

УДК 543.544.123:577.13

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ И ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛА СЕМЯН *MOMORDICA COCHINCHINENSIS* И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ РАСТЕНИЙ ДАННОГО РОДА

© Ань Ван Нгуен<sup>1</sup>, В.И. Дейнека<sup>1\*</sup>, Лонг Куок Фам<sup>2</sup>, Фьонг Лан Доан<sup>3</sup>, Л.А. Дейнека<sup>1</sup>, Ань Тхи Нгок Ву<sup>4</sup>, Тхуи Тхи Тху Динь<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, 85, Белгород, 308015 (Россия)

<sup>2</sup>Институт химии природных продуктов, Вьетнамская академия наук и технологий, ул. Хоанг Куок Вьет, 18, Ханой, 122300 (Вьетнам)

<sup>3</sup>Университет науки и техники, Вьетнамская академия наук и технологий, ул. Хоанг Куок Вьет, 18, Ханой, 122300 (Вьетнам)

<sup>4</sup>Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198 (Россия), e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии исследованы масла семян момордики кохинхинской, собранные в 15 регионах Вьетнама. В работе использовано два детектора – диодно-матричный, позволяющий записывать электронные спектры поглощения индивидуальных триацилглицеринов и масс-спектрометрический с ионизацией в смешанном режиме: химической ионизации при атмосферном давлении и ионизации электрораспылением. Установлено, что триацилглицерины (ТАГ) всех масел содержат радикалы одной доминирующей кислоты –  $\alpha$ -элеостеариновой, доля в которой среди радикалов жирных кислот составляет 58.1–72.4 моль %, поэтому семена растения являются ценным сырьем для получения фармакологически важного масла. Установлено также, что масла семян трех видов момордики (*Momordica charantia*, *M. cochinchinensis* и *M. subangulata*) относятся к одному типу, тогда как масло семян еще одного вида момордики (*M. balsamina*) отличается одновременным биосинтезом и  $\alpha$ -элеостеариновой и пуниковой кислот. По площадям пиков на хроматограмме рассчитаны доли ТАГ различного строения в масле и его жирнокислотный состав. Для оценки особенностей биосинтеза видов ТАГ предложен параметр специфичности, сопоставляющий экспериментальную и теоретически возможную при равной вероятности занятия радикалами положений в молекуле ТАГ. Установлено, что основной ТАГ масла, ди- $\alpha$ -элеостеарат-стеарат, синтезируется с высокой специфичностью.

**Ключевые слова:** масло семян, момордика, видовой состав триацилглицеринов, ВЭЖХ,  $\alpha$ -элеостеариновая кислота.

### Введение

Момордику кохинхинскую (МК, *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng.) относят к числу экономически важных пищевых растений в ряде регионов Юго-Восточной Азии [1]. Плоды момордики являются уникальными источниками  $\beta$ -каротина и ликопина [2], сконцентрированных, главным образом, в рубиново-красном околосемяннике [3]. Масло семян одного из видов этого растения, момордики харантия (МХ, *M. charantia* L.), отличается высоким содержанием триацилглицеринов, образованных с участием  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты, представляющей интерес в фармакологии [4].

Нгуен Ван Ань – аспирант кафедры общей химии, e-mail: vananhkhoanhoasp2@gmail.com

Дейнека Виктор Иванович – профессор кафедры общей химии, доктор химических наук, e-mail: mdeineka@bsu.edu.ru

Лонг Куок Фам – директор института химии природных соединений, профессор, e-mail: mar.biochem@ftp.vn

Фьонг Лан Доан – доцент, кандидат химических наук, e-mail: doanlanphuong75@gmail.com

Продолжение на С. 54.

В Индии масличность семян МХ достигает 47%, а доля радикалов  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты в нем достигает 60% [5]. В масле семян МК в работах [6, 7] триеновая кислота вообще не была обнаружена, хотя наше предварительное исследование [8] показало, что в исследованных семенах доля  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты все-таки высока.

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Цель настоящего исследования – определение состава триацилглицеринов (ТАГ) масла семян МК на большой выборке образцов семян из различных регионов Вьетнама методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим и диодно-матричным детектированием.

### Экспериментальная часть

Семена МК были собраны из 15 различных регионов Вьетнама в 2016 и 2017 гг. из плодов 3 подвидов, различающихся размером и формой. Плоды условно классифицировали как подвид с «крупными» овальными плодами с большим диаметром 25–30 см (обозначение Б); подвид с «мелкими» почти сферическими плодами с диаметром до 20 см (М) и подвид со «средними» по размеру плодами – также овальной формы с заостренным носиком (С).

Использовали обращенно-фазовую ВЭЖХ на хроматографе Agilent 1200 Infinity: с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детекторами, записывая хроматограммы при 270 нм в подвижной фазе 45 об. % пропанола-2 в ацетонитриле, 1 мл/мин, использовали колонку 250 × 4.6 мм Kromasil 100-5C18 (для ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием, использовано в России), 4.0 × 250 мм Hypersil ODS, 5 мкм (использовано во Вьетнаме), 150 × 2.1 мм Диасфер 110-С18 (для масс-спектрометрического детектирования).

Масс-спектрометрическое детектирование осуществляли в смешанном режиме: химической ионизации при атмосферном давлении и ионизации электрораспылением [9] в стандартных для режимов условиях при напряжении фрагментатора 150 В; сигналы регистрировали для положительно заряженных ионов [10].

Все эксперименты проводили в изократическом режиме, хроматограммы записывали, хранили и обрабатывали, используя специализированные программные продукты ChemStation

Навеску (1 г) семян растения растирали в фарфоровой ступке под слоем *n*-гексана, добавляемого порциями по 10 мл, собирая порции в мерную колбу вместимостью 25 мл. Полноту экстракции контролировали по оптической плотности растворов при 270 нм. Растворитель из экстракта отгоняли на вакуумном ротационном испарителе, определяя массу полученного масла для расчета масличности. Масло для ВЭЖХ и хранения очищали методом твердофазной экстракции по методике, изложенной в [8].

ТАГ обозначали по общепринятой схеме, указывая буквами радикалы кислот без дифференциации их положения в молекуле. Буквенные обозначения радикалов кислот:  $\alpha$ Э и  $\beta$ Э – радикалы C18:3<sup>21E13E</sup> ((9Z,11E,13E)-октадека-9,11,13-триеновой) и C18:3<sup>9E11E13E</sup>, соответственно, Л – линолевой (C18:2<sup>29Z12Z</sup>), О – олеиновой (C18:2<sup>9Z</sup>), П – пальмитиновой (C16:0) и стеариновой (C18:0). Формула, например, Л<sub>2</sub>О обозначает ТАГ с двумя радикалами линолевой кислоты и с одним радикалом олеиновой кислоты.

### Обсуждение результатов

*Определение видового состава ТАГ.* В результате выполненных исследований было установлено, что по видовому составу ТАГ (табл. 1) масло семян всех исследованных образцов МК вне зависимости от места (условий) произрастания относится к тому же типу, что и масло семян МХ (рис. 1), хотя вариация соотношения индивидуальных компонентов весьма заметна (рис. 2 и табл. 2). Следовательно, семена МК растения являются потенциальной сырьевой базой для производства уникального масла. Отметим, что все *n*-гексановые экстракты исследованных масел имели характеристический для всех известных к настоящему времени сопряженных триеновых кислот (и, соответственно, их радикалов) электронно-колебательный спектр поглощения [11–16] (рис. 3).

Видовой состав масла (без дифференциации положения радикалов в молекуле ТАГ), предложенный в таблице 1, рассчитанный по инкрементному подходу [17], подтвержден параметрами электронных спектров поглощения и масс-спектров.

Для еще одного вида момордики – *M. subangulata* видовой состав масла семян также относится к рассмотренному выше типу масла, но с очень большим преобладанием одного компонента  $\alpha$ Э<sub>2</sub>С (рис. 2В). А вот масло *M. balsamina* принципиально отличается от рассмотренных выше благодаря биосинтезу не только  $\alpha$ -

Дейнека Людмила Александровна – доцент кафедры общей химии, кандидат химических наук,  
e-mail: deyneka@bsu.edu.ru

Ань Тху Нгок Ву – аспирант кафедры общей химии,  
e-mail: yunanh0000@gmail.com

Тхуи Тху Динь – кандидат химических наук,  
e-mail: thuydt03@yahoo.com

элеостеариновой, но и пуниковой кислот, превращая хроматограмму в заметно более многокомпонентную (рис. 1Г). Впрочем, родство этого вида момордики с предыдущими видами проявляется в том, что на рисунке 2(А-В) основным пикам сопутствуют в

небольшом количестве пики, которые идентифицируются как пики ТАГ, содержащих радикалы пуниковой (с меньшими временами удерживания) и  $\beta$ -элеостеариновой кислот (с большими временами удерживания) [18]. Соответствующие вещества заметно отличаются от  $\alpha$ -элеостеариновой не только по удерживанию, но и по параметрам электронных спектров поглощения (рис. 3), – с bathochromным сдвигом при переходе от  $\alpha$ -элеостеариновой кислоты к пуниковой и с гипсохромным – для перехода к  $\beta$ -элеостеариновой кислоте [19].

Таблица 1. Параметры удерживания триглицеридов масла *M. cochinchinensis* кохинхинской и их отнесение по инкрементному подходу

№ пиков	Вид ТАГ	$t_R$ , мин	$\lg k$	M/z [M+H] <sup>+</sup>	$\Delta(X \rightarrow Y) = \lg k(ABY) - \lg k(ABX)$			
					Э→Л	Л→О	О→П	П→С
1	$\alpha\text{Э}_3$	10.20	0.489	873.7				
2	$\alpha\text{Э}_2\text{Л}$	11.96	0.578	875.7	0.089			
3	$\alpha\text{Э}\text{Л}_2$	14.14	0.668	877.6	0.090			
4	$\alpha\text{Э}_2\text{О}$	15.17	0.705	877.6		0.127		
5	$\alpha\text{Э}_2\text{П}$	16.16	0.738	851.7			0.033	
6	$\alpha\text{Э}\text{Л}\text{О}$	18.12	0.796	879.7	0.091	0.128		
7	$\alpha\text{Э}\text{Л}\text{П}$	19.38	0.829	853.7			0.034	
8	$\alpha\text{Э}_3\text{С}$	20.46	0.856	879.8				0.119
9	$\alpha\text{Э}\text{О}_2$	23.50	0.924	881.6		0.128		
10	$\alpha\text{Э}\text{Л}\text{С}$	24.59	0.946	881.7	0.090			0.117
Среднее					0.090	0.128	0.033	0.118

Рис. 1. Хроматограммы масел семян момордики: А – *M. cochinchinensis*; Б – *M. charantia*; В – *M. subangulata*, Г – *M. balsamina*. Условия: колонка 250 × 4.6 мм Kromasil 100 5С18, подвижная фаза: 45 об. % изопропанола и 55 об. % ацетонитрила, 0.8 мл/мин; температура термостата колонок 30 °С; детектирование при  $\lambda = 278$  нм

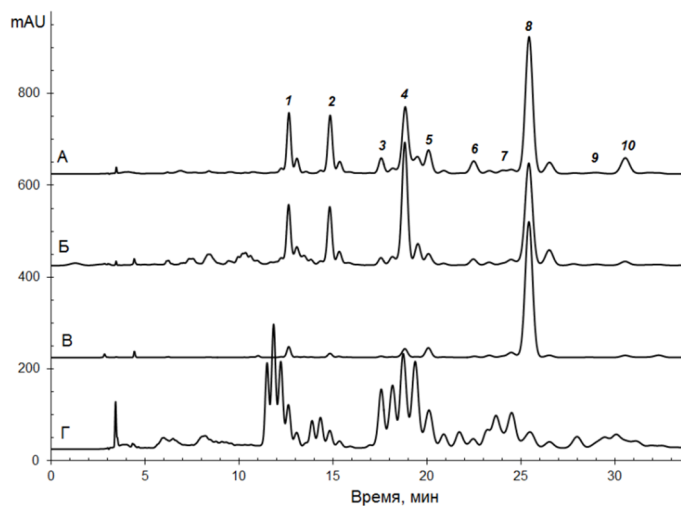


Рис. 2. Разделение ТАГ масла семян некоторых образцов *M. cochinchinensis*: А – образец № 8 (нумерация в табл. 2), Б – образец № 9, В – образец № 11. Условия: колонка 250 × 4.6 мм Kromasil 100 5С18, подвижная фаза: 45 об. % изопропанола и 55 об. % ацетонитрила, 1.0 мл/мин, температура термостата колонок 30 °С; детектирование при  $\lambda = 270$  нм

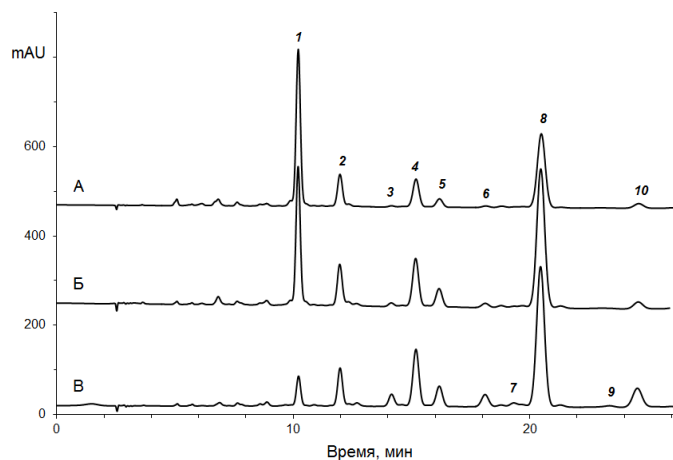


Таблица 2. Состав основных ТАГ масел момордики кохинхинской, выращенной в различных регионах Вьетнама

№	Подвид	Регион выращивания	Мольная доля (%) ТАГ (n=5; ± 0.9%)						
			$\alpha\text{Э}_3$	$\alpha\text{Э}_2\text{Л}$	$\alpha\text{ЭЛ}_2$	$\alpha\text{Э}_2\text{О}$	$\alpha\text{ЭЛО}$	$\alpha\text{Э}_2\text{С}$	$\alpha\text{ЭЛС}$
1	Б <sup>1</sup>	Тхайбинь	9.3	9.5	5.3	11.5	5.4	41.2	12.2
2	Б <sup>1</sup>	ВиньФук	9.0	13.2	9.3	17.5	9.1	22.7	10.3
3	М <sup>1</sup>	Анзянг	13.7	10.7	3.3	13.5	3.9	35.7	11.1
4	Б <sup>1</sup>	Ханой	12.9	12.9	4.2	14.2	4.0	36.2	9.0
5	М <sup>1</sup>	Даклак	9.1	9.2	4.4	13.7	5.1	37.4	14.7
6	М <sup>1</sup>	дакнонг	22.2	13.5	3.9	14.1	4.1	24.3	8.6
7	Б <sup>1</sup>	Йенбай	29.2	12.0	2.5	18.7	3.4	21.8	5.1
8	С <sup>1</sup>	Куангнгай	39.4	10.6	1.0	7.2	1.3	23.0	4.1
9	М <sup>1</sup>	Куангбинь	17.0	8.7	1.7	12.3	2.5	45.5	5.3
10	Б <sup>1</sup>	Бави	5.8	8.6	4.9	10.3	5.0	44.4	9.8
11	Б <sup>1</sup>	Тхайнгуен	3.3	7.3	5.3	13.3	6.5	42.2	13.5
12	М <sup>1</sup>	Хайфон	5.3	7.0	4.4	12.2	4.7	49.1	10.8
13	С <sup>1</sup>	Намдинь	11.7	9.0	2.5	12.4	3.3	47.5	7.8
14	Б <sup>1</sup>	Хазаянг	7.3	7.9	4.6	13.1	5.0	43.8	10.5
15	Б <sup>1</sup>	Лаокай	3.4	6.9	6.1	11.1	5.0	48.4	12.5
16	М <sup>2</sup>	Куангбинь	16.2	8.3	1.9	12.7	3.1	45.3	5.4
17	Б <sup>2</sup>	Бави	6.8	8.5	3.6	10.7	3.3	49.5	12.4
18	Б <sup>2</sup>	Тхайнгуен	3.4	7.1	5.1	12.9	6.9	42.5	13.1
19	М <sup>2</sup>	Хайфон	6.0	9.1	5.2	12.8	4.0	45.7	10.1
20	С <sup>2</sup>	Намдинь	9.8	8.5	2.9	12.2	2.5	51.7	6.6
21	Б <sup>2</sup>	Хазаянг	8.2	7.1	3.1	12.2	3.6	48.0	10.0
22	Б <sup>2</sup>	Лаокай	3.4	6.9	6.1	11.0	5.0	48.4	12.5

Анализы выполнены: <sup>1</sup> – в России, <sup>2</sup> – во Вьетнаме.

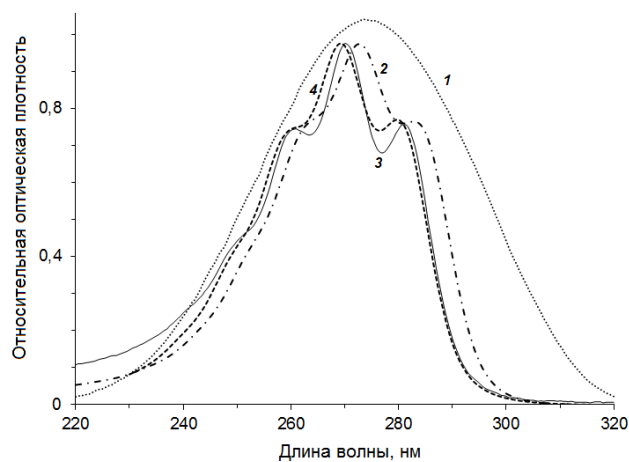


Рис. 3. Электронные спектры поглощения: 1 – раствора ацетона в ацетонитриле, 2 – экстракта масла семян момордики кохинхинской в *n*-гексане, 3 – ТАГ, с радикалами  $\alpha$ -элеостеариновой и пуниковой кислот, 4 – ТАГ, с радикалами  $\alpha$ -элеостеариновой и  $\beta$ -элеостеариновой кислот

*Жирнокислотный состав и распределение радикалов по видам ТАГ.* Спектрофотометрическое детектирование удобно для количественных расчетов состава масла, поскольку для этого можно воспользоваться площадями пиков на хроматограмме с учетом числа радикалов сопряженной октадекатриеновой кислоты в конкретном виде ТАГ как при расчете видового состава ТАГ (табл. 2), так и при определении жирнокислотного состава (табл. 3).

Отметим также, что интерес представляет и сопоставление экспериментального и расчетного ТАГ состава в предположении равной вероятности занятия всеми радикалами мест в ТАГ. Расхождения в таких показателях могут быть следствием особенностей биосинтеза различных видов ТАГ в растении, соотношение между количеством видов ТАГ является с трудом поддающимся фальсификации показателем [20], важным при оценке качества.

Для оценки особенности биосинтеза видов ТАГ мы предлагаем:

а) по расчетному жирнокислотному составу рассчитать видовой состав ТАГ из предположения равной вероятности занятия радикалами всех позиций в ТАГ. Это позволит определить теоретически возможную долю

конкретного вида ТАГ в исследуемой смеси,  $\alpha(i)_{теор.}$ ; затем рассчитать характеристику специфичности, найдя отношение между полученными результатами и экспериментальными значениями для  $i$ -го ТАГ,  $\alpha(i)_{экс.}$ :

$$\chi(i) = \frac{\alpha(i)_{экс.}}{\alpha(i)_{теор.}}$$

Если параметр окажется меньше единицы, то такой ТАГ синтезируется реально в относительно меньшем количестве, если  $\chi(i)$  окажется больше единицы, то биосинтез такого вида ТАГ является предпочтительным.

Предложенный подход был применен к трем маслам с заметно различающимся составом ТАГ, хроматограммы которых приведены на рисунке 2. Полученные результаты (табл. 4) свидетельствуют о том, что к специфическим ТАГ масла семян МК относится ди( $\alpha$ -элеостеарат)-стеарат,  $\alpha$ -Э<sub>2</sub>С, но не ди( $\alpha$ -элеостеарат)-пальмитат,  $\alpha$ -Э<sub>2</sub>П. Если учесть, что вероятность синтеза  $\alpha$ -Э<sub>3</sub> оказывается самой низкой, то можно сделать вывод о том, что одно из положений в молекуле ТАГ относительно менее эффективно ацилируется  $\alpha$ -элеостеариновой и пальмитиновой кислотами, но легко – стеариновой. Сложная специфичность биосинтеза ТАГ в этом случае подтверждается и тем, что еще один предпочтительный вид ТАГ в масле –  $\alpha$ -элеостеарат-линолеат-пальмитат,  $\alpha$ -ЭЛП, хотя доля  $\alpha$ -Э<sub>2</sub>Л оказывается меньше предполагаемой при статистическом распределении радикалов кислот. Впрочем, не исключено, что найденные особенности связаны с не контролируемой в исследовании степенью созревания плодов момордики.

Таблица 3. Жирнокислотный состав масла момордики кохинхинской

№	Место	Масличность (%) n=3; ± 1.2 %	Жирнокислотный состав %; (n=5; ±0.4%)				
			$\alpha$ Э	Л	О	П	С
1 <sup>1</sup>	Тхайбинь	50.8	61.4	13.2	5.7	1.8	17.8
2 <sup>1</sup>	ВиньФук	52.2	58.9	17.8	9.9	2.5	11.0
3 <sup>1</sup>	Анзянг	48.8	64.5	11.3	5.9	2.67	15.6
4 <sup>1</sup>	Ханой	51.2	64.6	12.0	6.2	2.2	15.1
5 <sup>1</sup>	Даклак	52.1	60.6	13.2	6.9	1.8	17.4
6 <sup>1</sup>	дакнонг	48.4	67.9	11.9	6.2	3.0	11.0
7 <sup>1</sup>	Йенбай	49.5	72.4	8.8	7.4	2.4	9.0
8 <sup>1</sup>	Куангнгай	51.7	72.0	6.1	3.1	1.7	9.0
9 <sup>1</sup>	Куангбинь	52.7	68.5	7.0	5.6	2.0	16.9
10 <sup>1</sup>	Бави	50.9	61.4	13.2	5.7	1.8	17.8
11 <sup>1</sup>	Тхайнгуен	49.6	58.1	13.4	7.5	2.5	18.5
12 <sup>1</sup>	Хайфон	48.8	61.2	11.0	5.8	2.1	20.0
13 <sup>1</sup>	Намдинь	53.0	65.5	8.9	5.3	1.9	18.4
14 <sup>1</sup>	Хазаянг	52.8	61.6	11.4	6.8	2.2	18.1
15 <sup>1</sup>	Лаокай	51.1	59.1	12.6	6.2	1.9	20.3
Среднее		50.9	63.7	11.4	6.7	2.3	15.7
16 <sup>2</sup>	Куангбинь	н/о	68.0	7.2	5.9	2.1	16.9
17 <sup>2</sup>	Бави	н/о	63.5	11.0	5.4	2.3	20.7
18 <sup>2</sup>	Тхайнгуен	н/о	58.1	13.2	7.9	2.4	18.5
19 <sup>2</sup>	Хайфон	н/о	61.5	11.8	5.8	2.3	18.6
20 <sup>2</sup>	Намдинь	н/о	65.6	8.1	5.0	1.9	19.4
21 <sup>2</sup>	Хазаянг	н/о	63.0	9.5	8.0	2.2	19.3
22 <sup>2</sup>	Лаокай	н/о	59.1	12.6	6.2	1.9	20.3
Среднее			63.3	10.3	6.3	2.2	18.3

Анализы выполнены: <sup>1</sup> – в России, <sup>2</sup> – во Вьетнаме; н/о – не определяли.

Таблица 4. Значение  $tg\alpha$  молярный доля ТАГ между экспериментами и теоретическими ( $tg\alpha = \frac{\%ТАГ_{(экс.п.)}}{\%ТАГ_{(теор.)}}$ )

№	ТАГ									
	$\alpha$ Э <sub>3</sub>	$\alpha$ Э <sub>2</sub> Л	$\alpha$ ЭЛ <sub>2</sub>	$\alpha$ Э <sub>2</sub> О	$\alpha$ Э <sub>2</sub> П	$\alpha$ ЭЛО	$\alpha$ ЭЛП	$\alpha$ Э <sub>2</sub> С	$\alpha$ ЭО <sub>2</sub>	$\alpha$ ЭЛС
1*	0.53	0.88	1.72	1.57	0.88	1.57	1.81	1.91	1.47	1.08
3*	0.17	0.53	1.69	1.75	1.02	1.88	1.99	2.24	1.33	1.56
8*	0.74	0.93	1.10	1.53	0.74	1.02	2.15	1.62	1.26	1.35
Среднее	0.48	0.78	1.50	1.62	0.88	1.49	1.98	1.92	1.35	1.33

\* – номер из таблицы 2.

### Выводы

В работе показано, что масло семян *M. cochinchinensis* принадлежит к тому же типу масел, что и масло семян *M. charantia* и *M. subangulata* вне зависимости от условий произрастания, поэтому семена данного растения являются обширной сырьевой базой для производства уникального масла. При этом основная кислота, участвующая в образовании, –  $\alpha$ -элеостеариновая. Предложен способ оценки избирательности биосинтеза видов ТАГ, так, основной ТАГ, образованный двумя радикалами  $\alpha$ -элеостеариновая и одним – стеариновой, синтезируется в масле с высокой специфичностью.

### Список литературы

1. Lim T.K. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 2. Fruits. New Delhi, 2012. Pp. 369–380. DOI: 10.1007/978-94-007-1764-0.
2. Vuong L.T., King J.C. A method of preserving and testing the acceptability of gac fruit oil, a good source of beta-carotene and essential fatty acids // Food Nutr. Bull. 2003. Vol. 24. Issue 2. Pp. 224–230. DOI: 10.1177/156482650302400209.
3. Jang M., Kim G.-H. Antioxidant activity and hplc analysis of lycopene,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol from geuk (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruit // J. Internat. Sci. Publications: Agric. Food. 2014. Vol. 2. Pp. 430–438.
4. Zheng L., Zhang Y.-M., Zhan Y.-Z., Liu C.-X. *Momordica cochinchinensis* Seed Extracts Suppress Migration and Invasion of Human Breast Cancer ZR-75-30 Cells Via Down-regulating MMP-2 and MMP-9 // Asian Pac. J. Cancer Prev. 2014. Vol. 15. Issue 3. Pp. 1105–1110. DOI: 10.7314/APJCP.2014.15.3.1105.
5. Hopkins C.Y., Chisholm M.J., Orgodnik J.A. Identity and Configuration of Conjugated Fatty Acids in Certain Seed Oils // Lipids. 1969. Vol. 4. Issue 2. Pp. 89–92. DOI: 10.1007/BF02531923.
6. Ishida B.K., Turner C., Chapman M.H., McKeon T.A. Fatty Acid and Carotenoid Composition of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) Fruit // J. Agric. Food Chem. 2004. Vol. 52. Issue 2. Pp. 274–279. DOI: 10.1021/jf030616i.
7. Shang H., Yuan C., Wang Y., Gao Q., Wang W., Niu Z., Wang Y. Studies on fatty acid composition in the oil of *Momordica cochinchinensis* // Chin. Trad. Herbal Drugs. 2000. Vol. 31. Issue 10. Pp. 727–728.
8. Дейнека В.И., Ван Ань Нгуен, Дейнека Л.А. Особенности пробоподготовки при анализе масла с радикалами жирных кислот, содержащих сопряженные двойные связи: масло момордики кохинхинской // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 2. С. 18–23.
9. Byrdwell W.C., Neff W.E. Dual parallel electrospray ionization and atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry (MS), MS/MS and MS/MS/MS for the analysis of triacylglycerols and triacylglycerol oxidation products // Rapid Commun. Mass Spectrom. 2002. Vol. 16. Issue 4. Pp. 300–319. DOI: 10.1002/rcm.581.
10. An Nguen Van, Popova A.A., Deineka V.I., Deineka L.A. Determination of Triacylglycerols of Manketti Oil by Reversed-Phase HPLC // Journal of Analytical Chemistry. 2017. Vol. 72. Issue 9. Pp. 1007–1012.
11. Hoffmann J.S., O'Connor R.T., Heinzelman D.C., Bickford W.G. A simplified method for the preparation of  $\alpha$ - and  $\beta$ -eleostearic acids and a revised spectrophotometric procedure for their determination // J. Am. Oil Chem. Soc. 1957. Vol. 34. Issue 7. Pp. 338–342. DOI: 10.1007/BF02638280.
12. Hopkins C.Y., Chisholm M.J. Identification of conjugated triene fatty acids in certain seed oils // Canad. J. Chem. 1962. Vol. 40. N11. Pp. 2078–2092. DOI: 10.1139/v62-319.
13. Tsevegsuren N., Christie W.W., Lösel D. *Tanacetum (Chrysanthemum) corymbosum* Seed Oil – A Rich Source of a Novel Conjugated Acetylenic Acid // Lipids. 1998. Vol. 33. Issue 7. Pp. 723–727. DOI: 10.1007/s11745-998-0262-2.
14. Hopkins C.Y., Chisholm M.J. The Conjugated Triene Acid of Catalpa ovata Seed Oil // J. Chem. Soc. 1962. Issue 0. Pp. 573–575. DOI: 10.1039/JR9620000573.
15. Fritsche K., Hornung E., Peitzsch N., Renz A., Feussner I. Isolation and characterization of a calendic acid producing (8,11)-linoleoyl desaturase // FEBS Letters. 1999. Vol. 462. Issue 3. Pp. 249–253. DOI: 10.1016/S0014-5793(99)01541-0.
16. Turtygin A.V., Deineka V.I., Deineka L.A. Determination of the Triglyceride Composition of Pomegranate Seed Oil by Reversed-Phase HPLC and Spectrophotometry // J. Anal. Chem. 2013. Vol. 68. Issue 6. Pp. 558–563. DOI: 10.1134/S1061934813060142.
17. Дейнека В.И., Староверов В.М., Фофанов Г.М., Баятинская Л.Н. Инкрементный подход при определении состава триглицеридов // Хим.-фарм. ж. 2002. Т. 36. №7. С. 44–47.
18. Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Сидоров А.Н., Саенко И.И. Роль морфологии пор сорбентов в твердофазной экстракции и в хроматографии: «Галерейные» поры // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2017. Т. 53. №3. С. 262–265.
19. Nguyen A.V., Deineka V., Deineka L., Ngoc A.V.T. Comparison of Separation of Seed Oil Triglycerides Containing Isomeric Conjugated Octadecatrienoic Acid Moieties by Reversed-Phase HPLC // Separations. 2017. Vol. 4. Issue 4. Article 37. DOI: 10.3390/separations4040037.

20. Дейнека В.И., Дейнека Л.А. Кедровое масло (масло семян *Pinus sibirica*): анализ и установление фальсификации методом ВЭЖХ // Химия растительного сырья. 2006. №3. С. 21–26.

Поступила в редакцию 16 декабря 2018 г.

После переработки 15 февраля 2019 г.

Принята к публикации 18 февраля 2019 г.

**Для цитирования:** Ань Ван Нгуен, Дейнека В.И., Лонг Куок Фам, Фыонг Лан Доан, Дейнека Л.А., Ань Тхи Нгок Ву, Тхуи Тхи Тху Динь. Определение триацилглицеринов и жирнокислотного состава масла семян *Momordica cochinchinensis* и некоторых других растений данного рода // Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 53–60. DOI: 10.14258/jcrpm.2019034801.

Anh Van Nguyen<sup>1</sup>, Deineka V.I.<sup>1\*</sup>, Long Quoc Pham<sup>2</sup>, Phuong Lan Doan<sup>3</sup>, Deineka L.A.<sup>1</sup>, Anh Thi Ngoc Vu<sup>4</sup>, Thuy Thi Thu Dinh<sup>2</sup>. DETERMINATION OF TRIACYLGLYCEROLS AND FATTY ACID COMPOSITION OF MOMORDICA COCHINCHINENSIS SEED OIL AND SOME OTHER PLANTS OF THIS GENUS

<sup>1</sup>Institute of pharmacy, chemistry and Biology of Belgorod National Research University, ul. Pobedy, 85, Belgorod, 308015 (Russia)

<sup>2</sup>Institute of Natural Products Chemistry, Vietnam Academy of Science and Technology, st. Hoang Quoc Viet, 18, Hanoi, 122300 (Vietnam)

<sup>3</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, st. Hoang Quoc Viet, 18, Hanoi, 122300 (Vietnam)

<sup>4</sup>Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow, 117198 (Russia), e-mail: deineka@bsu.edu.ru

The oils of *Momordica cochinchinensis* seeds were collected in 15 regions of Vietnam and studied by reversed-phase high-performance liquid chromatography. Two detectors were used in the work – diode-array detector and mass spectrometric detector with mixed ionization: chemical ionization at atmospheric pressure and ionization by electrospray. It was found that triacylglycerols (TAG) of all oils contain substituents of one dominant acid –  $\alpha$ -eleostearic acid, mole fraction of the acid between fatty acid substituents was 58.1–72.4%, thus the seeds of the plant are a valuable raw material for the production of pharmacologically important oil. It was found that the three types of seed oils of *Momordica* genus (*M. charantia*, *M. cochinchinensis*, and *M. subangulata*) belong to the same type of oil while the seed oil of another species of the genus *M. balsamina* is characterized by simultaneous biosynthesis of two conjugated octadecatrienoic acids:  $\alpha$ -eleostearic and punic. To evaluate the specificity of the TAG types biosynthesis is proposed the parameter of the ration of the experimental and theoretically possible (with equal probability of occupation of different positions in glycerol moiety by acid substituents) TAG mole fractions. It was found that the main oil TAG, di- $\alpha$ -eleostearate-stearate) is synthesized with high specificity.

**Keywords:** seed oil, *Momordica* genus, species, triacylglycerols, HPLC,  $\alpha$ -eleostearic acid.

\* Corresponding author.

**References**

1. Lim T.K. *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 2. Fruits*, New Delhi, 2012, pp. 369–380. DOI: 10.1007/978-94-007-1764-0.
2. Vuong L.T., King J.C. *Food Nutr. Bull.*, 2003, vol. 24, issue 2, pp. 224–230. DOI: 10.1177/156482650302400209
3. Jang M., Kim G.-H. *J. Internat. Sci. Publications: Agric. Food.*, 2014, vol. 2, pp. 430–438.
4. Zheng L., Zhang Y.-M., Zhan Y.-Z., Liu C.-X. *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, 2014, vol. 15, issue 3, pp. 1105–1110. DOI: 10.7314/APJCP.2014.15.3.1105.
5. Hopkins C.Y., Chisholm M.J., Orgodnik J.A. *Lipids*, 1969, vol. 4, issue 2, pp. 89–92. DOI: 10.1007/BF02531923
6. Ishida B.K., Turner C., Chapman M.H., McKeon T.A. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, vol. 52, issue 2, pp. 274–279. DOI: 10.1021/jf030616i.
7. Shang H., Yuan C., Wang Y., Gao Q., Wang W., Niu Z., Wang Y. *Chin. Trad. Herbal Drugs.*, 2000, vol. 31, issue 10, pp. 727–728.
8. Дейнека В.И., Ван Ань Нгуен, Дейнека Л.А. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*, 2018, vol. 84, no. 2, pp. 18–23.
9. Byrdwell W.C., Neff W.E. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 2002, vol. 16, issue 4, pp. 300–319. DOI: 10.1002/rcm.581.
10. An Nguen Van, Popova A.A., Deineka V.I., Deineka L.A. *Journal of Analytical Chemistry*, 2017, vol. 72, issue 9, pp. 1007–1012.
11. Hoffmann J.S., O'Connor R.T., Heinzelman D.C., Bickford W.G. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1957, vol. 34, issue 7, pp. 338–342. DOI: 10.1007/BF02638280.
12. Hopcins C.Y., Chisholm M.J. *Canad. J. Chem.*, 1962, vol. 40, no. 11, pp. 2078–2092. DOI: 10.1139/v62-319.
13. Tsevegsuren N., Christie W.W., Lösel D. *Lipids*, 1998, vol. 33, issue 7, pp. 723–727. DOI: 10.1007/s11745-998-0262-2.
14. Hopkins C.Y., Chisholm M.J. *J. Chem. Soc.*, 1962, issue 0, pp. 573–575. DOI: 10.1039/JR9620000573.
15. Fritsche K., Hornung E., Peitzsch N., Renz A., Feussner I. *FEBS Letters*, 1999, vol. 462, issue 3, pp. 249–253. DOI: 10.1016/S0014-5793(99)01541-0.
16. Turtygin A.V., Deineka V.I., Deineka L.A. *J. Anal. Chem.*, 2013, vol. 68, issue 6, pp. 558–563. DOI: 10.1134/S1061934813060142.
17. Deyneka V.I., Staroverov V.M., Fofanov G.M., Balyatinskaya L.N. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2002, vol. 36, no. 7, pp. 44–47. (in Russ.).
18. Deyneka V.I., Deyneka L.A., Sidorov A.N., Sayenko I.I. *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov*, 2017, vol. 53, no. 3, pp. 262–265. (in Russ.).
19. Nguyen A.V., Deineka V., Deineka L., Ngoc A.V.T. *Separations*, 2017, vol. 4, issue 4, article 37. DOI: 10.3390/separations4040037.
20. Deineka V.I., Deineka L.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2006, no. 3, pp. 21–26. (in Russ.).

Received December 16, 2018

Revised February 15, 2019

Accepted February 18, 2019

**For citing:** Anh Van Nguyen, Deineka V.I., Long Quoc Pham, Phuong Lan Doan, Deineka L.A., Anh Thi Ngoc Vu, Thuy Thi Thu Dinh, *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 53–60. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019034801.