

## ОРГАНІЧНІ МОЛЕКУЛИ У КОСМОСІ ТА ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ

Боднарук В.І., Панкратов М.В.

Науковий керівник: Шпичак Т.В.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

varyabodnaruk@gmail.com

**Вступ.** Відкриття органічних молекул у космічному просторі розкриває нові перспективи в наукових дослідженнях, які покликані розгадати таємниці самого фундаментального явища – життя. Зараз, коли наш погляд на Всесвіт розширюється завдяки сучасним технологіям та обладнанню, дослідники виявляють органічні сполуки в космічних об'єктах, що створює надзвичайно важливий пласт знань для розуміння походження та розвитку життя.

**Мета дослідження.** Дослідження органічних молекул у віддалених космічних об'єктах у міжзоряному просторі, що може отримати унікальні відомості про хімічний склад та еволюцію галактик.

**Матеріали та методи.** Об'єктом нашого дослідження стало вивчення інформації щодо наявності органічних молекул у космосі. Для виконання поставлених завдань були використані методи аналізу та ознайомлення зі всіма доступними матеріалами, що дозволяють розкрити тему.

**Результати дослідження.** Ми вважаємо, що було б доречно почати не з наявності органічних сполук у космосі, а з того, як їх знаходять та досліджують. Одним із ключових досягнень в астрономії стало встановлення подібності хімічного складу між зірками та Землею. Першість у відкритті цього явища належить Ісааку Ньютону. У 1665 р. молодий науковець пропустив тонкий промінь сонячного світла через призму, підвісивши її в кімнаті, де у віконці був маленький отвір. Цей експеримент виявив, що світло розкладалося на відомі кольори веселки. Ньютон висунув гіпотезу, що біле світло від сонця включає всі ці кольори, і це стало визначальним.

Сто п'ятдесят років потому інший дослідник, вивчаючи більш ретельно розкладене світло, відкрив темні смуги в спектрі кольорів. Його висновок полягав у тому, що ці смуги виникають внаслідок поглинання речовинами у зовнішній атмосфері Сонця світла певних кольорів або хвиль певної довжини. Ці «лінії поглинання», як їх назвали, можуть збігатися із характерними довжинами хвиль світла, які поглинаються відомими речовинами на Землі, такими як водень, кисень, залізо, натрій, кальцій та інші. Вивчення спектрів випромінювання з інших зірок стало важливим науковим засобом для аналізу їхнього складу, температури та еволюції.

Аналогічна ситуація і з органічними молекулами. Для їх дослідження використовують спектроскопію та радіоастрономічні методи. Спектроскопія дозволяє аналізувати спектри електромагнітного випромінювання від далеких об'єктів. Органічні молекули мають характерні піки або лінії поглинання у своїх спектрах, які можна виявити в оптичному, інфрачервоному та радіо діапазонах. Радіоастрономічні методи включають спостереження радіохвиль, які випромінюються або поглинаються органічними молекулами у космосі. Це особливо важливо для дослідження хмар газу та холодних областей, де органічні молекули можуть існувати в умовах низьких температур.

А тепер щодо органічних сполук які вже були відкриті у космосі... Астрофізик Йосип Шкловський вперше акцентував увагу на необхідності пошуку спектральних ліній випромінювання молекул у радіодіапазоні. Конкретно він розглядав гідроксильний вільний

радикал ОН, який став першою частинкою в міжзоряному просторі, виявленою у 1963 р. під час радіоспостережень, доповнивши існуючий список відомих двохатомних міжзоряних молекул (CH, CN, CH<sup>+</sup>).

У 1968 р. були оприлюднені результати спостережень трьох і чотирьохатомних молекул, таких як вода та амоніак (H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>). А роком поспіль надійшла інформація про виявлення першої органічної молекули – формальдегіду (H<sub>2</sub>CO). З того часу астрономи щороку регулярно реєструють декілька нових міжзоряних молекул, а загальна кількість їх зараз перевищила дві сотні. Незаперечно, більшість у цьому переліку становлять прості сполуки, які містять від двох до чотирьох атомів. Та значну частину, а саме понад третину, складають багатоатомні органічні молекули (формальдегід, диметилловий ефір, метиловий і етиловий спирти, етиленгліколь, метилформіат, оцтова кислота).

Наземна спектроскопія виявила метан в марсіанській атмосфері через його смугу 3,3 мкм (Mumma et al. 2003). Фотохімічний час життя CH<sub>4</sub> в атмосфері Марса становить 340 років або менше.

Найбільший супутник Сатурна – Титан, є найцікавішою природною лабораторією в нашій Сонячній системі. Через низьку температуру (~94 K) і відсутність води в рідкому стані, це середовище є несприятливим для життя. Однак на Титані існує складний цикл вуглецю, який включає утворення метанових хмар і отримання вуглеводнів шляхом фотолізу. Він може мати незвичайну біологію на своїй холодній поверхні, де можуть існувати озера рідкого метану та етану. Космічний зонд «Гюйгенс» приземлився на Титан 14 січня 2005 року і побачив ознаки потоку рідини на його поверхні. Подібні відкриття значною мірою сприяли появі астробіології як галузі дослідження, розширивши діапазон можливих позаземних середовищ існування далеко за межами традиційного поняття «зони проживання».

Найдовшою органічною молекулою, яку було знайдено у 1997 р. в одному із щільних згустків молекулярної хмари ТМС-1 у сузір'ї Тільця є не зовсім звичайною для Землі сполука із класу ціанополіінів. Вона являє собою ланцюжок з 11 атомів вуглецю, до одного кінця якого прикріплений атом гідрогену, до іншого – атом нітрогену. Зважаючи на те, що ця хмара складається переважно з молекули ціанополіінів з вуглецевими ланцюжками різної довжини (3, 5, 7, 9, 11 атомів), вона отримала назву «ціанополііновий пік».

Ще одним відомим об'єктом, який вражає своїм «органічним багатством», є молекулярна хмара Sgr B2(N), розташована неподалік від центру нашої Галактики у напрямку сузір'я Стрільця. У цій хмарі було виявлено надзвичайно велику кількість складних молекул. Виявлення нових молекул, зокрема органічних, є завданням вельми складним, і науковці часто вважають за доцільне спрямовувати телескопи на ті частини неба, де ймовірність успіху найвища. Наразі, отримано значні знання щодо концентрації органічних речовин у молекулярних хмарах Тільця, Оріона, Стрільця, тоді як про вміст складних молекул у багатьох інших подібних хмарах відомості обмежені. Проте, це не заперечує факт відсутності там органіки – просто ці об'єкти залишаються маловивченими на даний момент.

Припущення можливості формування у космосі великих органічних молекул з'явилися в науковців досить давно. У недавньому минулому вони отримали фактичне підтвердження, коли складна органічна структура була ідентифікована на метеоритах і в хвостах комет. Проте детальні хімічні процеси, що призводять до формування таких структур, досі не з'ясовано.

Піримидин є попередником нуклеотидів, що входять до складу нуклеїнових кислот. Сліди піримідину були виявлені на метеоритах. Виявилось, що під впливом ультрафіолетового випромінювання піримидин здатний перетворюватися на урацил – один із нуклеотидів РНК.

Завершуючи своє дослідження, не можемо не сказати про найостанніші новини за досліджуваною темою. Навесні 2023 року NASA підтвердила спостереження телескопу Джеймс Вебб на екзопланеті K2-18b про наявність там метану, діоксиду вуглецю та можливу присутність диметилсульфіду. Лише живі організми, переважно морський фітопланктон, виступають джерелом диметилсульфіду на Землі. Цей факт може свідчити про можливу наявність життєвих форм на поверхні планети.

**Висновки.** Дослідження органічних молекул у космосі відкриває перед нами захоплюючий світ органічної хімії поза межами Землі. Виявлення цих молекул у віддалених космічних об'єктах є ключовим кроком у вивченні можливостей для астробіології та поясненні походження життя. Таким чином, органічні молекули у космосі стають ключовим елементом у розгадуванні таємниць життя в широкому масштабі всесвіту.

**ПОТЕНЦІЙНИЙ ІНГІБІТОР БАКТЕРІАЛЬНОГО TrmD:  
З РЯДУ 2-(4-ОКСО-5,6,7,8-ТЕТРАГІДРОБЕНЗО[4,5]ТІЄНО[2,3-d]ПІРИМІДИН-3(4Н)-  
ІЛ)-N-АРИЛАЦЕТАМІДІВ**

Васильченко В.С., Северіна Г.І.

Науковий керівник: Власов С.В.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна  
vickywonder00@gmail.com

**Вступ.** Метилтрансфераза TrmD, відома також як транспортна РНК-(N 1 G37) метилтрансфераза, є AdoMet-залежною метилтрансферазою, яка виконує синтез метильованого m1G37 в транспортній РНК (тРНК). У бактерій TrmD виявляється специфічним та необхідним для їхнього росту, відзначаючись особливою структурою білкового вузла для зв'язування з AdoMet. Пригнічення активності TrmD призводить до зниження синтезу m1G37-тРНК, що спричиняє зсув рамки +1 та передчасне припинення синтезу білка на рибосомі. У наших дослідженнях ми зосереджувались на створенні нових сполук, зокрема похідних 2-(4-оксо-5,6,7,8-тетрагідро[1]бензотієно[2,3-d]піримідин-3(4Н)-іл)-N-фенілацетаміду.

**Мета дослідження.** Вивчення значущості TrmD як молекулярної мішені у пошуках нових антибіотиків, наші дослідження спрямовані на розробку перспективних сполук для подальших експериментів.

**Матеріали та методи.** Органічного синтезу, молекулярний докінг, аналіз літературних даних та узагальнення результатів щодо інгібіторів TrmD. Використовувався порівняльний та загальний аналіз.

**Результати дослідження.** Гетероциклічні системи на основі піримідинових циклів, які включають тієнопіримідини, викликали значний інтерес серед вчених через їх широкий спектр фармакологічно корисних властивостей. Зокрема, встановлено, що тієнопіримідини володіють протипухлинною активністю. Незважаючи на перспективність естерних похідних, синтез 2-(4-оксо-5,6,7,8-тетрагідробензо[4,5]тієно[2,3-d]піримідин-3(4Н)-іл)-N-арилацетамідів не був представлений в літературі, і їх фармакологічна активність не досліджувалась.

На першому етапі одержано етил-2-аміно-4,5,6,7-тетрагідробензо[b]тіофен-3-карбоксилат 1 для двокомпонентної взаємодії з формаїдом при нагріванні. Ця реакція спрямована на отримання 5,6,7,8-тетрагідро[1]бензотієно[2,3-d]піримідин-4(3Н)-ону 2.