

УДК 579.66

ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПИДНОГО СОСТАВА КОЖНОГО САЛА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: ПЕРСПЕКТИВЫ БИОСЕНСОРНОГО АНАЛИЗА

Максимова Б. В. (Университет ИТМО), Гриценко М. М. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.б.н., доцент Аль-Шехадат Р. И.

(Университет ИТМО)

Введение. Кожное сало (себум) — это липидный секрет сальных желез, который выделяется в протоки, проходит через волосяной фолликул и покрывает поверхность кожи. Относительный состав себума составляет 30–50% триглицеридов, 15–30% свободных жирных кислот, 12–20% сквалена, 26–30% восковых эфиров, 3–6% эфиров холестерина и 1,5–2,5% самого холестерина [1]. Однако, состав себума может варьироваться в зависимости от пола, возраста и наличия заболеваний. В норме, себум выполняет защитную функцию (от ультрафиолетового излучения), поддерживает водный баланс кожи, обеспечивает терморегуляцию и обладает антиоксидантной защитой. Нарушение его состава может снижать защитные функции кожи, делая ее более уязвимой к инфекциям [2]. Поскольку изменения в составе себума могут служить маркером различных патологий, его анализ представляет диагностическую ценность. Таким образом, анализ липидного состава себума может быть ключевым инструментом диагностики кожных и системных заболеваний..

Основная часть. При кожных заболеваниях изменяется состав кожного сала. Например, [3] в своей работе показали, что у пациентов с детским акне было значительно повышено содержание жирных кислот, сфинголипидов, но понижено содержание преноловых липидов, по сравнению с контрольной группой, не страдающей заболеванием. При угревой сыпи содержание сквалена увеличивается в 2,8 раза, олеиновой и стеариновой кислот – в 2,1 раза, а уровень линоленовой кислоты, напротив, снижается в 3,5 раза (все значения относительно контрольной группы). [4] При атопическом дерматите наблюдается противоположная ситуация - уровень сквалена, уровни сапиеновой и лигноцериновой кислот (первая - встречается только в составе себума человека и обладает антимикробной активностью [5], вторая - важна для поддержания кожного барьера), концентрация триглицеридов были значительно понижены [6]. Кроме дерматологических патологий, изменения липидного состава себума наблюдаются и при системных заболеваниях. Так, при COVID-19 фиксируется дислипидемия [7].

Во всех этих исследованиях использовались дорогостоящие методы - высокоэффективная жидкостная хроматография, газовая хроматография и другие. Однако, определение состава кожного сала такими методами занимает много времени, требует тщательной пробоподготовки и обученного персонала, а также, дорогостоящего оборудования. В связи с этим растет потребность в разработке point-of-care тестирований, которые смогут упростить анализ кожи. Такими тестирующими системами являются биосенсоры. Для решения этой проблемы была предложена концепция биосенсора на основе холестеролоксидазы, который позволит оценивать содержание холестерина в кожном сале. Чувствительная зона сенсора будет содержать серную кислоту, крахмальный раствор йодида калия и фермент холестеролоксидазу. При попадании пробы, содержащей холестерин, на чувствительную зону, холестеролоксидаза окисляет холестерин до холест-4-ен-3-она и перекиси водорода. В свою очередь, перекись водорода вступает в реакцию с серной кислотой и йодидом калия, что приводит к выпадению йода в осадок и окрашиванию пробы в синий цвет. Поскольку фермент катализирует расщепление холестерина, изменение цвета подложки будет коррелировать с его концентрацией, а значит, и с

общей выработкой себума. Таким образом, сенсор сможет определять тип кожи и её состояние. На данном этапе был подобран состав питательной среды для выращивания штамма, оптимизированы условия его культивирования. Также была выделена холестеролоксидаза, ее концентрация составила - 7,07 мг/мл. Период полуинактивации фермента составил 97 дней при хранении при 5°C. Кроме того, сейчас ведутся работы по проектированию чувствительной зоны сенсора.

Выводы. В ходе работы был проведен анализ изменений состава кожного сала при различных заболеваниях. Существующие на данный момент методы анализа липидного состава себума хоть и точные, но для них требуется много ресурсов, что значительно усложняет качество жизни пациентов с кожными заболеваниями. В связи с этим актуальным направлением стало создание новых методов диагностики, в частности, биосенсоров. Для решения этой проблемы была проведена работа по получению холестеролоксидазы из штамма *Streptomyces lavendulae* с целью ее последующего использования в биосенсоре для анализа кожи. Разработка такого биосенсора не только упростит диагностику кожных и системных заболеваний, но и станет инструментом для персонализированной косметологии и мониторинга состояния кожи.

Список использованных источников:

1. Géhin C. et al. No skin off your back: the sampling and extraction of sebum for metabolomics //Metabolomics. – 2023. – Т. 19. – №. 4. – С. 21.
2. Oyewole A. O., Birch-Machin M. A. Sebum, inflammasomes and the skin: current concepts and future perspective //Experimental dermatology. – 2015. – Т. 24. – №. 9. – С. 651-654.
3. Zhou M. et al. Lipidomic analysis of facial skin surface lipids reveals an altered lipid profile in infant acne //British Journal of Dermatology. – 2020. – Т. 182. – №. 3. – С. 817-818.
4. Walia M. S. et al. Comparative analysis of the skin surface lipids between acne patients and controls using UFLC method //Accreditation and Quality Assurance. – 2024. – Т. 29. – №. 1. – С. 37-43.
5. Walia M. S. et al. Comparative analysis of the skin surface lipids between acne patients and controls using UFLC method //Accreditation and Quality Assurance. – 2024. – Т. 29. – №. 1. – С. 37-43.
6. Yin H. et al. Dysregulated lipidome of sebum in patients with atopic dermatitis //Allergy. – 2023. – Т. 78. – №. 6. – С. 1524-1537.
7. Spick M. et al. An integrated analysis and comparison of serum, saliva and sebum for COVID-19 metabolomics //Scientific reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 11867.