

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЛЕПЕСТКАХ БАРХАТЦЕВ РАЗЛИЧНОГО ВИДА И ЦВЕТОВОГО ОКРАСА

С.И. Лоскутов¹, Я.В. Пухальский¹, Н.И. Воробьев²¹ Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, Россия² Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Соцветия бархатцев (*Tagetes sp.*) наравне с фруктами и овощами считаются богатым источником жирных кислот (ЖК) – класса липидов, проявляющих сигнальные свойства. Они составляют основу клеточных мембран, обеспечивают метаболическую энергию, влияют на функции мембраносвязанных ферментов / рецепторов, проводят сигнальные каскады. Структурно ЖК делят на насыщенные (НЖК) и ненасыщенные (ННЖК). Наиболее полезными для организма являются ННЖК – линоленовая (C18:3), линолевая (C18:2), олеиновая кислоты (C18:1), которые не синтезируются в организме человека и поступают только с пищей. У разных видов и сортов декоративных растений, так же как и у сельскохозяйственных, соотношение ННЖК/ННЖ может варьировать и находится под строгим генетическим контролем.

Методами нейросетевого анализа биохимических профилей содержания ЖК возможно проводить оценку качество получаемого сырья для косметического и лекарственного производства. Публикаций, представляющих результаты исследования профилей жирных кислот в соцветиях цветов эфиромасличных растений в научной литературе практически нет [1–2].

Цель работы – изучение качественного состава и особенностей распределения жирных кислот в соцветиях двух видов Бархатцев, соответствующих стандартным эфиромасличным и лекарственным культур.

Методика исследований. Для эксперимента были выбраны два вида бархатцев: прямостоячие (*T. erecta* L.) и отклоненные (*T. patula* L.), также различающиеся цветом соцветий: желтые и оранжевые. Эксперимент проводили в закрытой оранжерее НОЦ «Зимний сад» (ЛГУ им. А.С. Пушкина, г. Санкт-Петербург). Температура в помещении составляла 25–28 °С при влажности воздуха 60–70 %. Растения выращивали до фазы полного цветения при искусственном освещении (полной светокультуре) в пластиковых кассетах. В каждой кассете ячейки были заполнены нейтрализованным верховым торфом, куда высаживали по десять растений. Технология выращивания не предусматривала внесения пестицидов и удобрений. По окончании экспозиции бутоны срезали, взвешивали и оставляли на хранение при температуре -80 °С. Содержание жирных кислот определяли по методике ГОСТ [6] на газовом хромато-масс-спектрометре Agilent 7890 (Agilent Technologies Canada, Inc.), оснащенный пламенно-ионизационным детектором, автоинжектором и капиллярной колонкой SP-2560 с внутренним диаметром 100 м×0,25 мм и толщиной пленки 0,20 мкм (Merck KGaA, Germany). Полученные данные профили жирных кислот бархатцев анализировали с помощью авторской вычислительной нейронной сетью ChemNN, которая была создана в Excel-среде (язык VBA) [3–4]. Она преобразует исходные данные профилей содержания жирных кислот в индексы когнитивной значимости цифровых данных профилей жирных кислот – CSIfract = 0–10 б/п (Cognitive Salience Index) [5].

Результаты и обсуждения. В результате эксперимента были идентифицированы десять жирных кислот из цветочных лепестков бархатцев *T. erecta* и *T. patula* и определено их относительное содержание в растениях (Рис. 1).

Нами экспериментально установлено, что преобладающими компонентами в лепестках обоих видов оказались пальмитиновая (24,3–40,6 %), линолевая (13,8–26,9) и стеариновая (19,3–21,9 %) кислоты. Наибольшее количество пальмитиновой кислоты отмечено в оранжевых лепестках *T. erecta* – 40,6 %; линолевой в желтых лепестках *T. erecta* – 26,9 %. Наибольшее содержание стеариновой кислоты также детектировано в оранжевых лепестках – *T. erecta* – 21,9 %. Данные группы кислот играют важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и инсулинорезистентности, а также имеют гастропротективные свойства. Нами установлено, что доля олеиновой кислоты составляла лишь 1,8–3,6 %. Наибольшее ее содержание отмечено в желтых лепестках *T. patula* – 3,6 %. Наименьшая концентрация у обоих видов бархатцев отмечена для пальмитолеиновой кислоты (C16: 1) – 0,1–0,5 %; наибольшее ее содержание было в оранжевых лепестках *T. patula* – 0,5 %.

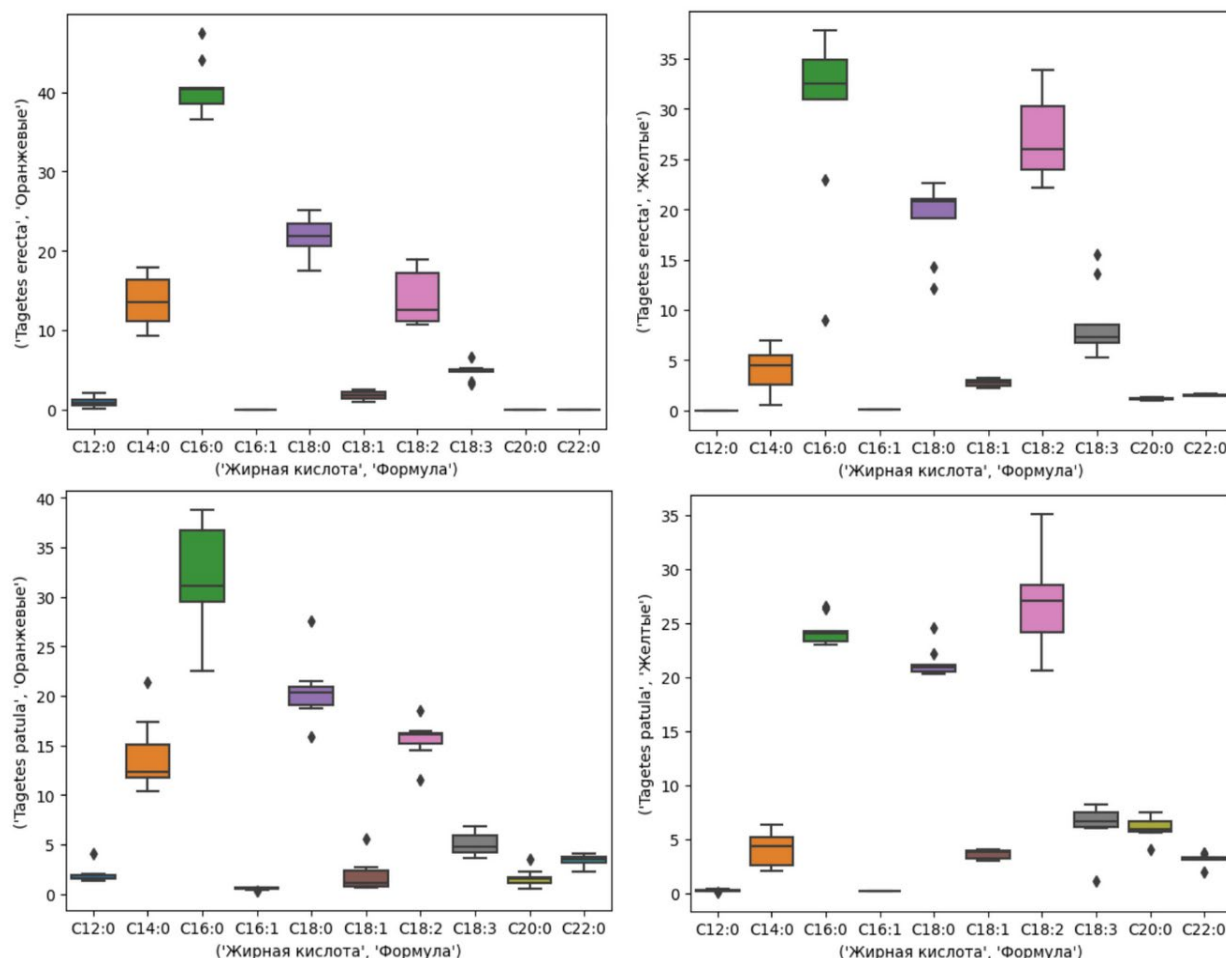


Рис. 1. Содержание жирных кислот в лепестках бархатцев различного вида и окраса, %.

Содержание прочих жирных кислот в разных растениях варьировало, в частности – миристиновая кислота в максимальной концентрации зафиксирована у оранжевых видов *T. patula* и *T. erecta*, а α -линоленовой кислотой наиболее богаты желтые лепестки видов *T. patula* и *T. erecta*. В целом все проанализированные образцы характеризовались высоким процентом синтеза ненасыщенных жирных кислот ННЖК (55,8–77,1 %) и низким процентом выхода насыщенных НЖК (20,5–38,5 %), полезных для здоровья человека. Индекс соотношения ННЖК/ННЖ (Табл. 1) показал, что оранжевые формы обоих видов синтезируют большее количество ННЖК. Однако, сопоставив показатели полученных индексов CSIfract1 и CSIfract2, делается заключение о перспективности выращивания желтоцветковых сортов вида *T. erecta* для пищевой и лекарственной промышленности.

Таблица 1. Оценка урожайности соцветий и индексы фрактальной композиции жирных кислот бархатцев разных видов и окрасов, характеризующих интенсивность накопительных биохимических процессов в растениях (CSIfract1) и близость профиля жирных кислот к эталонному профилю кислот (CSIfract2)

Показатель	SE	Вид				Эталонный профиль состава жирных кислот
		Tagetes erecta		Tagetes patula		
		Оранжевые	Желтые	Оранжевые	Желтые	
		1	2	3	4	
Биомасса, г/растение	±5	30,98	36,86	31,22	29,93	–
Индекс CSIfract1	±0,1	2,7	7,6	6,2	2,7	5,6
Индекс CSIfract2	±0,1	4,4	3,7	4,9	4,8	0,0
ННЖК/ННЖ	±0.1	3.8	1.5	3.2	1.6	3.8

Литература

1. Fernandes L., Ramalhosa E., Pereira J.A., Saraiva J.A., Casal S. The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids // Agriculture. 2018. Vol. 8(10). 146. doi: 10.3390/agriculture8100146
2. Kokten K., Mokhtarzadeh S., Çağan E., Kutlu A.M., Ozdemir S., Ucar R., Ekmekci M. Fatty acid composition of stems, leaves, flowers, and seeds of some medicinal plants // Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse. 2023. 100(2). P. 103–108.
3. Гафаров Ф.М., и др. Искусственные нейронные сети и их приложения. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 2018. 121 с.
4. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия Телком. 2002. 382 с.
5. Sutrop U. List Task and a Cognitive Salience Index // Field method. 2001. Vol. 13(3). P. 263–276.
6. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава.