

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ АНАЛИЗЫ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАСЕЛ, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ КУКОЛКИ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

**Нормуродов Бобомурод Рузимуродович**

Докторант Бухорского инженерно-технологического института  
Республики Узбекистан

E-mail: [normurorodv.bobomurod@inbox.ru](mailto:normurorodv.bobomurod@inbox.ru)

### АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты ГХ-МС анализа жирных кислот масел, выделенного из куколок тутового шелкопряда. Масло, выделенное из куколок тутового шелкопряда, содержит высокое соотношение незаменимых жирных кислот, [ $\alpha$ -линоленовая кислота ( $\omega$ -3 жирная кислота) + линолевая кислота] (40,73 %), а также содержит такие заменимые жирные кислоты, как олеиновая (31,46%), пальмитолеиновая (0,72%), пальмитиновая (18,6%), стеариновая (5,83%) и эйкозатетраеновая кислоты (0,96%). Содержание достаточного количества жирных кислот позволяет использовать масла в качестве сырья для парфюмерии, косметике, как жирующего компонента для обработки кож шкур крупного рогатого скота, овец и меховых шкур.

**Ключевые слова:** ГХ-МС анализ, состав, масла, куколки, тутовой шелкопряд, жирные кислоты.

### ABSTRACT

The paper presents the results of GC-MS analysis of fatty acids of oils isolated from silkworm pupae. The oil extracted from silkworm pupae contains a high ratio of essential fatty acids, [ $\alpha$ -linolenic acid ( $\omega$ -3 fatty acid) + linoleic acid] (40.73%), and also contains essential fatty acids such as oleic (31, 46%), palmitoleic (0.72%), palmitic (18.6%), stearic (5.83%) and eicosatetraenoic acids (0.96%). The content of a sufficient amount of fatty acids allows the use of oils as a raw material for perfumery, cosmetics, as a fatliquoring component for processing the skins of cattle skins, sheep and fur skins.

**Key words:** GC-MS analysis, composition, oils, pupae, silkworm, fatty acids.

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным Международной комиссии по шелководству, Узбекистан увеличила производство шелка с 2008 по 2014 гг на 42% (до 1100 тонн шелка), ее доля в мировом производстве сравнительно невелика – около 0,6%, так как

львиная доля мирового шелка производится Китаем – 82%, а Индией – 16%. Несмотря на этого Узбекистан занимает третье место в мире по объемам производства шелка после Китая и Индии. Так как доля республики среди стран СНГ в общем объеме производства шелка составляет свыше 85% [1].

В Узбекистане развита производство шелка. Отходы куколок тутового шелкопряда составляют в порядке 10 тысяч тонн в год, которые может служить источником биологически активных веществ. Куколки тутового шелкопряда являются основным отходом после извлечения шелковых нитей, и составляют 60% массы сухого кокона [2]. Однако ресурсы куколок тутового шелкопряда используются только как удобрение и корм или даже считаются отходами промышленности. Утилизация которой представляет собой серьезную проблему, поскольку гниение отходов оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду [3]. Высокое содержания белка и жира в куколке тутового шелкопряда определяет его пищевая ценность. Только жир составляет около 30% от общей сухой массы куколки. Масло, полученное из куколок тутового шелкопряда, содержит более 70% ненасыщенных жирных кислот, особенно  $\alpha$ -линоленовая кислота и олеиновая кислота, составляющие высокий процент [4]. По данным авторов работы содержание непредельных жирных кислот (олеиновой, линолевой и линоленовой) составляет 75 % [5].

Результаты авторов [6] показали, что масло, извлеченное из куколок тутового шелкопряда, имеет хорошие параметры качества, а именно содержать 25%  $\omega$ -3 кислоты ( $\alpha$ -линоленовую кислоту), от общего количества жирных кислот, с приблизительным уровнем холестерина 109 мг/100 г масла. Количество  $\beta$ -каротина и  $\alpha$ -токоферола составляло приблизительно 785 и 9434 мкг/100 г масла соответственно.

По данным авторов [7] сумма липидов, экстрагированный из куколок тутового шелкопряда, в основном состоит из триацилглицерина, фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина, а  $\alpha$ -линоленовой кислоты ~ 40%. 20:3n-3 также присутствовал в куколке, но в очень малом количестве. Общий токоферол составлял 125,2 мкг/г липидов для самцов и 224,1 мкг/г липидов для самок соответственно. Кроме того, куколка тутового шелкопряда содержала такие каротиноиды как лютеин и неоксантин, которые могут действовать как антиоксиданты.

Авторы работ [8] экстрагировали масло куколок тутового шелкопряда с использованием различных растворителей и установили что эффективным экстрагентом является гексан. Выход масла составляет 25,9 %. Установили физико-химические характеристики масла: плотность (0,943 г/мл), удельный вес

(0,991 г/ мл), число омыления (235,147 г КОН/г масла), йодное число (131,653 г I/100 г) и свободные жирные кислоты (5,057 %).

В работе [9] было предложено новое применение белка, извлеченного из куколок тутового шелкопряда, для окрашивания шелковых тканей.

Роль ненасыщенных жирных кислот (НЖК) разнообразна. Поэтому полученные масла могут быть широко использованы в различных областях экономики, в частности, парфюмерной, лакокрасочной и медицинской отраслях [5].

Таким образом, куколок тутового шелкопряда считается хорошим источником масла и может использоваться для различных целей, включая продукты питания, лекарства, косметику [10] и в других областях. В связи с этим всестороннего изучения химического состава масла из куколки тутового шелкопряда является актуальной с точки зрения применения его в различных целях.

**Цель работы** – изучение химического состава масел, выделенного из куколки тутового шелкопряда методом ГХ-МС.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В качестве сырья для получения масла использовали куколки тутового шелкопряда (урожай 2021 года, Бухарский область). Масла из измельченного куколки тутового шелкопряда выделяли экстракцией гексаном на приборе Сокслета. Выход составлял 26,1 %, который согласуется с литературными данными. [11-12]

Изучение жирнокислотного состава в виде их метиловых эфиров. Для этого образец масла переэтифицировали 2 М раствором HCl в метаноле. Гексановый экстракт полученных продуктов использовали для газо-хромато-масс-спектрометрического (ГХ-МС) анализа.

Для анализа использовали GC-MS YL6900 с капиллярной колонкой HP5 длиной 30м, внутреннем диаметром 0,32мм и толщиной неподвижной фазы 0,25мкм. [13]

**Условия хроматографирования:** температура термостата - начальная – 60°C 3 мин (изотермический режим); нагрев со скоростью 15°C/мин (режим программирования температуры) до 250°C и при 250°C (изотермический режим) 3 мин. Температура инжектора- 250°C, потока газа гелия- 1 мл/мин, SplitRatio- 1/100. Параметры масс детектора- solvent delay-3 минут, Эмиссия- 50мА, диапазон сканирование- 30-350 а.е.м., скорость сканирование- 1600 а.е.м./сек, температура ионного источника- 230°C, Температура трансфера- 280°C. Время анализа- 21мин. [14]

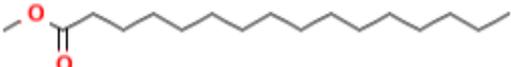
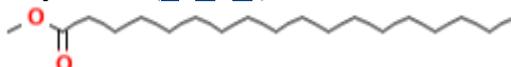
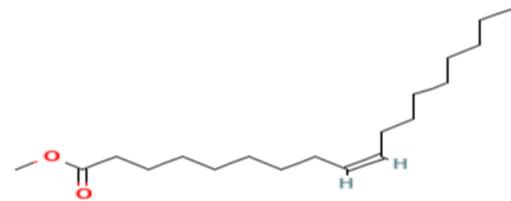
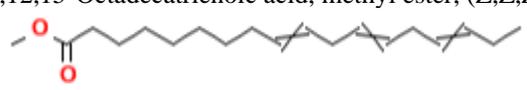
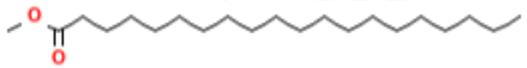
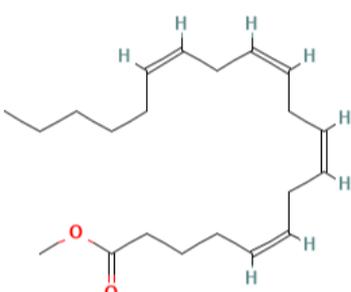
Идентификация компонентов проводили на основе сравнения полученных масс-спектров с библиотекой масс-спектров NIST и по времени удерживания. Для количественного анализа использовали метод внутренней нормализации.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Ценными компонентами с точки зрения применения масла, выделенного из куколок тутового шелкопряда в парфюмерии, пищевой промышленности, косметике и жирующего агента кож является жирные кислоты. Поэтому основное внимание уделяли изучению относительного содержания жирных кислот в образце. Результаты газохроматографического анализа жирных кислот в виде метиловых эфиров приведена в табл.1.

Таблица 1

#### Относительное содержание жирных кислот масел, выделенного из куколок тутового шелкопряда

N	CompoundName, химическая и структурная формула	Содержание, %
3	Hexadecanoic acid, methyl ester ( $C_{17}H_{34}O_2$ ) 	18,6
5	Methylstearate ( $C_{19}H_{38}O_2$ ) 	5,83
6	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester ( $C_{19}H_{36}O_2$ ) 	31,46
7	9,12-Octadecadienoic acid, methylester 	7,54
8	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- ( $C_{19}H_{32}O_2$ ) 	33,19
9	Eicosanoic acid, methyl ester ( $C_{21}H_{42}O_2$ ) 	0,16
10	5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid, methyl ester, (all-Z)- ( $C_{21}H_{34}O_2$ ) 	0,96

Из данных табл.2 видно, что масло содержат высокое соотношение незаменимых жирных кислот, [ $\alpha$ -линоленовая кислота ( $\omega$ -3 жирная кислота) + линолевая кислота) (40,73 %), а также содержат такие заменимые жирные кислоты, как олеиновая (31,46%), пальмитолеиновая (0,72%), пальмитиновая (18,6%), стеариновая (5,83%) и эйкозатетраеновая кислот (0,96%).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Состав жирных кислот сравнивали с данными авторов и жирнокислотным составом рыба жир. Сравнительная характеристика приведена в табл.2.

Таблица 2

**Сравнительные характеристика жирных кислот, выделенного из куколок тутового шелкопряда и рыба жир**

Fatty acid	Sikplkworm [15]	Fish oil [15]	Sikplkworm (uzb)
C(14:0)	0,5	3,8	0,55
C(14:1)	-	0,3	
C(15:0)	0,2	-	0,18
C(16:0)	19,6	11,6	18,6
C(16:1)	0,6	7,0	0,72
C(17:0)	-	0,7	
C(18:0)	6,9	2,3	5,83
C(18:1, n-9)	28,8	16,9	31,46
C(18:2, n-6)	6,0	4,9	6,54
C(18:3, n-3)	32,1	1,2	33,19
C(19:0)	-	0,1	-
C(20:0)	0,1	0,2	0,16
C(20:1)	-	1,3	
C(20:4)	-	-	0,96
C(20:5, n-3)	-	9,6	-
C(22:0)	-	6,8	-
C(22:1)	-	0,4	-
C(22:6, n-3)	-	11,4	-
$\sum$ SFA	27,3	25,5	25,32
$\sum$ MUFA	29,4	25,9	31,64
$\sum$ n=6	6,0	4,9	6,54
$\sum$ n=3	32,1	22,2	33,19
$\sum$ n=6/ $\sum$ n=3	0,2	0,2	0,2

Из данных табл. 2 видно, что по суммарному содержанию насыщенных жирных кислот *Sikplkworm (uzb)* почти не отличается от данных приведенных в работе [15], по содержанию мононенасыщенных жирных кислот на 7,6 % больше чем *Sikplkworm*, относительно рыбного жира на 22,2 %, по соотношению  $\sum n=6/\sum n=3$  все одинакова, т.е. равно на 0,2.

Содержание достаточного количество жирных кислот позволяет использовать масла в качестве сырья для парфюмерии, косметике, как жирующего компонента для обработки кож шкур крупного рогатого ската, овец и меховых шкур.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Масло, выделенного из куколок тутового шелкопряда содержат высокое соотношение незаменимых жирных кислот, [ $\alpha$ -линоленовая кислота ( $\omega$ -3 жирная кислота) + линолевая кислота) (40,73 %), а также содержат такие заменимые жирные кислоты, как олеиновая (31,46%), пальмитолеиновая (0,72%), пальмитиновая (18,6%), стеариновая (5,83%) и эйкозатетраеновая кислот (0,96%).

Содержание достаточного количество жирных кислот позволяет использовать масла в качестве сырья для парфюмерии, косметике, как жирующего компонента для обработки кож шкур крупного рогатого ската, овец и меховых шкур.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)**

1. <https://www.caa-network.org/archives/7211>.
2. Hu, B., Li, C., Zhang, Z., Zhao, Q., Zhu, Y., Su, Z., & Chen, Y. (2017). Microwave-assisted extraction of silkworm pupal oil and evaluation of its fatty acid composition, physicochemical properties and antioxidant activities. *Food Chemistry*, 231, 348-355.
3. Wang J., Wu F., Liang Y., Wang M. Process optimization for the enrichment of  $\alpha$ -linolenic acid from silkworm pupal oil using response surface methodology // *African Journal of Biotechnology*. – 2010. – V. 9. – №. 20. – P. 1-28.
4. Rao P. U. Chemical composition and nutritional evaluation of spent silk worm pupae // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1994. – V. 42. – №. 10. – P. 2201-2203.
5. Avazova O. B., Yugay S. M., Rashidova S. Sh. Efficient oil extraction from *Bombyxmori* silkworm pupae and its structural characteristics // *Chemistry and Chemical Technology*. – 2020. – N 1. - P. 23-26.
6. Tangsanthatkun J., Peanparkdee M., Katekhong W., Harnsilawat T., Tan C. P., Klinkesorn U. Application of Aqueous Saline Process to Extract Silkworm Pupae Oil

- (*Bombyx mori*): Process Optimization and Composition Analysis //Foods. – 2022. – V. 11. – №. 3. – P. 291.
7. Kotake-Nara E. et al. Lipid profiles and oxidative stability of silkworm pupal oil //Journal of Oleo Science. – 2002. – V. 51. – №. 11. – P. 681-690.
8. Arasakumar E., Manimegalai S., Priyadharshini P. Extraction of Oil from Mulberry and Eri Silkworm Pupae and Analyzing the Physio-Chemical Properties for Commercial Utilization //Madras Agricultural Journal. – 2022. – V. 108. – № 7-9. – P. 1.
9. Bhavsar P., Dalla Fontana G., Tonin C., Patrucco A., Zoccola M. Superheated water hydrolyses of waste silkworm pupae protein hydrolysate: A novel application for natural dyeing of silk fabric //Dyes and Pigments. – 2020. – V. 183. – P. 108678.
10. Longvah T., Mangthya K., Ramulu P. Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae //Food Chemistry. – 2011. – V. 128. – №. 2. – P. 400-403.
11. Mentang F., Maita M., Ushio H., Ohshima T. Efficacy of silkworm (*Bombyx mori* L.) chrysalis oil as a lipid source in adult Wistar rats //Food chemistry. – 2011. – T. 127. – №. 3. – С. 899-904.
12. Дустов С. И., Нормуродов Б. Р., Мухаммадиев Н. К. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СОСТАВ, СМАЗЫВАЮЩИЙ КОЖУ И МЕХА //Вестник науки. – 2022. – Т. 3. – №. 11 (56). – С. 281-288.
13. Дустов С. И., Нормуродов Б. Р. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СМАЗЫВАНИИ КОЖИ И МЕХА //Вестник науки. – 2021. – Т. 3. – №. 9 (42). – С. 38-44.
14. Хафизов А. Р., Раджабов О. И., Нормуродов Б. Р. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА //Теория и практика современной науки. – 2019. – №. 3. – С. 335-338.