

отримували шляхом трикратної (по 30 хв) екстракції сировини водою, гідромодуль 1:10, при нагріванні на киплячій водяній бані, з подальшим висадженням ВРПС із витягу трикратним об'ємом 96 % етанолу. ПР одержували зі шроту після отримання ВРПС, на киплячій водяній бані, при тривалості кожної з трьох екстракцій 1 година. Першу екстракцію проводили 0,33 % розчином кислоти оксалатної у співвідношенні сировина – екстрагент 1 : 7,5 (рН=3); другу – водою, гідромодуль 1 : 20, з додаванням по краплям 25 % розчину амонію гідроксиду до рН=6 для отримання амідованих пектинів; третю – водою очищеною, гідромодуль 1 : 20. ПР із розчинів висаджували трикратним об'ємом 96 % етанолу. Сумарний вуглеводний комплекс (СВК), який містить сумісно ВРПС і ПР, отримували із нативної сировини за технологією ПР.

Отримані результати. Вихід ВРПС складає 6,27 % для *G. verum* і 9,63 % для *G. aparine*; вихід ПР – 7,22 % для *G. verum* і 15,27 % для *G. aparine*; вихід СВК – 13,36 % для *G. verum* і 23,67 % для *G. aparine*. Очевидно, що вихід СВК близький до суми виходів ВРПС та ПР. Тому, можна припустити, що СВК *G. verum* складається з 46,90 % ВРПС та 53,10 % ПР; СВК *G. aparine* – з 40,67 % ВРПС та 59,33 % ПР.

Висновки. Запропоновані схеми технології отримання вуглеводних комплексів дають змогу отримувати як окремі групи вуглеводів з ЛРС, так і їх сумарні комплекси із значним виходом.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВОДОРОСТЕЙ ЯК ПРОДУЦЕНТІВ ПІГМЕНТІВ

Калюжная О.С., Хохленкова Н.В., Зима Е.П.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

Вступ. Останніми роками помітно зріс інтерес до культивування водоростей через їх практичний потенціал для людини. На сьогоднішній день вирощування водоростей спрямоване на виробництво речовин і технологій високої ринкової вартості, таких як пігменти, білки, ліпіди, вуглеводи, мінерали, вітаміни та інші, які можуть бути використані як джерела фармацевтичних препаратів, косметики, дієтичних добавок [1-3]. Крім того, водорості викликають інтерес через потенціал у виробництві екологічно безпечного біопалива, також відомого як паливо 3-го покоління [4].

Рослини є природними джерелами пігментів, таких як хлорофіли, каротиноїди, бетаціанін тощо. Водорості, як і рослини, синтезують велику кількість пігментів, склад і кількість яких може відрізнятися залежно від виду та умов зростання. Їх вирощування, порівняно з рослинами, має певні переваги, такі як: швидший ріст, більш висока продуктивність біомаси, менша площа землі для вирощування, дешевше виробництво [1]. З цієї причини водорості є цікавою альтернативою для виробництва пігментів порівняно з традиційними джерелами.

Мета роботи. Метою роботи було проведення аналізу різних груп пігментів водоростей для подальшого обґрунтування методу вилучення даних речовин та розробки технології виробництва.

Матеріали та методи дослідження. У роботі проведено аналіз літературних джерел, використано метод описового дослідження.

Отримані результати. В останні роки інтерес до натуральних пігментів зростає не лише через їхній фармацевтичний та біомедичний потенціал, а й тому, що вони можуть бути використані як замітники штучних барвників [3, 5]. Основними класами пігментів, які містяться у водоростях, є хлорофіли (хлорофіл-а, хлорофіл-б, хлорофіл-с), каротиноїди (β -каротин, лютеїн, фукоксантин, антоціан) та фікобіліпротеїни (фікоціанін, фікоеритрин). Ці класи речовин є найпоширенішими пігментами у *Chlorophyceae*, *Ochrophyta* та *Rhodophyceae*. У ціанобактерій фікоціанін є найпоширенішим пігментом [1].

Хлорофіли - це зелені неполярні пігменти, які містять порфіринові або гідропорфіринові кільця, центрально зв'язані з атомом магнію, містяться в усіх автотрофних водоростях, оскільки саме вони дозволяють перетворювати світло в біологічну енергію. Окрім головного хлорофілу а для фотосинтезу, присутнього у всіх морських водоростях, містяться хлорофіли b, c і d [5].

Каротиноїди добре відомі як антиоксидантні речовини і провітамін А для захисту сітківки від дегенерації жовтої плями, посилюють імунну відповідь і пригнічують певні види раку [3]. Каротиноїди також є неполярними пігментами і відіграють ключову роль у фотозахисті шляхом інактивації активних форм кисню, що утворюються під час впливу світла. За структурою вони належать до терпеноїдного класу пігментів і мають висококон'юговані полієнові ланцюги, які надають їм чітких кольорів, таких як фіолетовий, червоний, помаранчевий або жовтий. Їх можна розділити на дві різні групи: каротиноїди, які є ненасиченими вуглеводнями (наприклад, β -каротин і лікопін), і ксантофіли, які дуже схожі на каротиноїди, але мають принаймні одну функціональну групу, що містить кисень (наприклад, лютеїн, зеаксантин і фукоксантин) []. Фукоксантин є одним із найпоширеніших каротиноїдів (приблизно 10 % загального обсягу виробництва каротиноїдів у природі) і є пігментом, який надає колір бурим водоростям [3].

Фікобіліпротеїни являють собою групу водорозчинних флуоресцентних сполук, що складаються з білків, ковалентно зв'язаних з лінійними тетрапіролами, відомих як фікобіліни, і використовуються як додаткові пігменти для фотосинтетичного збору світла [5]. У ціанобактерій, таких як спіруліна, і червоних водоростей, де вони можуть становити до 40-50 % від загальної кількості клітинних білків, фікобіліпротеїни можна розділити на чотири основні групи відповідно до їхніх спектральних властивостей: фікоеритрин (фіолетовий), фікоціанін (синій), алофікоціанін (блакитно-зелений) і фікоеритроціанін (фіолетовий) [2]. Фікоціанін з *Spirulina spp.* і фікоеритрин з *Porphyridium spp.* є двома найбільш комерційно поширеними фікобіліпротеїнами.

Для вивчення біологічного потенціалу цих пігментів і оцінки можливості їх вилучення із водоростей надзвичайно важливим є вибір придатного методу екстракції та типу розчинника. Різні водорості мають різну доступність, і різні пігменти із різною розчинністю [5]. Вибір екстрагенту для повноцінного вилучення пігменту з водорості залежить від природи пігменту.

Хлорофіли та каротиноїди є неполярними пігментами, тоді як фікобіліпротеїни є водорозчинними. Отже, перші краще екстрагуються

органічними розчинниками, а останні – розведеними буферами. Для екстракції хлорофілів з водоростей часто використовують N, N-диметилформамід (ДМФА), метанол, етанол і ацетон (останні три в різних співвідношеннях) [5]. З них ДМФА, як правило, демонструє більшу ефективність завдяки легкому проникненню скрізь мембрани непошкоджених частин водоростей і завдяки високій стабільності хлорофілів у ньому [3]. Однак цей розчинник досить токсичний, що й обмежує його використання.

Метанол і етанол визнані ефективними екстрагентами навіть для більш стійких зразків, і етанол, зокрема, має перевагу в тому, що він є практичним, безпечнішим і економнішим розчинником. Однак кислотність цих спиртів сприяє утворенню продуктів розпаду хлорофілу, які, окрім зниження рівня хлорофілів в екстрактах, також впливають на їх визначення [5]. Ці недоліки характерні і для екстрактів ацетону, і на додаток до цього ацетон також може бути поганим екстрагентом хлорофілів з різних рослин і водоростей. Незважаючи на це, у спектрофотометричних аналізах ацетон забезпечує дуже різкі піки і з цієї причини широко використовується для визначення хлорофілу [5]. Таким чином, усі ці розчинники мають свої переваги та недоліки, і вибір найкращого розчинника залежить від досліджуваних видів морських водоростей.

Для екстракції каротиноїдів рекомендується використовувати 100 % метанол. Для екстракції каротиноїду фукоксантину з бурих водоростей зазвичай використовується диметилсульфоксид (ДМСО) через його здатність швидко проникати в тканини бурих водоростей і, отже, екстрагувати пігмент. Для вилучення фікобіліпротейнів багатьма дослідженнями підтверджено раціональність використання фосфатного буферу [3].

Висновок. Проведено аналіз різних класів пігментів, що містяться у водоростях. Визначено, що хлорофіли та каротиноїди є неполярними пігментами, фікобіліпротейни - водорозчинними. Для ефективного вилучення хлорофілів та каротиноїдів краще використовувати органічні екстрагенти, фікобіліпротейнів – розведені буфери. Отриманні результати будуть використанні у подальших дослідженнях для розробки технології виробництва природних барвників.

Список літератури:

1. Barkia I.; Saari N.; Manning S.R. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Marine Drugs*. 2019. 17, 304. 29 p. doi:10.3390/md17050304.
2. Bhalamurugan G.L., Valerie O., Mark O. Valuable bioproducts obtained from microalgal biomass and their commercial applications: A review. *Environmental Engineering Research*. 2018, 23, P. 229-241. <https://doi.org/10.4491/eer.2017.220>.
3. Cezare-Gomes E.A., Mejia-da-Silva L., Perez-Mora L.S., Singh A.K., de Carvalho, J.C.M. Potential of Microalgae Carotenoids for Industrial Application. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2019, 188. P. 602–634. DOI: [10.1007/s12010-018-02945-4](https://doi.org/10.1007/s12010-018-02945-4).
4. Khan M.I., Shin J.H., Kim D. The promising future of microalgae: Current status, challenges, and optimization of a sustainable and renewable industry for

biofuels, feed, and other products. *Microbial Cell Factories* 2018, 17, 36. <https://doi.org/10.1186/s12934-018-0879-x>.

5. Osorio C., Machado S., Peixoto Ju., Bessada S., Pimentel F.B., Alves R.C., Oliveira M.B. Pigments Content (Chlorophylls, Fucoxanthin and Phycobiliproteins) of Different Commercial Dried Algae. *Separations* 2020. 7, 33. 14 p.; doi:10.3390/separations7020033.

ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЖИВИЛЬНОЇ ЕМУЛЬСІЇ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ НА ОСНОВІ КОНОПЛЯНОЇ ОЛІЇ

Ковальова Т.М.

Національний фармацевтичний університет

Вступ. Лікувально-косметичні засоби на основі інгредієнтів природного походження завжди користувалися широким попитом у споживача через незаперечні переваги перед аналогічними продуктами на основі вуглеводнів синтетичного походження, які на фоні несприятливого стану екології на планеті здатні викликати широкий спектр алергічних реакцій.

Трансформація агробізнесу України до ринкових умов та нові виклики щодо пошуку перспективних джерел харчових, лікувальних, косметичних засобів створили умови для культивування високоякісної рослинної сировини – ненаркотичних конопель. Насіння конопель звичайних, що містить близько 30-35 % жирних олій, є цінним джерелом омега-3 (20-25 % α -ліноленової) та омега-6 (40-60 %) поліненасичених жирних кислот, які, як відомо, забезпечують цілісність клітинних мембран, регенеративну дію, а наявність токоферолів та хлорофілу демонструє потужну антиоксидантну дію, що формує протекторні властивості шкіри до шкідливої дії навколишнього середовища [1].

Конопляна олія здавна використовувалась в зовнішніх засобах для шкіри та волосся. Сучасними дослідженнями встановлено багатий хімічний склад конопляної олії: високий вміст ненасичених жирних кислот, вітаміну Е, каротину, фітостеролів, який обумовлює її ефективність в догляді за сухою чи старіючою шкірою, а також за сухим, ламким волоссям та при alopecii.

Олія конопель поповнює дефіцит керамідів епідерміса, завдяки чому зменшується трансепідермальне випаровування вологи та покращуються захисні властивості шкіри. Нанесена безпосередньо на запалену шкіру при atopічному дерматиті, екземі, алергічних проявах, олія знімає подразнення та свербіж, за рахунок утворення тонкої плавки на поверхні, забезпечує оптимальний рівень зволоження та сповільнює процеси старіння.

Метою нашого дослідження було використання олії конопель у складі живильної емульсії для догляду за шкірою обличчя, дослідження фармако-технологічних та сенсорних властивостей опрацьованої емульсії.

Матеріали та методи. Об'єктом нашого дослідження були дослідні зразки прямих емульсій, компонентами олійної фази яких була олія конопель в концентрації 1-10 %, пропандіол 1-2 %, кислота стеаринова 1-3 %, гідрогенізована рицинова олія 5 %, фенілетиловий спирт 1 %