

УДК 579.2:663(091)

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ: ІСТОРИЧНИЙ ТА ІСТОРИОГРАФІЧНИЙ АСПЕКТИ БРОДІННЯ

Глоба О.Ф.

Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет
імені Григорія Сковороди

Дослідники з кінця XIX століття на наукових засадах почали досліджувати мікроорганізми та відкривати їхнє значення в різних галузях біології. Нам відомо небагато імен, що стояли у витоків дослідження такого цікавого явища як бродіння. Одне з цих імен – Луї Пастер, який у силу власних обставин був змушений присвятити себе вивченню бродіння. Луї Пастера вважають основоположником сучасної мікробіології. Вченим доказано, що бродіння є результатом життєдіяльності мікробів і встановлено, що різні бродіння викликаються різними мікроорганізмами. Ним фактично закладено наукові основи виноробства, пивоварінню, виробництву оцту.

Ключові слова: мікроорганізми, уявлення Ю. Лібіха, дослідження Л. Пастера та його біологічна теорія бродіння, дріжджовий грибок, пивоваріння, виноробство, виробництво оцту.

Постановка проблеми. Вивчення мікроорганізмів пов'язане з діяльністю багатьох учених. Серед цієї славетної плеяди – імена Луї Пастера, Л.С. Ценковського, Д.Й. Іванівського, І.І. Мечнікова, М.Ф. Гамалії, Д.К. Заболотного, С.М. Виноградського й багатьох інших. Але пріоритет у вивчення мікроорганізмів, що викликають бродіння належить Луї Пастеру, про якого відомо всім біологам й написано про цього геніального вченого чимало статей.

За словами К.А. Тімірязєва: «Життя вченого полягає в його працях. О працях Пастера так часто розповідали, в загальних рисах вони так доступні загальному розумінню, що, я вважаю, немає освіченої людини, яка не мала б про них хоч приблизної уяви...» [1, с. 5].

Зі слів доктора біологічних наук О.О. Імшенецького «існують в науці імена, блиск яких з роками не тускніє. Проходять десятиріччя, і заслуги цих вчених перед людством стають все більш значущими» [2, с. 3].

Термін «бродіння» був введений голландським алхіміком Ван Хельмонтом в XVII ст. для про-

цесів, що йдуть з виділенням газів (fermentatio – кипіння). Потім в XIX ст. основоположник сучасної мікробіології Луї Пастер показав, що бродіння є результатом життєдіяльності мікробів, і встановив, що різні бродіння викликаються різними мікроорганізмами [13].

Аналіз останніх публікацій. Працюючи над темою, нами виявлено низку літератури, присвяченої діяльності Луї Пастера, про його життя. В деяких із них можна детально ознайомитися з історією дослідження бродіння. Привертають до себе увагу книги Луї Пастера «Исследования о брожениях» переклад із французької під редакцією з коментарями професора Г.Л. Селібера, в якій розміщено статтю К.А. Тімірязєва «Луи Пастер». [1], О.О. Імшенецького «Луи Пастер (к 50-летию со дня смерти)» [2]. Познайомитися також з діяльністю Пастера можна прочитав праці: Дюкло «Пастер. Брожение и самозарождение, М., 1897», «Ученик и преемник пастера. Перевод под редакцией К.А. Тимирязева», біографічні очерки, що були видані в серії «Жизнь замечательных лю-

дей»: М.О. Энгельгардт «Луи Пастер. Его жизнь и научная деятельность» [3]; книги М.К. Бурди «Луи Пастер. Его жизнь и его открытия», 1896 [4], Рене Валлери-Радо «Жизнь Пастера», 1950 [5], М.Ф. Гамалії та ін. «Пастер. (1822-1895. Сборник статей)», 1946 [6], О.О. Імшенецького «Луи Пастер. Жизнь и творчество», 1961 [7], М. Мельника «Луи Пастер. Жизнь. Труды», 1923 [8], І. Мечникова «Биография Пастера», 1923 [9], Пастера Луї «Очерк жизни и деятельности одного ученого», за редакцією М.Ф. Гамалії [10].

Мета статті. На підставі опрацьованої літератури, обраної методології розкриття в історичному й історіографічному аспекті висвітлення дослідження бродіння, показати неочінене значення здобутку вченого, яке мало не лише практичне значення але й теоретичне.

Виклад основного матеріалу. Перші ґрунтовні відомості, як нам відомо, про світ невидимих належать голландському любителю-натуралісту Антоні Ван Левенгуку (1632-1723). Він сам виготовляв і шліфував лупи, добився збільшення розглядуваних предметів у 150-300 разів. З надзвичайним захопленням він систематично спостерігав різні препарати і незмінно їх описував (у краплі води, нальоті зубів, на комах, м'ясі та інших предметах). За час своїх спостережень над мікроорганізмами Левенгук написав 120 листів, в яких описував різноманітних мікробів у різних матеріалах. Пізніше він видав книгу «Таємниці природи, відкриті А. Левенгуком за допомогою мікроскопа» [11, с. 8].

Після відкриттів Левенгука інтерес до вивчення мікроорганізмів значно посилювався. Вийшов ряд праць, присвячених опису будови і зовнішнього вигляду різноманітних мікроорганізмів, найбільш поширених у ґрунті, воді та інших субстратах.

Простежуючи історію становлення дослідника як ученого, спостерігаєш нерідко різкі переходи від однієї проблеми до іншої, які бувають в їх діяльності. Не завжди зрозуміло причини таких змін. Так було і з Луї Пастером (1822-1895) на одному з етапів його діяльності, яка стосувалася хімії й кристалографії [1, с. 6; 2, с. 4-6] Луї Пастер народився 27 грудня 1822 року у містечку Доле [3; 4, с. 5-8; 7; 8; 9; 10, с. 2].

Із 1848 по 1857 рік ним було опубліковано більше 20 робіт, присвячених молекулярній дисиметрії [10, с. 26-29], і саме вони зробили його знаменитим серед хіміків і кристалографів. Імшенецький у своїй статті зазначає що саме вплинуло на зміну інтересів ученого. За його словами в якості мосту, який нібито з'єднає дослідження Пастера з молекулярної дисиметрії і з бродінням, стало наступне спостереження вченого. Один досить розповсюджений у природі пліснявий грибок (*penicillium glaucum* [10, с. 29]) потрапив до розчину оптично неактивної виноградної кислоти, і через деякий час розчин став оптично активним, оскільки грибок здатен був засвоювати лише «праву» винну кислоту. «Ліва» залишилася у розчині (Пастер розклав виноградної кислоту на дві винні, однакові за складом, але одна з них право обертаюча, інша – ліво обертаюча [3; 10, с. 25-29]). Так було вперше виявлено, що мікроорганізми можуть бути найбільш чутливими хімічними реактивами. У цьому випадку з двох однакових за складом кислот лише один

оптичний ізомер засвоювався грибом. І, на думку Імшенецького, ці досліди наблизили інтереси Пастера до такої проблеми як бродіння [2, с. 6-7]. Але у своїй статті Тімірязєв цей факт описується дещо трохи по-іншому, зокрема: «Досліджуючи розчин суміші двох досить собою схожих, але різних за своїми кристалічними формами органічних кислот, він помітив, що розводячи у цьому розчині пліснявий грибок, він зміг розрушити одну кислоту, зберігаючи іншу [1, с. 6; 3]. Цей факт взаємодії між мікроскопічним організмом і середовищем, в якому цей організм розвивається, послугував вихідним пунктом... Спостереження це призвело Пастера до вивчення явищ, так названого бродіння. Небагато, можливо, знайдеться в науці слів, якими у минувші дні так зловживали, як цим словом «бродіння»; майже усе, що стосується життя і організмів, а також усе можливі перетворення речовин присвячувалися до бродіння, а викликаючи їх тіла іменовалися ферментами. Деяким алхімікам сам філософський камінь представлявся чимось в роді ферменту» [1, с. 6]. За Енгельгардом такого переходу не було.

На зміну наукових інтересів зі слів Імшенецького вплинули й також деякі події особистого життя, зокрема в 1854 році Пастер призначений професором в університет у місто Лілль, що на півночі Франції, і яке вважалось центром пивоваріння, винокуріння й цукрової промисловості. З метою підняття авторитету університету, Пастер починає додатково читати спецкурс бродильних виробництв. До нього почали звертатися за порадою й допомогою цукровиробники й пивовари, що й стає вирішальним у подальших наукових дослідженнях вченого.

У кінці другої половині XIX століття, панувала хімічна теорія бродіння, прибічником якої був великий німецький хімік Лібіх Юстус Фрайхер фон (12 травня 1803, Дармштадт – 18 квітня 1873, Мюнхен). Лібіх мав думку, що бродіння і гниття не викликаються живими істотами, а відбуваються тому, що речовина, яка розпадається підлягає молекулярним коливанням, які здатні передаватися іншим речовинам і тим самим викликати або гниття або бродіння. Зокрема спиртове бродіння залежить від розпаду білка, коливання якого передаються цукру і викликають його перетворення у спирт та вуглекислоту. Таким чином, незалежно від характеру бродіння, воно, на погляд Лібіха, є чисто хімічним явищем. У своїх «Химических письмах» Лібіх писав: «Якщо б бродіння було наслідком життєдіяльності, то бродильні організми мали б знаходитися в усіх випадках бродіння» [2, с. 7]. Отже, на думку Лібіха, висловленої ще у тридцятих роках XVIII століття, бродіння – це хімічні явища, викликані в різноманітних тілах, в яких розкладаються білкові речовини [1, с. 6].

За словами Імшеницького саме це є причиною того, що Пастер почав свої дослідження саме не з спиртового, а з не вивченого ще молочнокислового бродіння. Свої досліди він проводив не з молоком – воно непрозоре і тому не зручне для спостереження помутніння, що настає в наслідок розвитку мікробів. Молоко було замінене прозорим синтетичним середовищем з цукром, в якому швидко розмножувалися мікроорганізми, цукор

зброджувався, а молочна кислота накопичувалася. Так у 1857 році було доведено, що це бродіння викликається живими мікроорганізмами [2, с. 7].

Проти саме вище згаданих поглядів Лібиха озброївся Пастер. Він виступив з теорією, що усі процеси бродіння – не прості хімічні явища, а результат взаємодії на тіла, що бродять мікроскопічно малих живих істот – мікроорганізмів. У цілій низці робіт Пастер провів власну думку, застосовуючи її до різних видів бродіння: молочнокислого, маслянокислого, спиртового, оцтового, й усюди діяльним початком виявлялося жива істота – дріжджовий грибок або бактерія [1, с. 6]. Пастер витіснив думку Лібиха щодо бродіння, провівши ряд дослідів. Тімірязєв надає приклад дослідів – дослідів, у якому Пастер довів, що білкова сполука, що розкладається не може бути причиною бродіння, оскільки бродіння виявляється і за відсутності усякої білкової сполуки, – цей класичний його дослід, в якому дріжджовий грибок живився за рахунок цукру, золи і аміачної солі. Отже, всі різні випадки бродіння зводилися до єдиного явища – розвитку мікроскопічного організму. Постали запитання. Звідки беруться ці організми і чи є вони причиною бродіння тощо. Пастер стикається з питанням ще більш ширшим і незрозумілим ніж саме бродіння: з питанням про походження простих мікроскопічних організмів [1, с. 6].

Вивчаючи збудників бродіння, Пастер вирішував велику теоретичну проблему, але одночасно він цікавився і роллю мікроорганізмів у виробництвах, пов'язаних із бродінням [2, с. 9].

Привертають увагу Пастера питання, пов'язані з виробництвом спиртових напоїв, де бродіння грає виключно й важливу роль. І, згодом у своїх знаменитих *Etudes sur le vin* – «Исследования над вином» й особливо *Etudes sur le biere* – «Исследования над пивом» він дає раціональну теорію цих виробництв і вчить, як розводити необхідні мікроорганізми, як проводити боротьбу з шкідливими [1, с. 7]. Отже, Пастер приділив увагу вивченню спиртового бродіння. Серією блискучих досліджень, які були виповнені з такою експериментальною майстерністю, що вони довгий час викликали подив і захоплення, і згодом було доказано, що спиртове бродіння викликається дріжджами й без них не відбувається. У подальшому з'ясувалося, що для бродіння зовсім не потрібна наявність білка, оскільки дріжджі можуть розмножуватися й зброджувати цукор у середовищі, яке містить в якості єдиної азотистої сполуки сірчаноокислий амоній. І, нарешті, був встановлений науковий факт, що мав принципове значення, – дріжджі можуть розвиватися без доступу повітря, і як наслідок, життя можливе і без кисню повітря [2, с. 7-8].

Це положення зустріло енергійне заперечення з боку вчених, які вірили, що без доступу повітря життя неможливе. Немовби у відповідь на ці заперечення Пастер відкриває новий вид бродіння – маслянокисле, збудники якого утворюють масляну кислоту і не лише не потребують в кисні повітря, але, й навпаки, повітря, діє на мікроорганізми згубно.

Дослідження Пастером бродіння повністю спростували усі уявлення Лібиха. Стало очевидним те, що де є в рідині живі істоти, там йде

бродіння, де їх немає – бродіння немає. Ніякі молекулярні коливання, рух часточок речовини або розпад білка, ніякий довгочасний дотик розчину цукру з повітрям не можуть викликати бродіння, якщо в розчин не потраплять і не почнуть розвиватися мікроорганізми. Пастер створив біологічну теорію бродіння. З його власних слів «бродіння єсть явище, яке супроводжує життя і утворення кулеподібних тілець, а не їх загибель і розпад» [2, с. 8].

Біологічна теорія бродіння зіграла величезну роль в розвитку науки. Вона не лише навчила розуміти причини бродіння і показала, що кожному бродінню відповідає свій збудник, але дала владу людині над невидимими живими істотами, навчила управляти цими бродіннями. Біологічна теорія бродіння поступово завоювала загальне визнання.

Дослідження бродіння визначили увесь подальший напрям робіт Пастера, усе подальше своє життя він присвятив вивченню мікробів [2, с. 8].

З історії мікології нам відомо, що у 1897 році німецький хімік Едвард Бюхнер (1860-1917) опублікував роботу «Спиртове бродіння без дріжджових клітин». У ній він експериментально показав, що «дріжджовий сік» (екстракт дріжджів) здійснює спиртове бродіння так само, як і живі дріжджові клітини. У 1907 році за це дослідження Е. Бюхнер був удостоєний Нобелівської премії [12, с. 27].

Багато уваги приділяв Пастер також виробництву оцту. Франція славилася вищими сортами оцту, який отримували з вина. Пастер довів, що цей процес викликає півка, що плаває на поверхні рідині і складається з мікроорганізмів [2, с. 9; 10, с. 49-50]. Якщо до Пастера виробництво оцту залежало від досвіду і вдачі майстра, – але і вони іноді не приводили до виробництва правильного оцту, процес окислення вина порушувався, оцет не виходив – то, після його досліджень отриманням оцту можна було керувати, слідкуючи за станом півки, тобто перейти до науково обґрунтованого виробництва оцту.

Однак, існувала галузь бродильної промисловості, в якій Франція відставала від своїх сусідів – Англії й Німеччині. Це стосувалося пивоваріння, і коли Пастер вирішив присвятити свій час мікробіології пивоваріння, то однією з причин цього, можливо навіть головною причиною, було намагання підняти у Франції згадану галузь промисловості. Як і все, що робив Пастер, його дослідження про пиво характеризуються продуманістю, ретельністю і глибоким ознайомленням зі станом питання. У результаті відвідування заводів з пивоваріння, бесід з майстрами і господарями заводів, ознайомлення з виробництвом пива в Англії, підбору історичних довідок тощо Пастер отримав можливість написати трактат про виробництво пива, умовах, при яких бродіння протікає нормально, причинах порчі пива тощо [2, с. 9-10].

Отже, у другій половині XIX ст., лише через два століття після відкриття А. Левенгука, великий французький вчений Луї Пастер розкрив роль мікробів у природі і в житті людини [11, с. 9].

Кожне відкриття Пастера в галузі мікробіології становило визначну віху не тільки в розвитку цієї науки, а й у розвитку біології взагалі.

На меморіальній дошці будинку, де була лабораторія Пастера, написано:

«Тут була лабораторія Пастера.
1857 рік – Бродіння.
1860 рік – Самозародження.
1865 рік – Хвороби вина і пива.
1868 рік – Хвороби шовкопрядів.
1881 рік – Зараза і вакцини.
1885 рік – Запобігання сказу» [11, с. 10].

Після відкриттів Пастера розвиток мікробіології пішов уперед швидкими кроками. Виникли окремі галузі мікробіології: медична, сільськогосподарська, промислова, загальна мікробіологія. У процесі розвитку мікробіології і пізнання таємниць світу мікроорганізмів в цій науці створилися нові розділи, як вірусологія, імунологія, епідеміологія, окремими розділами стали дослідження мікроорганізмів в альгології, протистології, мікології та інших науках [11, с. 11].

Висновки та рекомендації. Досягнення, висвітлені у трудах Пастера з бродіння стосуються спиртового бродіння і пов'язаного з ним виробства й пивоваріння, потім молочнокислого,

оцтовокислого і маслянокислого бродіння. Він зрозумів, що пояснити процес, що відбувається в банці з оцтом, – значить знайти ключ до розгадки цілого світу явищ. Ці дослідження не лише з'ясували біологічну природу бродіння, але паралельно роботам з бродіння сечовини та гниття білків з'ясували участь мікробів у круговороті речовин в природі. Пастер прослідкував за окремими етапами цієї величезної роботи, яку пророблюють мікроби на поверхні ґрунту, руйнуючи складні органічні сполуки до простих, які знову є матеріалом для синтезу. Саме цими дослідженнями було розпочато вивчення фізіології і біохімії мікробів та закладено початок вивчення геологічної життєдіяльності мікроорганізмів. Є важливим й той факт, що раніше про мікроби казали як об мікроскопічних істотах, що мають лише різну форму, а після досліджень Пастера почали говорити також о різних функціях мікробів і став можливий фізіологічний принцип в систематичі мікроорганізмів.

Список літератури:

1. Пастер Луи «Исследования о брожениях» / Луи Пастер. – М.-Л.: ОГИЗ – Сельхозгиз, 1937. – 48 с.
2. Имшенецкий А. А. Луи Пастер (к 50-летию со дня смерти) / А. А. Имшенецкий. – М.: Тип. им. Сталина, 1945. – 24 с.
3. Энгельгардт М. О. Луи Пастер. Его жизнь и научная деятельность / М. О. Энгельгардт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fictionbook.ru/static/trials/00/17/53/00175391.a4.pdf>
4. Бурд М. К. Луи Пастер. Его жизнь и его открытия / М. К. Бурд – Одесса: Тип. Южно-Русского общества печатного дела, 1896. – 16 с.
5. Рене Валлери-Радо Жизнь Пастера / Рене Валлери-Радо – М., Изд-во иностранной лит-ры, 1950. – 424 с.
6. Гамалея Н. Ф. и др. Пастер. (1822-1895. Сборник статей) / Н. Ф. Гамалея и др. – М.-Л.: 1-я тип. изд-ва Академии наук СССР. – 1946. – 52 с.
7. Имшенецкий А. А. Луи Пастер. Жизнь и творчество / А. А. Имшенецкий. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 70 с.
8. Мельник М. Луи Пастер. Жизнь. Труды / М. Мельник. – Харьков: Госизд-во Украины. – 1923. – 64 с.
9. Мечников И. Биография Пастера / И. Мечников. – М: Госиздат. – 1923. – 70 с.
10. Пастер Луи. Очерк жизни и деятельности одного ученого / Луи Пастер. Под ред. Н. Ф. Гамалея. – Б.М. и г. – 192 с.
11. Билай В. И. Микроорганизмы – друзья и враги человека / Вера Иосифовна Билай. – К.: «Наукова думка», 1982. – 150 с.
12. Леонтьев Д. В. Загальна мікологія: Підручник для вищих навч. закладів / Д. В. Леонтьев, О. Ю. Акулов. – Х.: Вид. група «Основа», 2007. – 375 с.
13. <http://bukvar.su/himija/45883-Istoriya-izucheniya-brozheniya.html>

Глоба О.Ф.

Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди

ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ: ИСТОРИЧЕСКИЙ ТА ИСТОРИОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ БРОЖЕНИЯ

Аннотация

Исследователи с конца XIX века на научных основах начали исследовать микроорганизмы и открывать их значение в различных областях биологии. Нам известно немного имен, стоявших у истоков исследования такого интересного явления как брожения. Одно из этих имен – Луи Пастер, который в силу своих обстоятельств был вынужден посвятить себя изучению брожений. Луи Пастера считают основоположником современной микробиологии. Ученым доказано, что брожение является результатом жизнедеятельности микробов и установлено, что различные брожения вызываются различными микроорганизмами. Им фактически заложено научные основы виноделию, пивоварению, производству уксуса.

Ключевые слова: микроорганизмы, представления Ю. Либиха, исследования Л. Пастера и его биологическая теория брожения, дрожжевой грибок, пивоварение, виноделие, производство уксуса.

Globa O.F.

Pereiaslav-Khmel'nitskyi State Pedagogical University
named after Hryhorii Skovoroda

RESEARCH OF MICROORGANISMS: HISTORICAL AND HISTORIOGRAPHICAL ASPECTS OF MASSAGE

Summary

Researchers from the end of the nineteenth century on a scientific basis began to study microorganisms and discover their significance in various fields of biology. We know a few names that were at the root of the study of such an interesting phenomenon as fermentation. One of these names is Louis Pasteur, who by virtue of his own circumstances had to devote himself to the study of fermentation. Louis Pasteur is considered the founder of modern microbiology. Scientists have proven that fermentation is the result of microbial activity and it has been established that various fermentation is caused by different microorganisms. They actually laid the scientific foundations for winemaking, brewing, and the production of vinegar.

Keywords: microorganisms, Yu Libiks presentation, L. Pasteur's research and its biological theory of fermentation, yeast fungus, brewing, winemaking, vinegar production.