватными дисками снизу и сверху. Патрон помещали в экстрактор аппарата Сокслета с рабочим объемом 200–300 мл. Аппарат соединяли с колбой-приемником и наливали экстрагент. После 1-го слива доливали экстрагент до уровня середины патрона и подсоединяли обратный холодильник. Экстрагировали на колбонагревателе до полного извлечения липофильной фракции, без настаивания. Полученную в приемнике смесь фильтровали через бумажный фильтр и полностью удаляли растворитель на ротационном испарителе в глубоком вакууме (200 mbar) при температуре бани 50°C. Выход жирного масла (X) рассчитывали по количеству выделенного масла по формуле:

$$X = \frac{m_1 \times 100}{m \times (100 - W)},$$



где  $m$  – масса навески сырья;  $m_1$  – масса масла,  $W$  – потеря в массе сырья при высушивании, %.

В качестве основных параметров экстракции были выбраны: время экстракции и степень измельченности сырья. Остальные параметры: масса навески – 70 г, объем растворителя – 250 – мл (при объеме прибора Сокслета 300 мл) – оставались без изменения. Примерная скорость прохождения одного цикла экстракции составляла 1 слив в 20 мин.

Установлено, что для максимального выхода жирного масла органы экстракцию необходимо проводить в течение 4–5 ч при размере частиц семян, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм. Более тонкое измельчение сырья не ведет к увеличению выхода масла.

Следующий этап исследования – разработка методики выделения жирного масла семян органы методом сверхкритической (СК) CO<sub>2</sub>-экстракции.

СК CO<sub>2</sub>-экстракцию проводили на лабораторной экспериментальной установке (рис. 1) при давлении 30 МПа и температуре 40 °С. Измельченное до размеров 0,5–1 мм сырье загружали в экстрактор (1), куда из силового цилиндра (3) подавали диоксид углерода в сверхкритическом состоянии, настаивали в течение 10 мин. Далее диоксид углерода с растворенным экстрактом выводился в сепаратор (2) при одновременной подаче в экстрактор чистой порции диоксида углерода в сверхкритическом состоянии. Длительность процесса – 4 ч. В сепараторе, при быстром и значительном понижении давления, диоксид углерода переходил из сверхкритического состояния в газообразное и улетучивался, а экстракт осаждался. Давление в системе создавалось насосом (7).

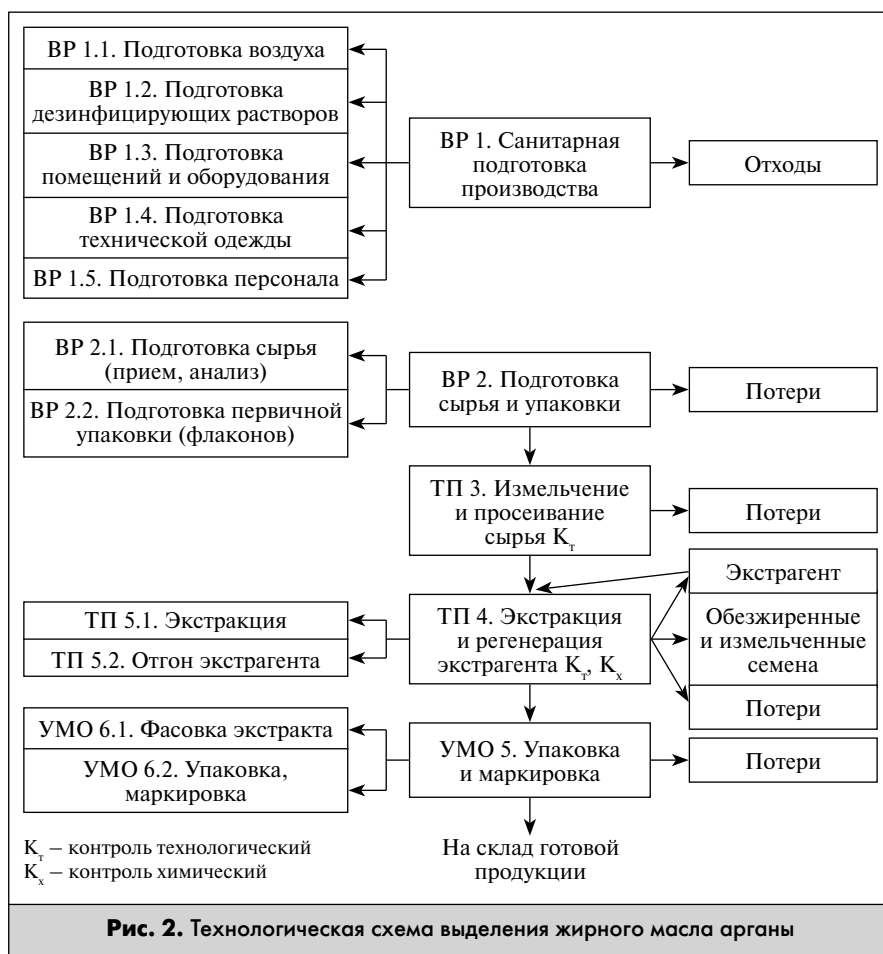
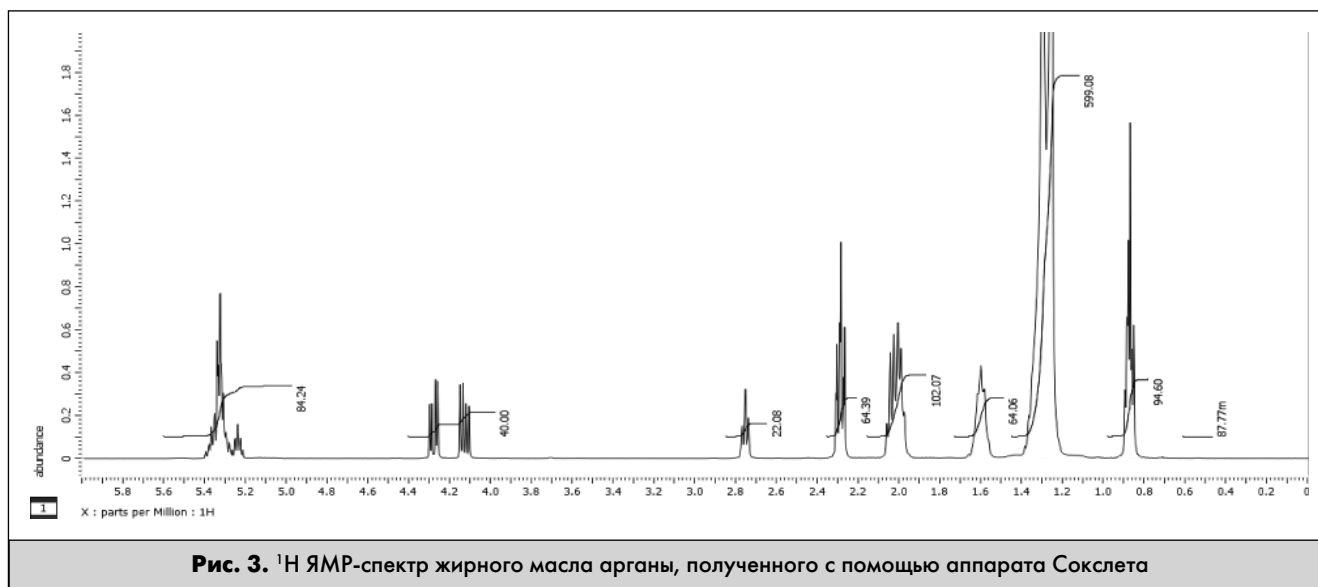


Таблица 1

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЖИРНОГО МАСЛА СЕМЯН АРГАНЫ РАЗРАБОТАННЫМИ МЕТОДАМИ**

Метод	Выход масла органы в пересчете на абсолютно сухое сырье, %*
Экстракция <i>n</i> -гексаном в аппарате Сокслета	53,2±1,4
СК CO <sub>2</sub> -экстракция	54,3±1,1

\*Средний результат – 5 измерений.



**Рис. 3.**  $^1\text{H}$  ЯМР-спектр жирного масла арганы, полученного с помощью аппарата Сокслета

Технологическая схема получения жирного масла семян арганы методом экстракции представлена на рис. 2. В ходе экспериментов по получению жирного масла арганы показано, что выход масла при использовании лабораторной и промышленной методики практически не отличается (табл. 1). Контроль качества выделенного масла проводили методом  $^1\text{H}$  ядерно-магнитного резонанса (ЯМР). Для сравнения использовали жирное масло марокканской арганы.

В полученных  $^1\text{H}$  ЯМР-спектрах масла (рис. 3) имелись сигналы, характерные для жирных кислот. По интегральным интенсивностям сигналов протонов с использованием данных отечественной литературы [6] рассчитаны числовые показатели качества масла (табл. 2). Отношение интегральных интенсивностей сигналов в областях 4,0–4,5 и 2,2–2,4 м.д. в образцах масел, выделенных по разработанным методикам, указывает на присутствие свободных жирных кислот. По показателю «эквивалент йодного числа» жирное масло арганы можно отнести к группе полувывсыхающих масел. В составе триацилглицеринов около

80% ненасыщенных жирных кислот и около 20% насыщенных.

### Выводы

1. Разработаны методики выделения липофильной фракции семян арганы: в лабораторных условиях с помощью экстракции органическим растворителем (н-гексаном) и в промышленных условиях методом СК  $\text{CO}_2$ -экстракции. Выход масла составил около 53%.

2. Масло арганы, полученное по разработанным методикам, содержит около 80% ненасыщенных жирных кислот и около 20% насыщенных жирных кислот в составе триацилглицеринов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Morton J.F., Voss G.L. The argan tree (*Argania sideroxylon*, Sapotaceae), a desert source of edible oil // *Econ Bot.* – 1987; 41: 221–233.
2. Charrouf Z., Guillaume D. Argan oil, functional food, and the sustainable development of the argan forest // *Nat Prod Commun.* – 2008; 3: 283–288.
3. Charrouf Z., Guillaume D. Argan oil and other argan products; use in dermocosmetology // *Eur J Lipid Sci Technol.* – 2011; 113: 403–408.

**Таблица 2**

### ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЖИРНЫХ МАСЕЛ СЕМЯН АРГАНЫ, ВЫЧИСЛЕННЫЕ ПО $^1\text{H}$ ЯМР-СПЕКТРУ

Образец масла арганы	Показатели			
	эквивалент йодного числа	содержание ненасыщенных кислот в триацилглицеринах, %	содержание насыщенных кислот в триацилглицеринах, %	отношение интегральной интенсивности сигналов в областях 4,0–4,5 и 2,2–2,4 м.д.
Производство фирмы «Afus»	104,70	79,20	20,80	4:6
Выделенное с помощью аппарата Сокслета	107,60	79,26	20,74	4:6,4
Выделенное методом СК $\text{CO}_2$ -экстракции	108,11	79,32	20,68	4:6,3

4. Berrougui H., Eftaib A., Herrera Gonzalez M.D., et al. Hypolipidemic and hypocholesterolemic effect of argan oil (*Argania spinosa* L.) in *Meriones shawirats* // J. Ethnopharmacol. – 2003; 89: 15–18.
5. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 447 с.
6. Стихин В.А., Шейченко, В.В., Вандышев и др. Анализ жирных масел растительного происхождения методом ЯМР // Тезисы докл. 3-й Междун. конф. «Эколог. патология и ее фармакокоррекция». – Чита, 1991; 4.2. – С. 71.

## SUMMARY

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PREPARATION OF ARGAN FATTY OIL**  
**Z. Labziui; S.N. Suslina, PhD; V.V. Vandyshv, PhD; A.S. Khomik; A.M. Aliyev**  
**Peoples' Friendship University of Russia, Moscow**

Technologies were developed to prepare *Argania spinosa* fatty oil by extraction methods in laboratory and industrial settings with its yield of more than 50%. The characteristics of the obtained oil were examined using a <sup>1</sup>H nuclear magnetic resonance technique. The Argan fatty oil was ascertained to contain about 80% of saturated and about 20% of saturated fatty acids in triacylglycerols.

**Key words:** *Argania spinosa*, fatty oil, extraction, nuclear magnetic resonance.

© Коллектив авторов, 2013  
 УДК 615.453.43.014.42

# ВЛАЖНОСТЬ ОБОЛОЧКИ И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯГКИХ ЖЕЛАТИНОВЫХ КАПСУЛ С ГИДРОФИЛЬНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

**Н.А. Иванова<sup>1</sup>, А.А. Селянинов<sup>2</sup>**, докт. техн. наук, профессор,  
**Е.В. Вихарева<sup>1</sup>**, докт. фарм. наук, профессор, **А.А. Баранова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Пермская государственная фармацевтическая академия

<sup>2</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**E-mail:** ivanovanata920@gmail.com

Статья посвящена определению механических характеристик желатиновой оболочки при разных условиях сушки с целью дальнейшей оценки стабильности капсул с гидрофильными наполнителями. Мягкая желатиновая оболочка при деформации проявляет свойства упруго-пластического тела с упругой областью до 10% и с удлинением до разрушения 150–190%. Уменьшение остаточной влажности оболочки повышает ее жесткость и увеличивает предел прочности.

**Ключевые слова:** мягкие желатиновые капсулы, гидрофильный наполнитель, механические свойства желатиновых оболочек.

Для получения оболочки мягких желатиновых капсул используется раствор желатина, который представляет собой гелеобразную вязкую жидкость [4]. Потребительские и технологические свойства гелей характеризуются прилипаемостью, намазываемостью, а также механическими показателями вязкой жидкости — механической и динамической вязкостью, предельным напряжением сдвига, наличием и формой петли гистерезиса в координатах «напряжение сдвига — скорость сдвига» [1,3]. В процессе формования мягких желатиновых капсул с гидрофильными наполнителями (водными растворами полиэтиленгликоля-400, холина альфосцерата и др.) в результате температурного воз-

действия образуется мягкая желатиновая оболочка с влажностью 35,0–41,5%, которая представляет собой вязко-упругое тело. В ранее проведенных исследованиях отмечено значительное повышение влажности наполнителя в активном периоде сушки за счет изначально более влажной оболочки. В конце сушки оболочка на первый взгляд становится жесткой и хрупкой, практически упругой, с остаточной влажностью 7–10%.

В процессе активной сушки и шлифовки во вращающемся барабане, а также при хранении нерасфасованные капсулы испытывают механические воздействия, которые могут приводить к потере формы, разрыву оболочки и вытеканию содержимого. В связи с этим интересно изучить реологию желатиновой оболочки, в первую очередь, жесткостные характеристики — модуль упругости и коэффициент Пуассона в начальной стадии нагружения.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния влажности оболочки на механические характеристики мягких желатиновых капсул с гидрофильными наполнителями.

## Экспериментальная часть

Исходная влажность образцов оболочек капсул составляла 34–36%, в конце процесса сушки — 7–