

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

醱酵的生理學

巴士特著 沈昭文譯

商務印書館發行



紀念我的父親

前第一帝國的兵士，榮譽軍 (Legion of Honor) 的爵士。

我活得愈久，我愈明瞭你的心的慈祥，和你的思想的高尚。

我對於這裏的，和以前的研究之努力，都是你的教訓和模範所產生的鮮果。

現在我拿這篇著作獻給你，作為永久的紀念，聊表我的感謝。

魯意巴士特

引言

距今六十年前，法德兩國都捲入了戰爭的旋渦。當時有一個法國的學者，深痛德意志的蠻橫，就發了他那學者獨具的戇性，拿德國博恩大學（University of Bonn）賜給他的醫學博士證書，原璧退還。並附一函，請該大學立刻將其除名。後來又要求加入隊伍，爲國宣勞，終以身軀孱弱，未蒙錄用。至此，他那不可克服的精神，就引他到實驗室裏，去磨鍊科學的刀，準備和敵人相見於學術的戰場上。不到幾年，他已經完成了他的釀酵的研究。英國的著名學者赫胥黎曾經說過：『巴士特的釀酵研究，可以替法國償還賠款而有餘。』科學研究的價值，於此可見一斑。

巴士特於一八二二年生在法國巨辣（Jura）的多爾鎮。他的家裏，已經有三代是在多爾營製革業的。父親是拿破倫的兵士，曾經得過 Legion of Honor 十字勳章。巴氏的堅強的意志和奮發有爲的精神，都有不少是遺傳的。兩歲的時候，他的家庭一起遷移阿布爾（Arbois）。他的父親在那裏開了一個製革廠。巴士特稍長，就在那裏的 Communal College 上學。起先，他一天到晚

的釣魚和描圖，對於書本和學問毫無興趣。後來他明瞭了他家庭裏的經濟狀況，突然的用起功來，不久就養成了他那至死不懈的工作的慾。

阿布爾的學校，設備簡陋。巴士特因為要求高深點的學問，只得到白散松 (Besançon) 去。他對於化學一門有特別的興味，白散松的化學教授，屢次被他澈底的查問得莫可如何。有一次，那教授在窘急的時候，只得說：『先生可以問學生，學生不可以詢問先生。』

無何，巴士特在白散松的學校裏畢業了。母校聘他做教員，他擔任了不多時，到一八四二年，就去投考巴黎的師範學校。結果他被取第十四名。他認為不滿意，第二次再考，取得第四名。這回他大概多少有點滿足了，因為他立刻就開始上學。

在巴黎，他得着幾位著名的化學家的指導，專心一志的開始他那十六年繼續不斷的化學的研究。在這一方面的工作，當然要算結晶體的辨別。這可說是近代的立體化學 (stereo-chemistry) 的根源，沒有牠，就沒有現代的許多有價值的藥品，如著名的六〇六等。結晶的研究，引他到發酵的問題。在一八五四年，巴士特被派為李爾 (Lille) 的科學院長。就職後，就立刻實行

他所主張的純粹科學的實業化，舉行公開的關於釀酵的演講。李爾是以釀酒事業爲主的，得着他的指導，釀酒方法上改良不少。一八五七年，調任師範學校的理科主任。在那裏，他又繼續釀酵的研究。好氣的和嫌氣的細菌之發現，可算是這個時期的主要成績。

巴士特的釀酵的研究，打破了一個根深蒂固的見解。講到這種見解的發源，要推到上古的時代。希臘名哲亞里斯多特（Aristotle）有過這麼一句話：『乾燥的物質變溼，和溼的物質變燥，都能產生動物。』羅馬的弗吉爾（Virgil）曾經說過：『蜜蜂的源，是小牛的屍。』范赫孟（Van Helmont）說：『在滿裝了麥的器皿裏，安放少許污損的麻布。大約二十一天以後，麥即變成大鼠。』這種話，在當時是很有勢力的。在一七四五年以前，沒有人做過實驗來證明這話的虛實。到那一年，有個亞爾蘭的神父叫尼丹（Needham）的，密封着含有可腐爛的物質的器皿，然後加熱，結果仍有許多微細生物產生。因此他以爲已經證明了先哲的學說。在一七六三年，意大利的神父斯白蘭散尼（Spallanzani），重做了尼丹的實驗，不過加熱的時間較長。他的結論，是自然生產（spontaneous generation）爲不可能的事情。此後，試驗的人頗多，但是終沒有可靠的結果。到一八六〇

年，法國學術研究會 (French Academy) 懸賞徵求這問題的答案。當時巴士特也參加競賽，永久的確定自然生產是不可能的。反對他的人說他們已經證明這是可能的。學術研究會就指定幾個委員，當面監督他們重做各人的實驗。那天巴士特帶了許多儀器到場，但是反對他的人只得空手前來，設辭說天氣不適宜，請求延期。不過委員會沒有答應。巴士特當場試驗，證明他的報告，不是虛說的。

雖然，巴士特的最著名的工作是關於疾病的研究。他的醱酵的研究，引起了李斯德 (Lister) 的滅菌法和近代的外科手術。但是他自己，在一八六五年，受了法政府的委託，就開始蠶疾的研究。詳細的情形，我們不能在這裏多說，我們要曉得的，是他這一次又成功了。他探得了病源，替法國保留了他的主要實業，免除了幾百萬法郎的損失。

不幸，在從事蠶疾的研究的時候，忽然發生了局部癰疽症。不過他的腦力，並未因之俱損，可算是不幸中的幸。到一八七七年，他又開始工作，研究脾脫疽 (anthrax)。以前已經有人疑心這症是細菌所致的。巴士特證明了這種見解，並且發明了一種預防的手術。此後他又繼續的研究禽獸的

疾病，差不多都有美滿的結果。

巴士特的最後的，同時也是最重要的工作，是人疾的研究。他個人不過解決了癩咬病(hydrophobia)的問題；但是直接的或間接的得着他的鼓勵而發明的治療方法，在近代醫學史上，占很多的地位。巴士特所發明的癩咬病治療法，是用曾患該症致死的兔子的風乾脊髓，種入患者或無病者的身上。在一八八五年，阿爾賽斯(Alsace)有一個小孩叫 Joseph Meister 的，被瘋狗咬傷，特由其母送到巴士特處，請求其醫治。當時巴氏的方法，只在狗身上施行過；他並沒有治過人類。這一次，他極細緻的替那小孩注入他預製的乾脊髓，繼續十天。一月以後，到應該發病的時候，小孩確是很康健的在遊玩，一點也沒有瘋病的表示。

巴士特的功績，到那個時候，已經得到全國——簡直是全世界的頌揚。在一八八八年，巴黎的巴士特研究院(Pasteur Institute)舉行開幕禮，各國都有代表到會。當時的巴士特，真是南面王不如呢！在一八九五年，七十三歲的時候，他與世長逝，就葬在研究院裏。

這篇論文是巴氏的初期工作——釀酵的研究——的結晶。也是近代關於釀酵的學說的基

礎。我們閱讀之餘，不得不稍爲明瞭作者的奮發的精神和偉大的功績，可惜譯者的一枝禿筆，不能形容什一。這是要向讀者道歉的一點。

末了，譯者還希望我國的讀者，都發願做一個中國的巴士特，磨鍊出一把很銳利的科學的刀，和壓迫我們的人奮鬥一下。但是還應該注意的，是要具有（一）百折不撓的精神和（二）勇往直前，不顧一切的戀性。（巴士特在結婚的一天，已到行禮的時期，而巴氏確仍在實驗室裏工作。後來有個友人特爲去拖他出來，方纔行禮。這並不是賴婚，實在就是所謂勇往直前，不顧一切的戀性。）

十九年五月二十四日譯者記於杭州。

作者自序

我們的惡劣的命運，鼓動我去做這些研究。一八七〇年的戰爭結束後，我立刻開始工作，繼續不斷的直到現在。我有完成這些工作的決心，因為這些是有益而為我們不及德意志的一種實業。我深信我對於自己出的這個難題目，已經得着了一個確當的實用的解法。這個題目是要使一種製造法，在任何時季和地點，能够免除當時必須應用的花費很大的冷卻手術；同時又要能够無定期的保存其產物。

這些新的研究所根據的原則，和我研究酒，醋，和蠶病時候所引用的，是一樣的。這個原理，實在可以無限制的應用傳染病的病源學，照我的意見，或者也可以從這些原理裏，找到些意料不到的資料。

我從事研究釀酒事業，得着了一種新法。不過應用我這個方法，和試驗這新法所引為根據的新奇事實，究竟能够有什麼利益，我確不願冒險的發表些預告。科學的工作之價值，最好是讓『時

間」去估計。我也很明白實業上的新發明，難得能够在最初的發明家手裏，得着圓滿的效果。

我在克萊蒙費蘭 (Clermont-Ferrand) 的實驗室裏開始研究的工作。那時有該處理科學院的化學教授杜克勞 (Duclaux) 助我料理一切。後來我在巴黎 和坦通飛 (Tantonville) 的杜德兄弟釀酒廠，繼續實驗。杜德廠是公認為法國第一等的釀酒工場。我熱誠的感謝這幾位極力幫忙的朋友。此外克萊蒙費蘭附近的洽馬李 (Chamalières) 有一位技術很精的釀酒家孔恩 (Kuhn) 氏，馬賽的費爾登 (Valen) 氏，和萊姆斯 (Rheims) 的塔息尼 (Tassigny) 氏，都很懇切的供給他們的工場和產物，給我任意的運用，我特地在這裏表示謝忱。

一八七九年六月一日巴士特序於巴黎。

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

醱酵的生理學目次

一 酵母和氧的關係	一
二 浸入碳酸氣的甜果之醱酵	三六
三 答覆德國博物學家白雷弗和德勞貝二氏的批評	五一
四 右旋酒石酸鈣的醱酵	五六
五 嫌氣的生活的又一例——乳酸鈣的醱酵	六五
六 答覆一八七〇年李貝發表的評語	九一
附圖	一一八

發酵的生理學

一 酵母和氧的關係

科學的特性，在繼續不斷的減少未曾解釋的現象。譬如水果這樣東西，在外皮未經擦破的時候，很不容易發酵。但我們若拿果子聚成一堆，浸在牠們自己的甜汁裏，同時多少露些在空氣中，不多幾時，就會起發酵作用。眼見那堆果子，漸漸的發熱，漸漸的膨漲。碳酸氣不斷的逸出。同時果汁裏面的糖，也變成酒精。這種自然的現象，是非常奇特的。對於我們人類也是非常有用的。至於這種現象的來源問題，據近代的學說，我們可以知道的共有兩點：（一）這種現象是因植物細胞的生長而發生的，不過果汁裏面並沒有這種細胞的胚胎；（二）這種單細胞植物，種類很多，每種細胞，只能引起一種發酵作用。各種發酵作用的主要產物，雖然在性質上頗多相似的地方，成分上就頗有差異。附帶的產物也各不相同。就這一點看來，我們已經可以明瞭，為什麼市上酒類的優劣和價值，有這

麼大的差別。

我們既然發現了醱酵劑，並且得悉牠們的性質和起源；那麼果汁裏的自然的醱酵作用，可以說被我們窺破了牠的神祕了。我們可以進一步的問，這些作用，是否仍不能用普通的化學定律來解釋？我們可以立刻看出醱酵作用在化學和生物學的現象中，佔了一個很特殊的地位。我們現在方纔曉得使醱酵作用具有某種特殊性質的，就是我們通常稱為醱酵劑的那些細微植物的生活狀況。這種狀況和其他的植物完全不同；其所引起的現象（即醱酵作用），也和通常的現象兩樣，可以說是生物化學裏的例外。

稍微用點腦力，就可以明白這種酒精醱酵劑（alcoholic ferments），必定能够在沒有空氣的地方繁殖，同時也能發生效力。我們可以拿巨辣（Jura）的釀酒方法做個例：他們拿採集的葡萄，一束一束的放在樹下的大木桶裏，然後拿葡萄摘下來。有外皮擦傷了的，也有全沒有破裂的，連果帶汁的一起都混合在桶裏。這混合物，就叫做釀造葡萄（vintage）。裝滿了以後，各桶的葡萄，都併入琵琶桶，再運到深窖裏的大缸裏。常例裝入的果量，不得過缸的四分之三。不多幾時，就起醱酵

作用。碳酸氣從直徑不過四英寸的孔裏逸出。這樣的攔了二三個月，所造的酒，纔可以抽出來用。

照以上的情形看來，缸裏的酵母，大致是沒有和氧接觸而能够自然的生長和繁殖的。但在開始工作的時候，牠們不是絕對和氧隔絕。而且若沒有微量的氧預先滲入，以後的變化必不能發生。因為當葡萄自小枝摘下的時候，牠們就已經和空氣接觸。那外皮擦傷了的葡萄所放出的果汁，又吸收了微量的空氣。這些空氣，在發酵作用開始的時候所發生的效力，非常重要。牠能使那佈滿在果皮和小枝上的發酵劑芽胞（spores of ferment）得到生活的力量（註一）；但是這微量的空氣，成分實在極少，——已經摘去小枝的葡萄更少。至於和果漿接着的空氣，等到發酵作用開始，立刻就受碳酸氣的排擠。所以我們可以說，桶內大部分的酵母，是在沒有氧——無論是遊離的，或溶解的，——的環境中長成的。這是個重要的問題；將來我們還要詳細的說明。我們現在的目的，是要表明我們從通常釀酒法上得到的見解。這種見解，概括的說，就是酵母的芽胞長成細胞後，可以不需氧的存在，而自動的發育和繁殖。又酒精發酵劑有特殊的生命，是在其餘的動植物中不常看見的。

關於發酵劑，還有一個很特殊的性質：就是微量的酵母，可以分解很多的糖質。通常動植物界

的慣例，是吸收的營養素和消耗的食物，大致相等。即有差別，也不會很大。酵母就不同。定量的酵母，可以分解十倍，二十倍，甚至百倍，或百倍以上的糖質。這話我們等一刻就可以用實驗證明。在這裏我們可以概括的說，酵母和糖的比例，雖然是隨着各種情形而有一定的變更的（這種情形，以後就會講到），在重量上，被酵母分解的糖，確是太不均稱。

我們不憚煩勞，再說一遍。世上所有的動植物，在尋常生理學的狀況之下，決不會有和醱酵劑相同的行爲。所以我們可以說，酒精類醱酵劑，至少有兩個特性：（一）牠們可以在沒有空氣的——即沒有氧的——地方生長；（二）牠們可以分解重量和牠們本身大不相稱的物質。分解的多寡，雖然沒有一定，而產物的重量，和牠們本身的重量，太不相稱。這兩個事實，很爲重要。而且對於醱酵的理論，有很密切的關係。我們現在用精確的實驗，來證明牠們的虛實。

我們現在要解決的問題是：（一）酵母是否確爲嫌氣植物（anaerobic plant）（註1）（二）在我們所供給牠的各種情形之下，究竟可以使幾多糖質醱酵？下述的實驗，就是爲這兩個問題而做的。我們用的是個容量三呎（五派脫）的雙頸燒瓶。一個頸上接着一個曲管，預備氣體逸出。這

有一個在右邊的（見第一圖），頸上裝着一個玻製的栓。我們用純粹的酵母液，加了百分之五的糖漿，裝滿着這個燒瓶，連玻栓上面曲管裏都絕對找不到微量的空氣。不過在未曾裝入瓶的時候，這人工配製的麥芽汁（即加了糖的酵母液），已經先在空中放着多時了。我們再用磁皿裝滿了水銀，放在很穩固的架上，剛巧可以給燒瓶上的曲管插入。右邊玻栓上面，有容量一〇立方厘至一五立方厘的筒形漏斗。我們放入五或六立方厘的糖液，並且加入微量的酵母，使牠在攝氏二〇至二五度的溫度起釀酵作用。這微量的酵母，繁殖得很快。不多幾時，在漏斗的底上，就可以看見少許沉澱的酵母。到那個時候，我們打開了玻栓，漏斗裏一部份的液體帶着了沉澱的酵母，沿着頸口流下。這樣放下去的酵母，足以飽和燒瓶裏的糖液。我們用這個方法，可以隨意的增減滲入的酵母。我們因此可以放入極微量的酵母。酵母在瓶裏很迅速的繁殖起來；同時釀酵作用開始，產生的碳酸氣，也被擠到水銀槽裏。不到十二天，瓶中的糖都化爲烏有。釀酵作用也就此停止。那時在燒瓶的邊上，可以看見一層粘着了的酵母。我們拿牠刮在一處，設法使牠乾燥，然後用天秤一稱，結果共有二・二五克（二四克林 strain）。這個實驗中所產生的酵母，如果必需氧來維持生活，只得吸取糖液在