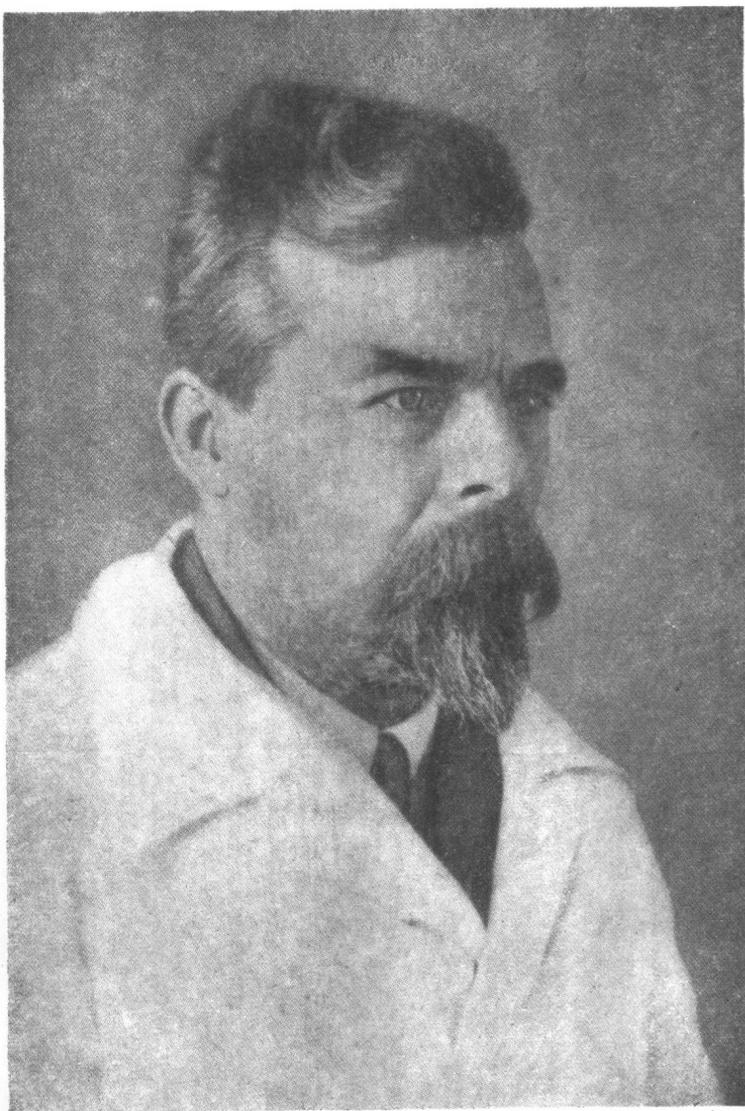


植物生物力能学的基本原理

В.О.塔乌松 著



Atkinson

1894—1946

目 录

符拉季米尔·奥托諾維奇·塔烏松.....	И. А. 馬克西莫夫院士 (1)
在碳氢化合物的微生物学分解方面 B. O. 塔烏松的著作的理論上和实践上的 意义.....	C. И. 庫茲涅佐夫 (6)
B. O. 塔烏松——生物学合成放热理論的創始人.....	И. Я. 維謝洛夫 (10)

第一部分 微生物对于稳定化合物的分解

論微生物对于石蜡的利用.....	(23)
基——細菌的碳素来源.....	(35)
細菌对于菲的氧化.....	(64)
論微生物对于蜡的氧化.....	(97)
微生物对于稳定化学化合物的分解.....	(105)
論在存在碳氢化合物的情况下細菌对于硫酸盐的还原.....	(130)
論在硫酸盐还原时細菌对于环状化合物的分解.....	(159)
論細菌对于植物树脂的氧化.....	(166)
石油的細菌性氧化过程的总方向.....	(176)

第二部分 微生物的能量轉化

微生物生物力能学研究中的热量測定法.....	(182)
霉菌在氧化石蜡和蜡时的能量关系.....	(207)
論霉菌的基本代謝.....	(222)
論异养型微生物的实际能量利用.....	(250)
論生物力能学关系与营养物质結構的相关性.....	(259)
延續培养法与霉菌的基本代謝強度.....	(280)
論异养型微生物对于羧基的还原.....	(305)
論苹果酸在植物細胞的新陳代謝中的作用.....	(319)
論霉菌体軀中的生活細胞与死亡細胞的数量.....	(323)
黄麴霉 (<i>Aspergillus flavus</i>) 在不同营养条件下的力能学关系.....	(331)

論黃麴霉 (<i>Aspergillus flavus</i>) 对于脂肪的累积	(338)
論霉菌对于二元酸的氧化	(343)
論霉菌的呼吸作用的力能学	(352)
細胞的合成作用的力能学	(369)
論黃麴霉 (<i>Aspergillus flavus</i>) 的脂肪累积的条件与孢子的形成	(389)
脂肪形成过程的力能学	(402)
論合成作用与呼吸的关系	(428)
异养型生物的同化作用的力能学	(441)
植物生物力能学发展的基本特征	(447)
論光合成及化学合成的产物	(461)
参考文献	(479)
B. O. 塔烏松的著作目录	(495)
人名索引	(498)
名詞索引	(502)

符拉季米尔·奥托諾維奇·塔烏松

(1894—1946)

Н. А. 馬克西莫夫院士

已故的符拉季米尔·奥托諾維奇·塔烏松(Владимир Оттонович Таусон)教授的名字系为苏联的生物学家和国外的学者所熟知。符拉季米尔·奥托諾維奇廿多年的紧张科学活动,在生物科学领域中留下了不可磨灭的功績。从論述微生物对于不同稳定化合物的分解的第一篇論文,直到逝世前几天所作的最后一次报告“論光合作用及化学合成的产物”,B. O. 塔烏松的全部研究成果一直吸引着人們的最大注意。这显然是因为符拉季米尔·奥托諾維奇所从事的生物学问题的巨大意义、他的独创的研究方法、以及对于所得結果的深广解释(它們使科学上升到了新的水平并成为进一步研究的基石)而产生的。

B. O. 塔烏松于1894年生于里亚贊(Рязань)。1924年,他唸完了国立莫斯科大学物理数学系自然科学科“植物生理”(微生物学)专业,并旋即担任季米里亚捷夫科学研究所(莫斯科)的一級科学研究员和作为莫斯科大学植物研究所的研究生。在提前完成了研究生的学习任务后,符拉季米尔·奥托諾維奇順利地通过了学位论文“細菌对于菲的氧化”的答辯。往后,他一直担任沃罗涅日兽医学院生物化学教研室的一級助教、木材研究所的一級科学研究员、和谷物研究所生物化学及微生物学实验室主任。从1930年起,便主持教育人民委员会(Наркомпрос)微生物研究所普通微生物室的工作。1938年12月,实验室併入苏联科学院 K. A. 季米里亚捷夫植物生理研究所并改組成为生物力能学实验室。B. O. 塔烏松在逝世以前一直是这个室的领导人。

除了研究工作以外,符拉季米尔·奥托諾維奇在一段时期內(1932—1935)也从事过教学活动,在莫斯科大学普通微生物学教研室担任“微生物的地質活动”課程的讲授。

1935年,符拉季米尔·奥托諾維奇获得了教授职位和生物科学博士的学位。由于卓越的科学活动,他在1945年荣获“荣誉勳章”及“1941—1945年伟大卫国战争期間

英勇劳动奖章”。

符拉季米尔·奥托諾維奇·塔烏松是从独创地研究微生物利用石蜡作为营养介质中碳的唯一来源开始自己的科学活动的。业經証实,石蜡可以作为許多微生物类羣——不論是嫌氧性硫酸盐还原細菌,或是需氧性霉菌——的碳素营养的唯一来源。在关于微生物利用环状化合物的进一步研究中,他更揭露了微生物在其生长期間利用营养物質的規律性,并借助这些成果总結了一切生物体的生命活动的規律。在选定了理論性探討的独创道路以后,作为一个大胆的实验家和好学不倦的学者,B. O. 塔烏松建立了自己独创的研究方法,并深思熟慮地挑选了适宜的研究对象。

从嫌氧性硫酸盐还原細菌到高等綠色植物——这中間存在着很大的距离。然而符拉季米尔·奥托諾維奇却以自己的生物学合成放热理論为基础,巧妙地将它們联成了一个整体。

B. O. 塔烏松选择了直接及間接測热法作为研究有机体的生长及其利用营养物質的过程的主要方法。他并指出,利用这种方法比用近代的生物化学研究法能够更深入地揭露生活細胞中所进行的众多过程的实质。

符拉季米尔·奥托諾維奇对于当代极为流行的,认为有机体内的生物学合成作用是一种吸热过程,而呼吸是这一合成作用的能量来源的观点进行了严厉地駁斥。根据自己的无数实验及对文献中所积累的大量事实的批判分析,他得出了一个在理論上具有重要意义的結論——生活細胞中的合成作用是一种放热的过程,而后者是热力学第二定律(熵律)的特殊的、为生物学过程所专有的表现形式。

当时,K. A. 季米里亚捷夫曾对活力論給予了致命的打击;指出了热力学第一定律对于合成作用,对于植物的叶綠素器的功能的适用性。符拉季米尔·奥托諾維奇·塔烏松是这位伟大的俄国生理学家-达尔文主义者的事业繼承人,他在我們这一时代竖起了 K. A. 季米里亚捷夫的研究生命过程的力能学的旗帜。

在“細胞的合成作用的力能学”一文中,B. O. 塔烏松写到:“看来,有許多学者,如果不是极大多数的話(Euler, Meyerhof, Szent-Györgyi)等,认为,在諸反应及过程間有着能量上的、但无物質上的联系是完全可能,乃至普遍存在的。他們还认为,这里显然有能量的轉移发生。不过它的机制尚未为人們所熟知,因为关于这一問題通常很少提及。Meyerhof 提出的、为大家所公認的葡萄糖由乳酸再合成的机制的概念,可以作为这一問題的明显例証。实质上,即使认为呼吸过程是部分营养物質充分氧化为二氧化碳和水,从而供給合成作用以能量的概念也是基于假設在此二过程間不存在物質上的联系,而仅发生能量由前一过程向后一过程的轉移。”(見本书第 371 頁)

与 Meyerhof 的論点相反, 塔烏松认为, 在合成作用的自动进行的过程中常伴随着能量的释放。根据塔烏松的見解, 并不是乳酸再合成为葡萄糖, 而是所有的乳酸分子不断地氧化(伴随着氧的吸收及 CO_2 的放出), 成为某些能够独立地、放热地合成葡萄糖的产物。

基于这一論点, 塔烏松在其全部工作中利用极为准确的测热法实际地查明, 在呼吸的二氧化碳的能量当量与营养物质的碳的利用系数間并不存在着一致性。在利用二元酸作为碳的唯一来源的合成介質中培养青霉 *Ad_1* (*Penicillium* sp. *Ad_1*) 的实驗証明, 二元酸的碳的利用系数与二氧化碳的能量当量的数值并不相同。这只能用合成过程中的放热及这一数值上的差异是这种放热的直接的、不可避免的结果来解释。能量利用的理論計算与实驗中直接测得的结果非常一致。

B. O. 塔烏松曾对生物学合成放热理論的基本原理作了如下的闡述: “异养型的合成是原始营养物质放热地改建成为生活細胞的組成部分, 并伴随着碳的氧化、被氧化的碳以 CO_2 的形式逐出、以及能量的释放。合成作用及其各个反应的放热并不需要自外界輸入能量, 因而不需要以“呼吸作用”作为能量的来源。与业經确立的見解相反, 为“呼吸”所特有的某些現象, 比如氧的吸收、二氧化碳的泌出、以及能量的释放, 并不是实现合成作用的必定条件。它們只不过是能导致細胞組成部分的合成的、原始营养物质的碳鍵放热改組的必然結果。”(見本书第 387 頁)

比如說, 在利用二元酸的情况下, 高度还原态的、富含能量的化合物的合成, 根据塔烏松的見解, 是通过高还原值的碳原子由于羧基的分离以二氧化碳的形式累积而成的。往后, 由于氧化及醇醛縮合, 形成了具有較长碳鏈的化合物, 这些反应并不需要自外界吸收能量, 因为放热本身已导致了后者的释出, 同样地, 与公认的认为在异养型的合成过程中羧基可能被还原的概念相反, 符拉季米尔·奥托諾維奇举出許多实例証实了在植物体的正常生存条件下产生类似过程的不可能性。

B. O. 塔烏松并不曾将自己仅仅局限在实驗工作的狭小領域中。他始終力图进行尽可能广泛的、具有科学根据的理論总结。根据自己的生物学合成放热理論, 他认为, “异化产物”、发酵产物——醇、有机酸等——在需氧及嫌氧条件下的累积是“不完全合成”的结果。符拉季米尔·奥托諾維奇利用許多实例証实了这一原理。比如說, 誰都知道, 氧的缺乏会导致酵母形成大量的醇; 而相反的, 增加通气則能显著地减少醇的产生, 并促进酵母細胞的生长。根据塔烏松的見解, 这是因为, 在缺氧条件下形成的乙醛是氢的唯一受体, 在与氢結合后, 便轉变为醇。可是在具有氧时, 后者能接受氢, 因而乙醛进一步轉化, 导致了細胞物质的合成。由此, 合成过程的破坏往往会导致大量的所謂“不完全合成”的异化产物的累积。

B. O. 塔烏松是一个彻底的达尔文主义者。他把达尔文学說看作是認識有机界的系統发育和生活細胞及复杂机体的重要生物化学及生理学过程发展途径的强有力的武器。

在研究了石蜡及其他碳氢化合物的微生物学分解过程、硫酸盐的还原、以及微生物在改造燃料矿物中的作用以后,符拉季米尔·奥托諾維奇提出了一个独创的、大胆的假說:原始生物是在无氧环境中生活和发育的。作为它們的代謝基础的并不是碳水化合物(这种物质在当时显然不可能存在),而是碳化物,具有部分羟基碳鏈的丁醛醇型的化合物及与其相似的物质。

根据塔烏松的理論,原始生物完全能够适应乙醛及其縮合产物。当由于光合作用在大气中出现了游离氧及形成碳水化合物后,它們則必須或是具备借助 Cannizarro (Канницаро) 内分子反应将伯醇基轉化为甲基的能力;或是寻找获取現成的、仅具有部分羟基的化合物的新的途径。在这些原始生物中,一部分被塔烏松称为“环状化合物”的微生物能够利用苯环和多环化合物;而另一部分——被塔烏松发现的“胆甾醇”、“石油”微生物則具有利用饱和的碳氢化合物及聚烯烃化合物的能力。

有趣的是,这些微生物能够利用許多在我們看来是没有用处的碳氢化合物作为营养。但却不能凭借良好的活性碳素来源(例如葡萄糖)进行生长和发育。因此,塔烏松将这类微生物列为特殊的类羣(“不需要碳水化合物的微生物”)。

利用上述研究及自己关于原始微生物的生理学的假說, B. O. 塔烏松将远古的地质时期与我們当代联系了起来。沿着这条道路,可以运用現代的科学观点审視我們地球的过去。符拉季米尔·奥托諾維奇由于不幸夭折,只来得及揭开令人激动的往昔景象的一隅。我們这一代学者的任务便是要繼承他的事业,更多地揭露自然界的这一秘密。

符拉季米尔·奥托諾維奇是一个严格的实验家、伟大的学者、也是一个卓越的匠师。通过他的双手,制作出了許多在构思和构造上都是极为独到的实验仪器。无怪乎他所选择的测热分析法是解决有关生物能的最困难問題的强有力的武器。在战争的艰苦年代里,作为一个学者、設計師和匠师,符拉季米尔·奥托諾維奇疏散至卡拉套(Кара-тау)城后,利用最简单的设备进行了极为完善的橡胶草及其他植物的試驗。因此,他之所以能够利用“实验用蛙”(塔烏松对其喜爱的研究对象——黄麴霉 *Aspergillus flavus*——的称呼)作出如此优秀的科学成績,显然不是一件不可思議的事情。由于具有多方面的才能、向目的銳进的意向和热爱劳动,符拉季米尔·奥托諾維奇創立了一系列的理論和假說。这些理論和假說目前虽然还不曾为大家所公認。然而它却使得我們不能不从完全另一个角度去审視許多問題,这正是 B. O. 塔

烏松的伟大功績所在。同时,必須強調指出的是,在生物学的这一重要领域中,苏联科学的先进地位是与 B. O. 塔烏松的工作分不开的。

符拉季米尔·奥托諾維奇曾撰写了四十多篇科学論文和两本专著——“微生物的遗传”和“微小生物的巨大作用”(它們都曾为广大的讀者閱讀过)。但远不是他的所有著作都已——发表。在自己的同事和学生中間,符拉季米尔·奥托諾維奇曾就新陈代謝的許多主要問題、植物生物力能学的发展方向和远景、光合成及化学合成等問題发表了极为深刻的、饒有趣味的見解。塔烏松在逝世前几天于討論光合成的會議上所作的最后一次报告,又一次地証明了苏联科学界拥有一位多么好学不倦的、具有多方面学識的学者。

苏联科学院 K. A. 季米里亚捷夫植物生理研究所与苏联科学院生物学部出版 B. O. 塔烏松选集的目的,是为了使其成为植物生物力能学(符拉季米尔·奥托諾維奇是这一学科的創造人)的进一步发展的坚实基础。在选集中,編入了 B. O. 塔烏松得以建立生物学合成放热理論的研究成果。他的另一个方面的著作——微生物的地质活动与进化——不曾編入本选集。

选集分两部分,第一部分为 B. O. 塔烏松論述微生物对于稳定化合物的分解的著作,这些关于微生物氧化碳氢化合物的研究是 B. O. 塔烏松在微生物的能量轉化方面建立新的学派的基础。有关后一方面的著作已編入本选集的第二部分。

在 B. O. 塔烏松的著作的前面,我們选載了 С. И. 庫茲涅佐夫(Кузнецов)論在碳氢化合物的微生物学分解方面符拉季米尔·奥托諾維奇的著作的理論上和实践上的意义及 И. Я. 維謝洛夫論 B. O. 塔烏松对于生物学的新領域——植物生物力能学的发展等两篇文章。

本选集中所刊載的 B. O. 塔烏松的全部論文均按照它們原先在不同杂志上的发表形式予以刊出而不曾进行任何更改。在每篇論文的后面,指出了杂志名称、刊載处、卷、号、頁数、以及出版年份。由于技术上的原因而进行的唯一变更,是将原来每篇論文所具有的文献目录彙集成了总的目录,并刊于全书的后面。选集的正文中所援引的文献均以此目录的順序数字表示(列在作者姓名之后并置于方括号中)。

参与本选集的編輯工作的是符拉季米尔·奥托諾維奇的最亲近的学生: 生物学博士 А. А. 普罗科菲耶夫(Прокофьев)教授、生物学博士 И. Я. 維謝洛夫、生物学碩士 В. Э. 庞托維奇(Понтович)。

在碳氢化合物的微生物学分解方面

B. O. 塔烏松的著作的理論上和实践上的意义

C. II. 庫茲涅佐夫

早在 1923 年, 当 B. O. 塔烏松还是莫斯科大学的学生时, 便选定了“黄麹霉 (*Aspergillus flavus*) 对于石蜡的分解”作为自己毕业論文的題目。在此以前, 文献中仅具有 Rahn、Söhngen、Wagner 等人的論述微生物(細菌和霉菌)分解碳氢化合物的可能性的个别記載。至于微生物在分解自然界中碳氢化合物型的稳定化学化合物的作用問題則根本不曾涉及, 而对这些微生物的生理学研究也进行得很少。

在从事这一工作时, B. O. 塔烏松不曾仅局限于能分解不同碳氢化合物的微生物区系的形态学研究, 而是更仔细地研究了解过程的机制、碳氢化合物在其氧化过程中的中間分解产物、过程的經濟系数、以及能量关系。他在研究植物有机体的生物力能学及新陳代謝方面的特点, 是論述不会导致植物正常生命活动的显著破坏的不同生理条件、营养物質的化学結構等对于整个有机体的合成活动的影响。B. O. 塔烏松认为, 这种研究方向实质上是生理学的: 在他的研究工作中虽然也广泛地采用了生物化学方法, 但后者毕竟是仅具有从属的、輔助的意义。

B. O. 塔烏松对于碳氢化合物氧化細菌的形态学及生理学的研究, 主要是在其科学活动的初期(1925—1935)进行的。总的說来, 它們对于生物力能学問題的解决, 有着一定的輔助意义。但所获結果也有着很大的独立价值, 因为它有助于闡明这类細菌在作为地质作用因素时的意义。

B. O. 塔烏松关于碳氢化合物的微生物学分解方面的著作可以分为两大类: (1) 专性微生物区系的需氧性分解; (2) 反硫酸化細菌对于碳氢化合物的嫌氧性分解。

在自己的第一篇論文中, B. O. 塔烏松指出, 真菌黄麹霉(*Aspergillus flavus*)对于石蜡的氧化, 可能是通过形成酯作为中間产物而进行的。在关于这一問題的进一步研究中, 他更指出, 某些植物蜡和动物油脂(它們都是酯类)也很容易遭受这种真菌的分解。

在仔细地研究了黄麹霉(*Aspergillus flavus*)氧化石蜡的过程以后, B. O. 塔烏

松指出,其他的微生物(特别是細菌)也能氧化开鍵的碳氫化合物。

往后,在 1927—1929 年, B. O. 塔烏松发表了几篇詳細地論述环状碳氫化合物的細菌性分解过程的論文。就問題的幅度、深度、及所得結果而言, B. O. 塔烏松的工作远远地超过了外国学者在这一方面的所有成就。

正是从这些著作中,特別显著地表明了 B. O. 塔烏松作为一个学者的主要特点。他从来不曾将自己局限在單純的實驗室研究的狹小領域中,而是不断地通过对于自然界的观察,获得新穎的見解和对既定任务的新的解决途径。他的努力得到了应有的报答,关于液态碳氫化合物的細菌性分解問題的最初失利,就是通过这种研究方法得到战胜的。

符拉季米尔·奥托諾維奇在自己的传略中曾經写到,在古里伊斯克(Гурийский)石油区所进行的石油层的天然露头及石油井的观察,使他得出了关于石油易熔部分的細菌性氧化的外界条件的肯定結論。这些原则在人工培养中的应用获得了良好的結果:通常根本不含能氧化苯及其同系物的細菌的土壤,在这些条件下能使許多細菌种类(特别是氧化甲苯的細菌)获得极为良好的发育。

B. O. 塔烏松詳尽地研究了单环化合物的分解問題。他分离出了 7—8 种能够分解苯、二甲苯、和甲苯的細菌,并对甲苯細菌进行了极为仔細的研究。业經查明,某些种类的細菌极为专性并仅能分解甲苯,和在某种程度上,可分解二甲苯和乙苯。但另一些細菌則除了单环的碳氫化合物外,还能利用由三环构成的菲。因此,通过 B. O. 塔烏松的工作,可以清楚地看出,曾被認为是万能防腐剂的甲苯却正是許多微生物的营养介質。进一步的研究証明,双环化合物(例如联二苯和萘)乃至三环化合物(菲和蒽)也能遭到同样的分解。

除了分离适宜的細菌种外, B. O. 塔烏松的极大部分的工作是在于研究分解的中間产物。为此,将分离出的、能分解碳氫化合物的純种細菌,接种在含有相应的碳氫化合物或酸的矿質介質上。这样,便可以推知它們在分解萘或菲时的产物。获得的結果使 B. O. 塔烏松得出了这样的結論:細菌对于菲的氧化,与氧化萘时的方式不同。在这一过程中,菲分子的中央环的結構有着很大的意义。非常可能,它們是对称地破裂成为正羟基苯醌,因为由后者形成的水楊酸很容易为 *Bac. phenanthrenicus* 所吸收。

除了純碳氫化合物外,符拉季米尔·奥托諾維奇也从事了天然石油、萜烯、及油脂氧化的研究。

从这些研究中也已查明,早先認为不可能被微生物利用的萜烯和树脂(更不必說石油),在适宜的条件下能迅速地被微生物所分解;誠然,在微生物分解煤油和石油

时,有部分組成不致遭到破坏。但这在很大的程度上是取决于所用微生物品系的特性。

正如 B. O. 塔烏松所指出的,在这种情况下,微生物首先是利用石油中的不飽和化合物,随后則利用飽和碳氫化合物并重新形成不飽和的中間产物。通常所看到的、在石油的細菌性氧化时,皂化值的显著增高說明了高級脂肪酸及环烷酸的形成。而后者也能遭到进一步的矿化。比如說,早在 1934 年,符拉季米尔·奥托諾維奇便根据对于多索尔(Доссорский)石油的研究,作出了环烷烴可能遭受細菌性分解的結論。

所有这些工作对于闡述微生物在蓄水池的天然淨化及由地球內部移至地表的碳氫化合物的矿化等的作用方面有着很大的意义。但是,他对芳香族化合物在嫌氧条件下的分解的研究有着更大的理論价值。在研究这一問題时,符拉季米尔·奥托諾維奇強調地指出了石油的存在与伴随这种石油的水分中的硫化氢的形成的发生学上的联系。这种发生学上的联系使他不只一次地着重指出了反硫酸化細菌在石油的形成和分解过程中的作用。他的最初試驗便已毫无疑问地証明,反硫酸化細菌能很好地利用石蜡作为碳的唯一来源。热化学的計算指出,在具有高級烷时細菌利用硫酸盐中的氧,氧化飽和碳氫化合物的过程中,不飽和的开鍵碳鍵可能外縮成六級环,即由开鍵的碳氫化合物轉变为相应的环烷烴(环己烷)。进一步的研究查明,反硫酸化細菌也能利用芳香族化合物例如菲、萘、針叶树脂、原油等作为能量的来源。

在进行實驗室研究的同时,符拉季米尔·奥托諾維奇也研究了反硫酸化細菌在石油产区进行生命活动的自然条件。他从塔曼半島考察归来后,得出結論說,在深层的火山泥中存在着嫌氧性細菌是无庸置疑的。而这一点正可以作为該种細菌参与了石油的生成及其往后变化的新的确証。从上述研究中,塔烏松进一步指出,在油田水中含有硫酸盐的烷属烴石油是比較幼齡的生成物。随着矿层的老化,石油的性質在反硫酸化細菌的作用下,可能由于环烷烴的累积而发生变化。油田水中不含有硫酸盐的矿层則例外。

在談到自己关于碳氫化合物的氧化問題的研究意义时, B. O. 塔烏松写到,他对不同碳氫化合物(特别是环状化合物,例如萘、菲、苯及其同系物等)的微生物学分解的研究,发现了异养型微生物的新陈代謝类型的极其多样性。而在这一問題上,其他学者却很少涉及;并通常认为,上述稳定化合物根本不能作为碳素营养的来源。符拉季米尔·奥托諾維奇获得的研究結果,显明地駁斥了这一点,从而使得他們开始注意这一問題并在往后的研究中,利用这些成果作为他們的推动力量(这些成果不論在关于不同化合物的营养价值的理論概念,或是在实际工作中——比如水分的生物学淨

化,都有着一定的意义)。

可是,在指出了代謝类型的极其多样性后,随着也就发生了一个极为重要的、关于不寻常营养物质的性质及其利用途径的普通生物学问题:它们是否可以用作能量的来源,或作为构成细胞物质的原始材料。这也是一个非常重要的关于营养、营养物质的同化、以及同化(营养)过程与异化(呼吸)过程的能量关系的普通生物学问题,即整个新陈代谢过程的实质问题。

对于上述问题的研究不仅使 B. O. 塔烏松得以探索生物能的问题,而且更使其能够阐明微生物在可燃性生物岩及非燃性岩石的形成与分解中的地质作用。

后来,符拉季米尔·奥托諾維奇繼續在帕米尔、高加索及塔曼半島对于微生物的地质活动进行了观察。所得结果已载于科学通俗读物“微生物的遗传”^[509]和“微小生物的巨大作用”^[510]中。B. O. 塔烏松在谈到微生物在不同地质时期的进化时,曾作了如下的结论:“当然,微生物也不是完全相同的……。这些大量矿质燃料的建造者必然地会向不同的方向变异。在整个地质时期中,随着动物与植物的进化,微生物也在不断地进化。那些能够分解石炭纪植物残体的微生物早就不存在了。它们已被其他的、更为完善的、以另一种速度和方式进行有机残体的分解的微生物所代替。而后者也将绝迹,让位于更为完善的、以新的方式进行这一转化作用的后一代。从古至今,以至于将来,这种变异将不断地发生。在整个地质时期中,一切都在改变,将来也仍旧会是这样。我们任何时候都不能说,过去是怎样,往后也永远是怎样。不断前进,永不后退——这就是进化的规律。”

将上述最后一句成语应用在 B. O. 塔烏松的身上是最好不过的了。他敢于勇往直前,摧毁科学上的一切因循陈规,不断地提出新的问题并以他所特有的才智逐一地予以解决。B. O. 塔烏松是一位卓越的学者,他在生物学上写下了新的一页。B. O. 塔烏松著作的出版无疑地是一件极为需要和有益的事。广大的苏联生物学家将以感谢的心情接受这一巨著。

B. O. 塔烏松——生物学合成放热理論的創始人

И. Я. 維謝洛夫

直到目前为止,还流行着一种这样的观点:細胞內的代謝过程可以(尽管是有条件地,但却相当肯定地)分为两类——同化过程与异化过程。

通常认为,呼吸能供給生活細胞以实现与生活物質的新形成(即生长)有关的及与后者无关的(比如各种外在的和内部的机械活动)一切生活机能所必需的能量。

众所周知及业經查明的是,异养型生物利用营养介質新形成生活物質的过程,常伴随着部分介質分解和氧化成为比較简单的化合物(在大多数情况下,氧化为二氧化碳和水)。

当生物体利用自外界引入的营养物質合成生活物質时,新形成的物質比原始物質具有更高的位能。因此,能量的供給是为合成細胞物質所必需的。而氧化过程,特别是呼吸(异化)过程,則保证了这一能量的供給。

氧化过程利用能量的必要性可从下述事实看出,由于物質轉化的結果,在有机体内累积了比原始营养物質具有更高位能的物質,例如由葡萄糖——脂肪。

氧化过程能量利用系数的計算,均基于在这一过程中所形成的二氧化碳的能量当量的測定,而在某些情况下——氧的消耗数量。

但是,正如 B. O. 塔烏松所指出的, CO_2 与 O_2 的能量当量并不相同。而这一差异取决于营养物質的組成。还应指出的是, CO_2 能量系数的計算有很大部分未必是正确的,因为我們往往并不知道 CO_2 是在何种具体的反应中形成的。

无疑地, CO_2 可以由于葡萄糖的充分燃烧而形成。这时, CO_2 的能量当量将等于 2553 克-卡。但是,如果在此以前形成了乳酸,而部分的乳酸为有机体所利用或累积在介質中,且只有一部分燃烧成 CO_2 ,那么在氧的消耗数量相同的情况下, CO_2 的能量当量将不是 2553 克-卡,而是 2468.9 克-卡。

因此,为了正确地測定 CO_2 的能量当量,必須知道燃烧物質的种类和何种产物在介質中获得了累积。这就要求我們运用物質与能量守恒定律。因为对于寻找一切新的見証和对生物学过程的力能学的进一步認識說来,它都是完全必需的。

有关总的热量平衡或能量平衡的知識告訴我們,一切的异养过程都是放热地进

行的。然而它們并不能对于这一問題作出回答：在有机体内的、最終具有放热性质的、整个过程中是否能够产生显著的吸热反应。

这一問題不仅从生物学过程的力能学观点看来有着极为重要的意义，而且对于認識生物学过程的进行方向、諸反应的中間产物的形成等也有着很大的价值。

B. O. 塔烏松认为，生物体内的一切合成过程都是放热地、即通过体系的自由能的不断减小而进行的。

他否認呼吸及氧化过程作为合成过程的能量来源的作用。

B. O. 塔烏松曾在許多論文中，指出了认为氧化过程（其中也包括呼吸）可以作为能量来源的这一見解的不正确性。其最主要的著作有：“細胞的合成作用的力能学”；“論合成作用与呼吸的关系”；“异养型生物的同化作用的力能学”；“植物生物力能学的发展的基本特征”等。

在上述及其他著作中，B. O. 塔烏松根据自己的大量实验材料和对文献資料的批判分析，得出了关于生物学合成的放热性的結論。

B. O. 塔烏松曾对生物学合成放热理論作了如下的闡述：“异养型的合成是原始营养物质放热地改建成为生活細胞的組成部分，并伴随着碳的氧化、被氧化的碳以 CO_2 的形式逐出、以及能量的释放。合成作用及其各个反应的放热并不需要自外界輸入能量，因而不需要以‘呼吸作用’作为能量的来源。”（見本书第 387 頁）

呼吸作用对于微生物合成过程的不必要性，可从乳酸細菌中明显地看出。它們不需要氧，也不泌出二氧化碳。

相反的，醋酸細菌需要氧，但不形成 CO_2 。

酵母在这一方面非常特殊。在缺氧条件下，它們发酵，产生 CO_2 和醇。但在有氧条件下，則能使碳水化合物充分燃烧，形成 CO_2 和 H_2O 。

就所有上述微生物类羣而言，下述概念可认为是正确的：由糖分解为乳酸能产生 22.2 千克-卡/克分子的热，糖发酵为醇和 CO_2 ——15.2 千克-卡/克分子，醇氧化为醋酸——118.4 千克-卡/克分子。这就是說，产生的热量可根据热力学第一定律在化学过程中的应用来计算。

上述过程中所产生的热量不单是可以利用热化学的方法予以测出，而且它們本身也是相应工艺过程的热工学計算的基础。

如果我們能够充分地了解所有的热反应，那么极其显然的，或是呼吸的氧化过程，就热力学意义而言与合成作用无关；或是合成作用本身不需要自外界輸入能量，即它們可放热地进行。

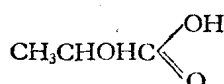
人們曾經不止一次地企图証明，氧化过程的能量能够被利用、累积、或作为其他的

用途(比如产生热),然而将这种观点应用在工艺学中并不曾获得良好的结果。根据热力学量度及与产生的 CO_2 数量的比较,曾提出了一项甚至为 C. П. 科斯特切夫(Костычев)院士接受的学说,即在种子发芽时,只有部分的能量转变为热。但是,麦芽(种子发芽的最初阶段)的生产实践驳斥了认为呼吸能可为任一合成作用所利用的说法。从麦芽制造场的所有气体计算结果中可以看出,只有 B. O. 塔乌松创立的学说才是唯一正确的,它已不断地为实践所证实。

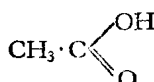
所有上述例证表明,合成过程的放热理论是一种真实地反映了合成过程的理论。它可以而且应该是许多工艺过程的正确工艺学的基础。

B. O. 塔乌松的功劳还在于,在提出了生物学合成放热理论后,他更指出了这一理论对于光合作用以至在有氧及缺氧条件下,细菌利用特殊化合物例如菲、邻苯二酚、石油等进行生长与发育的普遍意义。运用 B. O. 塔乌松的合成放热理论,审视所有过程时可以看出,极大数目的过程不仅在热的产生方面,而且在最终产物上都存在着共性。

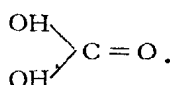
比如说,在乳酸发酵时形成



醋酸发酵时



而在呼吸及发酵过程中形成



所有上述过程均包括羧基的氧化和生成,与 B. O. 塔乌松一样,我们完全可以认为,在这些过程中,都能看到被氧化的碳的逐出和能量的释放。

但是必须承认,在乳酸发酵时(其中,乳酸是由于被氧化的碳的“逐出”而生成的),不具有能导致合成产物及排泄物的形成的碳水化合物的其他改建过程。

正如 B. O. 塔乌松所指出的,在生活细胞中,不存在两个在某种程度上彼此孤立的过程:分解(异化)与合成(同化)。新陈代谢应该是原始营养物质改建成为细胞组成的统一的、极为复杂的反应体系。根据这一观点,通常认为是分解的过程,实质上正是这一改建过程的最初准备阶段——营养物质转化成为合成细胞物质(第二阶段)所必需的直接原始材料。当第二阶段——合成作用——由于某种原因而遭到破坏

时,“分解”产物或是累积起来,或是轉变成成为不能直接作为合成細胞組成的化合物。这样,“异化产物”得到了累积,并从而使人产生了一种印象,即該有机体仅进行营养物质的“分解”并在“呼吸过程”中应用它們。这种現象在不同的发酵中可以看到,因而可将它們看作是“不完全合成”的結果。

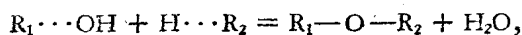
B. O. 塔烏松之所以將醇的形成看作是“不完全合成”的結果,是因为,那些在适宜的条件下,應該可以作为合成材料的碳水化合物,其分解产物并没有合成体躯物质,而合成了醇。在任何情况下,这种合成过程都是放热的。必須強調指出的是,醇不是分解产物,而是合成的物质。这从常見的酒精发酵的图式中可以清楚地看出。为此,如果我們承認,醇的合成总的說来是一个放热的过程,那么,認為一切的生物合成作用都是放热的,即証 B. O. 塔烏松的概念賦有普通生物学性质的概念,将是完全正确的。

看来,由低能量的物质形成具有較高位能的物质的这一事实似乎与上述概念相矛盾。

的确,誠如 B. O. 塔烏松所指出的,乍看起来,低能量化合物在形成高能量物质时,会放出能量确实是很矛盾的。但是,这种矛盾只不过是一种表象。形成的高能量物质的量(就重量而言),总是远比构成这一物质的原始低能量化合物的量为小。此外,能的绝对量(包括重新形成的产物)也永远比消耗物质的总能量要小得多。因此,是进行着能量的集中,而不是总能量的增多。这一点可通过下述方式达到:原始有机物质的高度氧化的分子不断氧化并以二氧化碳的形式析出,而还原态的或較少氧化的分子則累积起来、彼此化合、并形成具有高能量(就单位重量而言)的新物质。

即使某些看来显然是吸热的过程,例如在碳水化合物轉化的初期阶段,丙糖的去磷酸作用(它常被看作是碳水化合物轉化的一切生物学过程的推动力),实质上也是放热的。

所有反应都是在具有极大数量的氢离子与氢氧离子的情况下,由于水的离子平衡而进行的。酯的形成实质上也就是不解离水分子的形成:



产生 + 13 卡的热。

反应的热效应,从而这类合成产物的位能,将不是完全取决于能量的利用和累积,而是取决于有多少解离的氢轉变成了不解离的状态。

因此,磷酸丙糖的形成,并不是热力学第二定律的例外。相反的,它更証实了这一定律;証实了 B. O. 塔烏松提出的生物学合成放热理論的普遍意义。

在水中,有着取之不尽的处于解离状态的氢的来源。因此,具有酯鍵的产物的形