

微生物学简讯

——国外动态 内部参考——

1

中国科学院微生物研究所业务处编

一九七八年四月

微生物学简讯

第一期

一九七八年四月

中国科学院微生物研究所业务处编

目 录

1、蘑菇的酶及其利用	1
2、简易固定酶的新载体	5
3、微生物的自动记录培养装置	7
4、微生物在农业上应用研究的现状	13
5、用铁细菌净化环境——处理矿山废水的许多优点	28
6、利用细菌浸出铀矿	31
7、近来在DNA复制问题上引起的哄动	36
8、基因操作的基本技术	51

研究消息

一、大肠杆菌产生脑激素实现了	73
二、用转化法首次将产亮氨酸大肠杆菌的基因组入到酵母菌内	74
三、重组质体的新筛选法	74
四、从纤维素制取乙醇	75

会议消息

遗传工程：科学发展和实际应用	77
----------------	----

蘑菇的酶及其利用

川合正允

蘑菇，它的确有一种诱人的魅力。正因为如此，人们对它的成分和发酵产物的兴趣，与日俱增。然而，迄今为止，似乎还未发现什么独特的，而且利用价值很高的物质。

伞菌目的蘑菇，有的可以生成特异的幻觉物质或毒素。而且蘑菇还可以产生一般微生物不常产生的聚乙炔和类萜等物质。其中，有不少是当作抗菌素来记载的。但遗憾的是，没有一种能用作抗感染的治疗剂。蘑菇的酶，大体也是如此。一般来说，其它微生物产生的酶，蘑菇都可以产生，有的甚至可以进行工业生产。当然，若单独就各个酶来说，细菌或霉菌都是更强力的生产者。因此，恐怕还要从蘑菇分解木质素这一特点，去寻求蘑菇所特有的酶。

微生物从生态学上说是还原者，其强力的水解作用早就引起人们注意。蘑菇自不例外，首要研究的就是菌体外生成的水解酶。

譬如说蛋白酶，就已经有人对乳白耙菌、小孔红栓菌和红缘层孔菌等进行了详细研究。引人注目的是它们具有很高的凝乳活性。蘑菇一般生成酸性蛋白酶。但已经确知小孢长根鬼伞菌能产生碱性蛋白酶。该酶有抑制胶元素浮肿的作用，分解运动徐缓素的能力很高。

白绢病菌能产生耐酸性的水解酶类。乳白耙菌和小孔红栓菌也是在酸性条件下，产生高活性水解酶的能力很高。这些酶都对植物组织具有很高的裂解活性。因此，应用在果汁的澄清、柑桔内皮的除皮、大豆除皮以及提取细胞含有成分等食品加工方面，很值得研究。特别是乳白耙菌产生的酶，可用于菠萝纤维的加工，以制取手工艺品用的纤维，也可广泛用于植物细胞的原生质体化，也可用作饲料添加酶。

植物组织的裂解，一般是借助于内切型半乳糖苷酶 (endo PG) 的作用。目前虽已经有拟多乳菌属产生 PTE (pectintran-*aeryminas*) 的公开专利，但在学术刊物上，尚未见有产生 PTE 的报道。构成蘑菇果胶酶主体的是 endo PG，但用作饲料添加酶时，借助纤维素酶、半纤维素酶以及蛋白酶的复合作用，效果可能比单只依靠 endo PG 的作用更大。

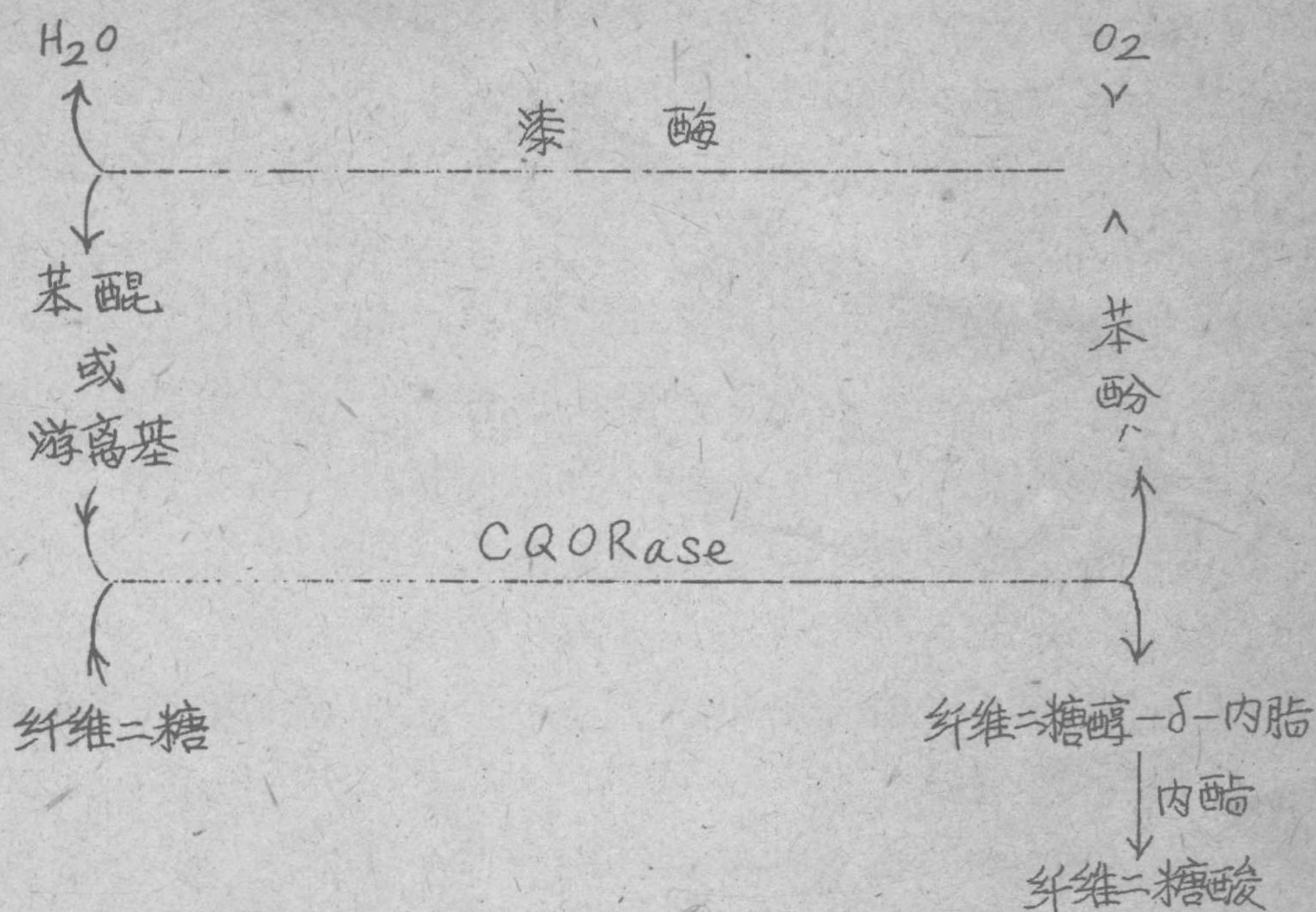
鲜酵母的分解是借助于内切型溶解性葡萄糖酶。但很少报道蘑菇产生这种酶，只在马田等的报告中提及，多半是外切型。有的外切型葡聚糖酶，对进行过巯基乙醇或磷酸甘露聚糖酶那样 PR-因素处理或热处理的酵母，具有分解能力。幅毛鬼伞菌的 B-1,3-葡聚糖酶就是一例。

关于蘑菇的纤维素酶，报道很多。纤维素酶属于多成分系统。对它的作用机制，一向是众说纷纭，一直到最近，才好不容易搞清楚，原来，在纤维素酶中存在着两种不同型式的酶：一种是任意切断非结晶部分的羧甲基纤维素酶 (CMCase)；一种是近于外切作用切断结晶部分的微晶纤维素酶 (Avicelase)。纤维质的分解就是借助二者的相互作用。但很多纤维素酶作用于纤维质后，游离出寡糖而很少游离出葡萄糖。

资源的再利用和环境的保护，是今后科学技术发展中的一项重大课题。从这点来看，纤维素的糖化却正中要领。目前以美国为中心，已展开规模庞大的研究。可是担任主角者却是木霉纤维素酶而非蘑菇。若要以蘑菇纤维素酶取代木霉，则还有待于“葡萄糖——纤维素酶”这样一种糖化力高的纤维素酶的发现。

纤维素酶和漆酶的相互作用关系 (见图) 令人很感兴趣。如图示：由根真菌所具有的纤维二糖苯醌氧化还原酶 (CQORase Cellobios quinone Oxide Reductase) 和漆酶，相互作用。这样，借助纤维素酶产生的纤维二糖，如被 CQORase 氧化，由漆酶产生的苯醌氧化物即被还原，从而防止氧化物再被合成为木

质素。这就表明纤维素酶有间接作用于木质素分解的可能性。在利用褐根真菌进行的研究中，与 $H_2O_2 + Fe^{2+}$ 体系相互作用后，可使纤维素易溶，木材重量也急剧减轻。褐根真菌的这种作用，与其说是水解，莫如说是氧化。



CQORase和漆酶的相互作用

最为引人注目的是漆酶、过氧化物酶、酪氨酸酶等氧化还原酶。它们把苯酚脱氢后形成苯氧基游离物，聚合后形成木质素单位，所以说这些酶是连带着木质素的生物合成而研究出来的酶。但根据条件，通过脱甲基化反应和 β -烯丙醚结合的分解，也参与木质素的分解。关于木质素的生物分解，还有许多疑点，但可以认为，蘑菇作用于木质素后，游离出芳族化合物，然后土壤细菌——主要是假单胞菌把它氧化裂解。这在利用纤维素和半纤维素较易进行木材的脱木质素这点上来说，也有一定的意义。

此外，根据蘑菇能转化木材或木屑的这种性质，就可以把它用于化废为宝——制取单细胞蛋白上面去。自“能源危机”以来，

欧美各国争相展开把废纸、锯屑及禾稻资源化的研究。蘑菇的强力的氧化还原反应，已经被利用于吗啡类生物碱或胆固醇的生物转换中去。众所周知，酪氨酸酶在食品加工方面，具有独特的用途。在仅次于纤维素和木质素的多糖类中，半纤维素占木材的10~25%，但有关半纤维素的研究都少得可怜。有人认为，切断木材中木质素半纤维素酶结合体，有利于木材加工，因而半纤维素酶的研究，可说是今后的一个发展方向。从这一点来看，作为壳质酶、半纤维素酶的来源，应该重新评价蘑菇的用途。特别是与资源再生有关的酶——纤维素酶、半纤维素酶以及漆酶等。今后将特别引人注目。其中最重要的是氧化还原酶。酶学研究动向。已经由固定化酶向着诊断酶和生物反应器的方向发展，而在这个领域中，起主要作用者则是氧化还原酶。同样可以认为，蘑菇也从水解酶向着氧化还原酶的方向发展。

最后，对蘑菇在酶的产生上的几个特点，再略作论述。

蘑菇在生活周期中，经单核质、双核质和二倍体的核相，而单核质和双核质的子实体形成能力却完全不同。而且，很多报告指出，随着子实体的发生和成熟，酶的组成和活性发生很大变化。此外，双核质的形成受两种类型的不协调因子（也有一种类型者）支配，有时因其组合不同，酶活也不相同。裂褶菌的R—葡糖酸酶是非诱导物，在培养基中葡萄糖剂余的状态下，它的生成只能在（Common—A heterokaryon）中看到，在单核质、双核质和（Common—B）中则几乎看不到。如果培养基中的葡萄糖被消耗，双核质产生的R—葡聚糖酶即增加，而单核质或Common—B则无变化。

更为麻烦的是，在振荡培养中，有时核相发生变化。在光帽磷伞菌中就要见不鲜，即使培养双核质，而不完全返回到单核质也是如此。这点对今后研究蘑菇酶的生产时须加注意。

作者近年虽然研究了蘑菇酶，但研究的菌株都极少，其原因

也是由于：很多蘑菇难以分离和培养，得不到子实体就不能分离，因为采集时期和场所都受到限制。蘑菇是一个有待人们去开拓的广阔天地，很多问题尚待今后研究，可是日本出产的蘑菇竟有三分之一至今尚无名称。这一学科的研究，比起欧美各国，实在相形见绌。而蘑菇的基础理论研究如果停滞不前，那就更谈不上系统的筛选了。因此，今后必须加强蘑菇的基础理论研究。没有肥沃的土壤，又怎能结出丰硕的果实呢？

刘 信译自《化学与生物》

1977年第7期

简易固定酶的新载体

最近，美国 Purdue 大学生物化学教授 Bulter 发明了一种新的固定酶和其它蛋白的方法，即通过疏水吸附法将酶和其它蛋白固定在苯氧基乙酰基纤维素上。Bulter 认为，有了苯氧基乙酰基纤维素，固定化酶的工作已不再是乏味的操作了。

Regis 化学公司曾从事这一技术的商业开发，现已投入市场，商品名为 Enzorb—A 苯氧基乙酰基纤维素。Bulter 教授指出，酶的固定化有三条途径：共价结合、包埋在疏水凝胶中和吸附法。前两种方法通常需要比较复杂的化学反应或使用昂贵的，有时还有毒性的试剂，而且其中只有少部分蛋白挂在载体上显示出活性。与此相反，吸附法固定蛋白却十分简单而且成本低。然而，迄今为止，吸附法一般还不能很牢固地固定蛋白，在操作进行过程中，有一部分或全部的蛋白有可能被洗脱下来。

但是，在用苯氧基乙酰基纤维素情况下，采用比较温和的吸

附技术就能使蛋白几乎完全固定住。这是因为载体上强的疏水性苯氧基乙酰基团与蛋白质分子表面疏水区相互作用之故。本来蛋白质分子的疏水区与水介质一般为排斥作用，现在却与苯氧代乙酰基团产生了吸引力。在正常操作条件下这种吸附基本上是不可逆的。然而，用非离子去垢剂稀释溶液可使蛋白从载体上洗脱下来。

按照 Bulter 方法可简便地制备苯氧基乙酰基纤维素。在搅拌下苯氧基乙酰氯加进悬浮在1:1的吡啶和二甲基甲酰胺混合液的纤维素中。加热到70°C后，静置过夜。然后倾出上清液，用乙醇洗涤数次，纯化产生，每次洗涤都进行过滤。Bulter指出，必须干燥贮存产物，而且产物很稳定。但是，产物在水介质里慢慢水解，其后果失去了结合蛋白的能力。

用 Engorb A 固定化酶或其它蛋白操作迅速且又简易。只要使合适缓冲液里的蛋白质溶液简单地通过饰变的纤维素填充的柱即可。载体键合其自己重量的0.3—0.5%的蛋白质，所保留的酶活高，保留的酶活值一般为30—70%。然而，迄今为止，有九种固定化的酶，其保持酶活接近100%，但也有两种酶基本上没有保持活性。总的来说，“成功率”约达90%。这种新技术甚至可用于其它方面，如放射免疫测定，大规模的工业过程，而且利用固定化的限制性内切酶或许能应用在分子遗传学方面。

Bulter 指出，这一技术不限于任何特定的纤维素，而且也能适用于棉麻，棉线，布或纸以及纤维素的短纤维或粉末。例如，酶处理的过滤纸可简化澄清果汁和其它食品的操作。同样，固定在苯氧基乙酰基棉线上的酶可简化用可溶酶进行的分析和临床过程。可用用每英寸（或其它单位）棉线作为单位酶活使酶活标准化。这样，不熟练的工作者剪去适当的长度精确地计算酶单位。在不影响酶成份情况下，酶可以添加到载体上或从载体上去掉，而且可以反复利用。

此外，这一技术也能应用于洗涤方面，如若使各种水解酶混

合物固定在某种纤维衍生物上，就有可能得到自洁的织物。如使纤维素酶结合在纤维素薄膜衍生物上，可导致包装物“自溶”。用纱布做的绷带经解脱酶处理后可促进伤口愈合。

Bulter认为，比可溶蛋白分子大的物质也能结合到纤维素衍生物上——亚细胞粒子，甚至是整体细胞。例如，鼠肝微粒体很明显地可以固定化。

此外，这一技术比较简单而且固定酶的条件温和。Bulter认为，这一技术有可能扩大到细菌表面或其它生物物质的疏水区，以便强有力地结合酶和其它物质。例如使人的血清蛋白固定在细胞表面，人体就有可能防止外来物质浸入，诸如引起人体免疫反应的不同机体的红血球细胞。使合适的降解酶固定在病毒外壳上，有助于病毒DNA渗透到培养的细胞中。在遗传信息转移到较高等的细胞研究中，这种可能性将会引起一个突破。

张爱玲译自 Chemical & Engineering
News V.55. No.22. 1977.

微生物的自动记录培养装置

千畑一郎 等

前言

在微生物实验过程中，一般多需繁杂的无菌操作。特别是对微生物的生长过程或发酵经过，进行长时间的详细研究时，更须

进行不间断的连续操作。因此，极望开发一种使一系列操作自动化的培养装置。目前市售的所谓自动培养装置，只不过是进行振荡培养的同时，定时测定和记录微生物的生长情况，把培养实验中的一部分必要操作自动化而已。而试样和培养基的注入以及菌的接种等并未自动化，仍须用手操作。同时，还有一个很大缺点，就是处理能力很小。因为能够使用的试管培养支数最多为6~12支。对于这种缺点，除非采取下列措施，否则无法得到改善。即在进行振荡培养时，利用磁性搅拌器搅拌，或是振荡特殊的L型培养管，给每个培养管附加比色计。作者首先就微生物的试管培养，考虑其自动化程序，然后再研究开发把这些操作自动化，並有很大处理能力的装置。该装置完全不同于目前的市售装置，乃是一种多用途的试管自动培养装置——自动记录培养装置。

自动记录培养装置的结构和功能

该装置由培养罐、注入部、测定记录部、无菌恒温空气调节器以及控制部等部分组成。图1所示照片为其外观；图2为其内部结构模式图。

在通入无菌恒温空气的槽内，设置4排导轨。为使试管移动，在导轨上排列200个试管支架，其中插入加盖硅胶盖的灭菌试管。在导轨各拐角设置与马达连动的送管机，让试管逐步滑动。当试管到达A位置（图2）时，管盖被揭开，预先装入分部培养试管中的试样，借助2台分注器，与培养基和接种菌悬液同时被注入培养试管中，然后再加盖。当试管到达B位置（图2）上时，由分光光度计用浊度法带着试管就测定了微生物的生长度，而吸光度则由指型复印机连同试管编号同时复印下来。待全部试管注入完毕后，注入部的动作即停止。而分光光度计则在培养期间继续动作。试管每沿导轨循环一周，微生物生长度的测定就反复进行一次。

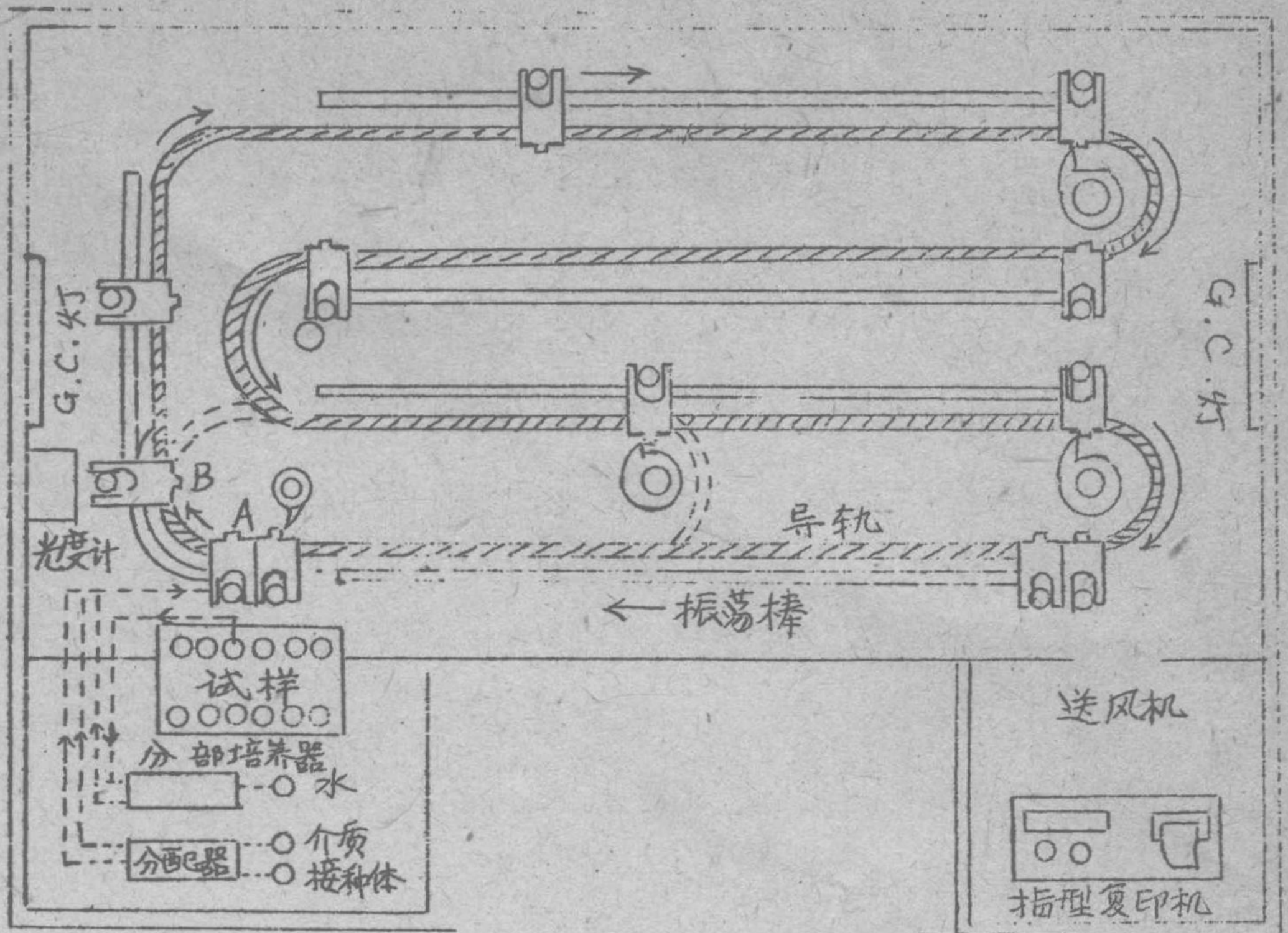


图2 流程图

试管滑动速度最低为25秒/步，进行200支试管培养，测定生长度的时间间隔约为1.5小时以上。如果想用比此更短小时间间隔测定生长度时，可缩短导轨（图2，虚线部分），改成100支或47支，即能够分别以45分钟和20分钟的时间间隔进行测定。在用长时间间隔测定时，如事先设计好所希望的时间，可利用只记录培养时间生长度的机构。因它能够只记录所需值。故很易观察其数据。

振荡培养则是借助设在导轨下往复运动的振荡棒，叩击试管下端这样一种全新的机构来进行的。利用此法振荡效果好，而且可以利用改变振荡棒的振荡数，任意设计振荡条件。如果是静置培养，可使该振荡棒的动作停止，代之使设在分光度计前的另一个短振荡棒开始动作，待均匀地悬浮菌体后，测定其浊度。往试管内注入培养基、接种基及试样完了后，如果在培养中途还须添加其它试样时，可在分部培养器的试管中加入想要新添加的试

样。若事先设计好中途添加时间，在此时间注入部开始动作，即能把试样顺次添加在培养中途的试管内。此外，如果想从培养中途的试管内。此外，如果想从培养中途的试管采取一部分培养液时，可在分部培养器中排列空试管，并预先设计好所希望的时间，就能够借助注入部的动作，把一部分培养液，从培养试管采集至试样管中。

实际应用例

该装置具备微生物实验所必需的种种机能。如有效地发挥这些机能，则能广泛被利用于各种实验。以下举几项具体实用例如以说明。

微生物定量：

在应用于氨基酸的微生物定量实例方面，可举异亮氨酸的定量说明之。图3为定量异亮氨酸的标准曲线。注入试样和定量用培养基，以及菌的接种等皆自动进行，记录了37°C下静置培养18小时后菌的生长度。把所得标准曲线和以往用人工方法所得结果

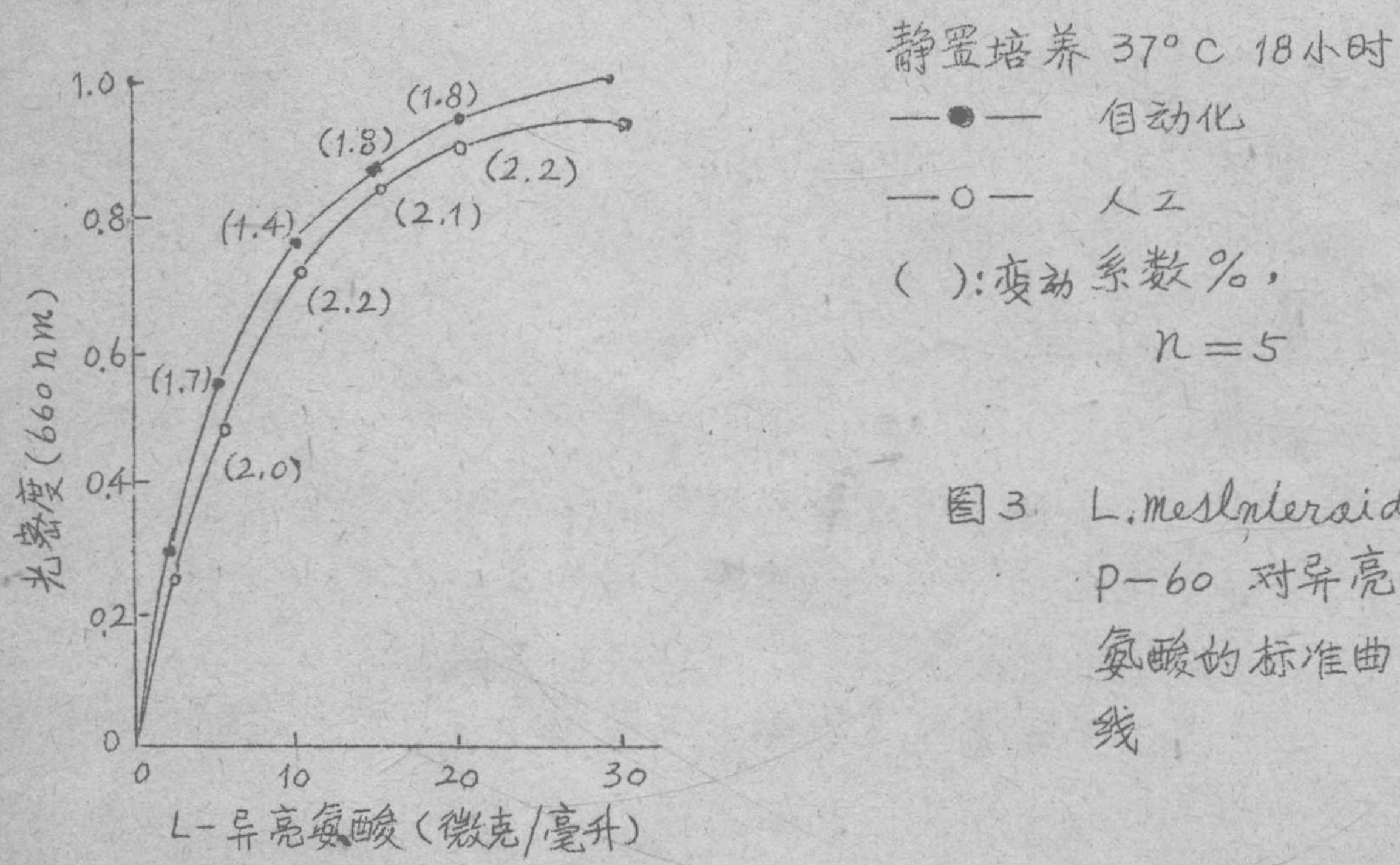


图3 *L. mesenteroides* P-60 对异亮氨酸的标准曲线

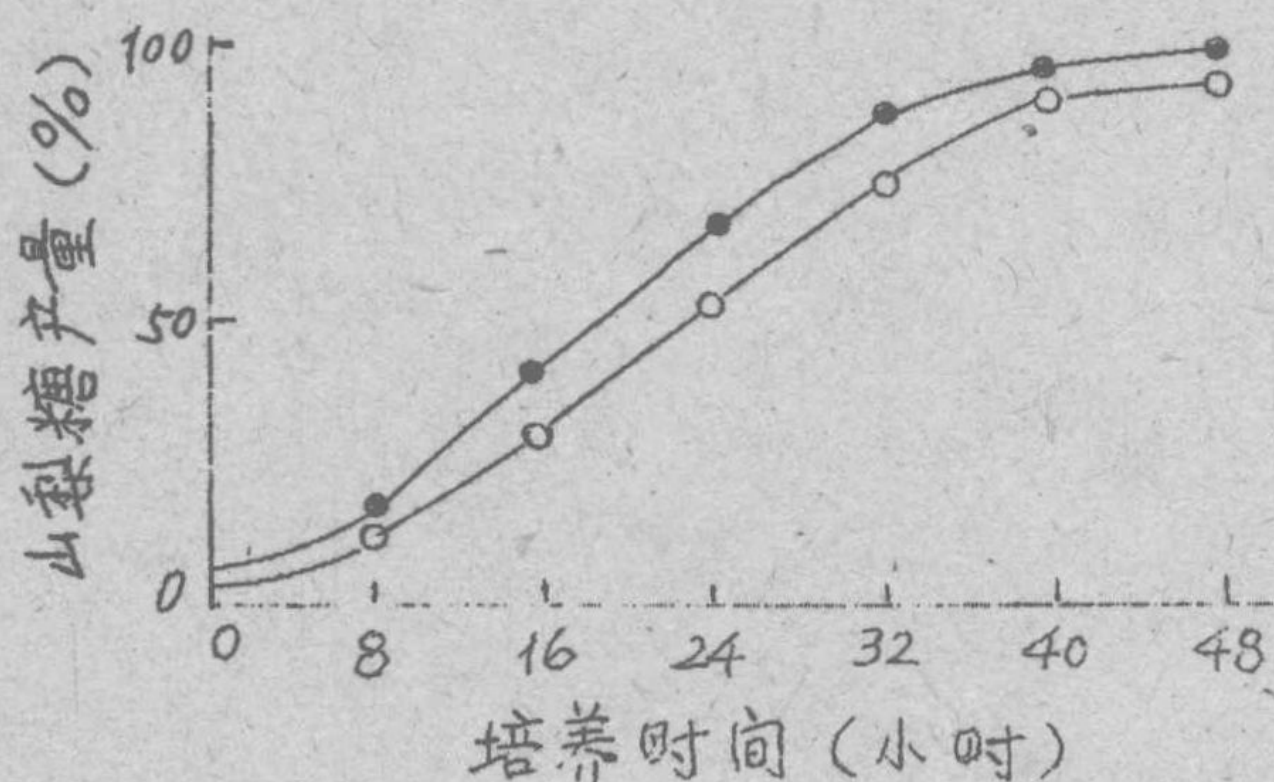
作一比较，线形和定量范围没有改变，但自动分析缩小了测定值的差距。在用微生物定量其它氨基酸或维生素时，也获得同样结果。

一般利用自动分析法进行定量，可提高其精确度。在微生物定量中利用该装置，也同样看到这一优点。

氧化发酵：

以山梨糖发酵作氧化发酵的实例，研究了它的振荡效果。用含20%山梨糖醇的培养基，定时观察山梨糖的生成率，结果如图4所示。

这种装置能够定时地自动采集一部分培养液。甚是方便，而市售的振荡装置，就必须人工采集培养液，且须进行夜间操作。从图示也可看出，使用这种装置振荡效果好。因市售装置的试管



振荡 Fehling-Lehmanu-Shoorl 变法定量山梨糖

—○— 自动记录培养装置

(150 cpm, 4 cm, 30°C)

—●— 市售试管振荡机

(300 cpm, 4 cm, 30°C)

图4 利用 *A. Suboxydans* ATCC 621 进行的山梨糖醇——山梨糖的氧化发酵

倾斜角度为 8° ，並以 300 cpm 进行激烈振荡。而该装置却是在依赖于 150 cpm 往复进行运动的振荡棒，叩击试管下端这样一种合理的条件下进行操作的。因此，该装置也适于进行氧化发酵实验。

氨基酸发酵：

以异亮氨酸发酵作实例，观察菌的生长度和异亮氨酸的生成量，结果如图5所示。

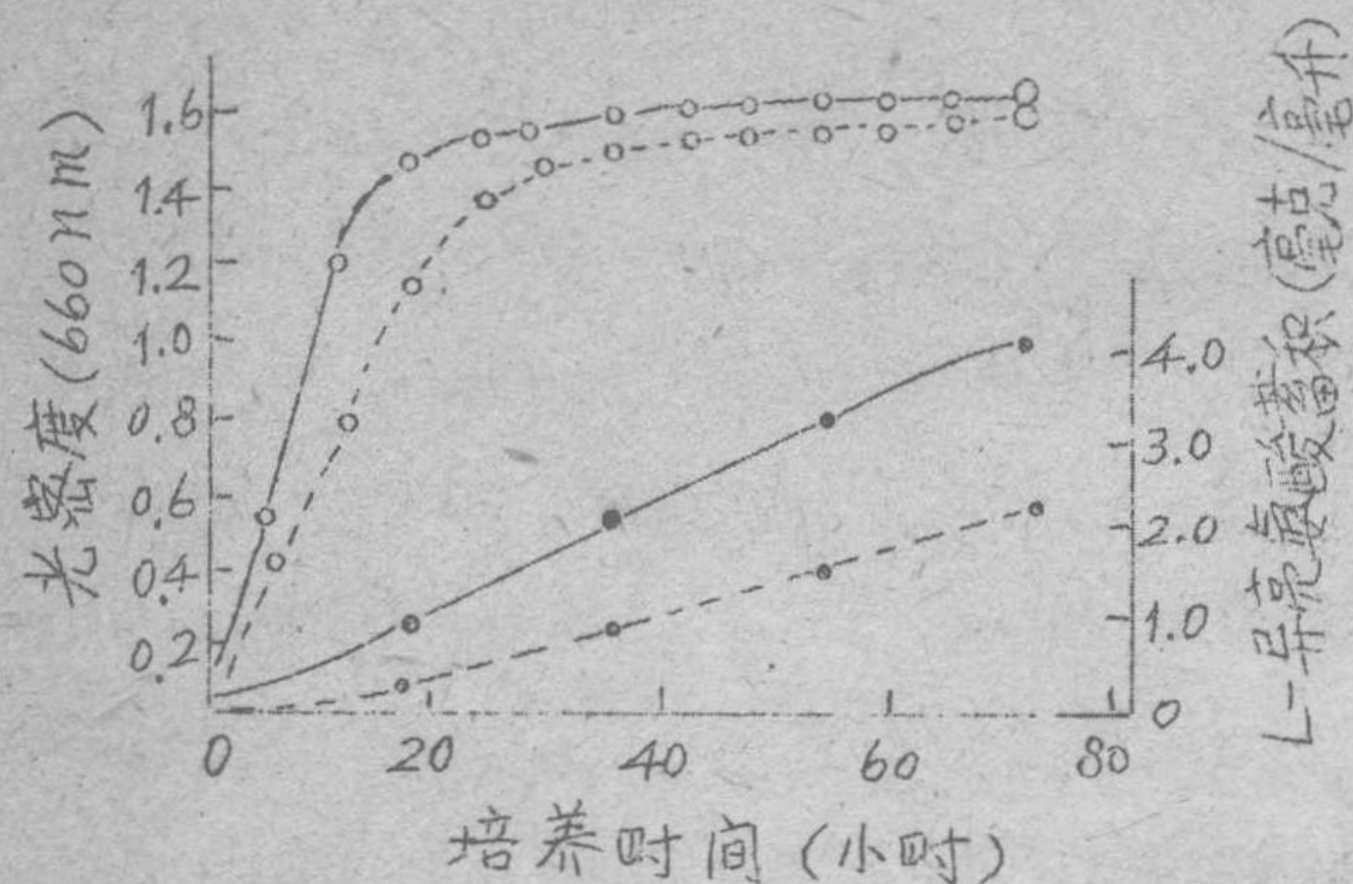


图5 异亮氨酸产生菌的异亮氨酸生成图

○ 生长度 ● 异亮氨酸生成量

— 菌株A, --- 菌株B

根据微生物定量法定量异亮氨酸
振荡培养, 150 cpm, 4 cm, 30°C

每隔6小时测定一次菌的生长度, 每隔13小时采集一次培养液。结果表明, 菌株A比菌株B的生长优良, 异亮氨酸的生成量也多。如此, 夜间或休息日即可不必操作, 而能得到发酵结果的详细报告, 并可获有关增加异亮氨酸产量计划的很多情报。

一般利用微生物生产有用物质时, 须进行许多有关菌株的选择和培养条件的研讨等实验。在这些实验中, 利用这种装置非常有效。因它具有处理200个被检物以及进行微生物生长度测定和采集培养液的机能。

抗菌力试验:

用对大肠杆菌有灭菌作用的Cephazoline进行了抗菌力试验, 结果如图6。

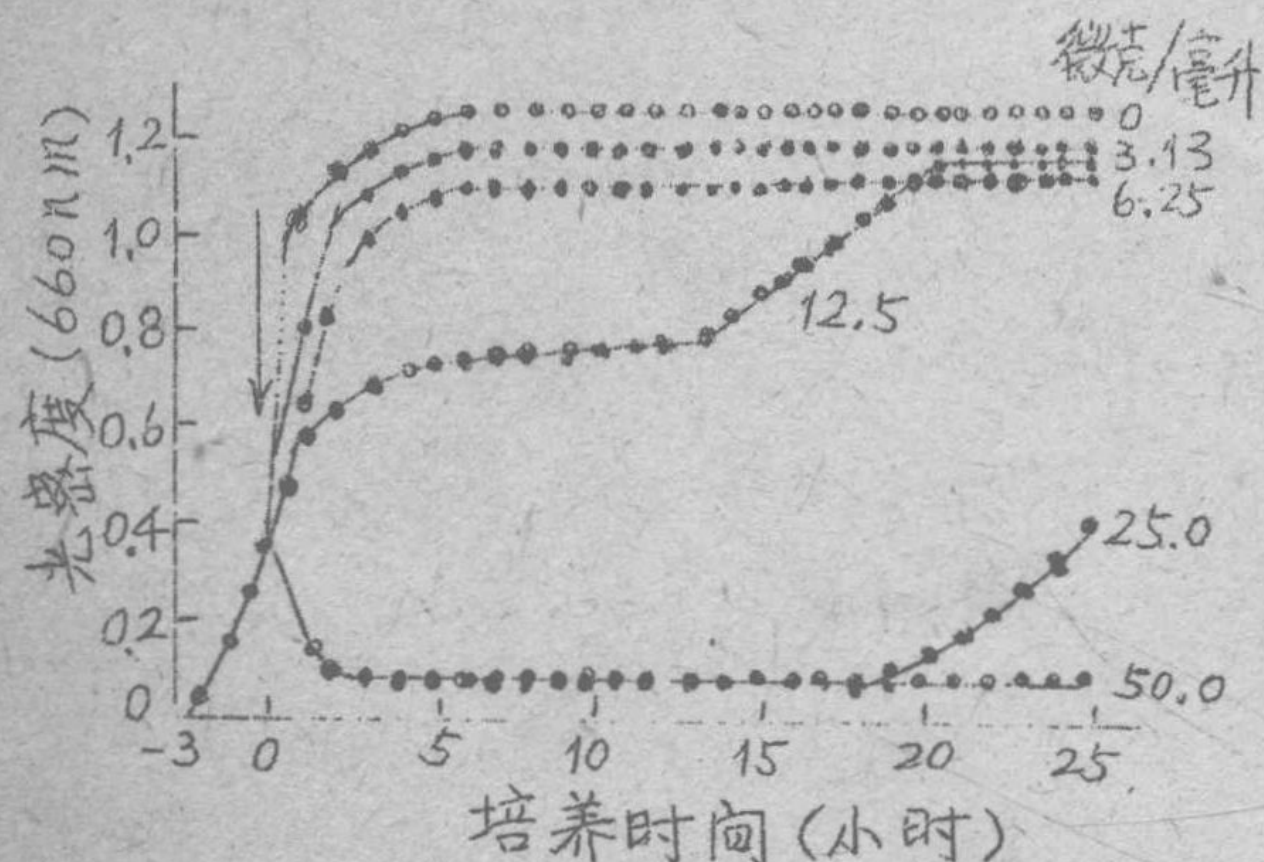


图6 添加Cephazoline对大肠菌NIHJ.JC-2生长的效果

振荡培养, 150 cpm, 4 cm.
37°C

首先自动注入完全培养基及接种菌悬浮液，用 37°C 进行振荡培养。3小时后使注入部动作，把预先注入分部培养器试管中的Cephazoline溶液，添加在培养试管中。每隔30分钟测定菌的生长度，就可以明确知道：随着Cephazoline的添加，由于生育度降低和菌的再增殖而增加了吸光度。在用人工进行这种实验的场合，即使从清晨开始实验，也只能得到添加抗菌素后6小时以前的数据，若要得到6小时以后的数据，就必须彻夜进行工作。此外，如用人工每隔30分钟测定一次菌的生长度，由于培养温度和振荡效果变动而得不到正确结果。

利用该装置进行有抑菌作用的氯霉素¹的抗菌力试验，也能看到根据不同添加量。而产生不同程度的抑制培植现象，结果堪称满意。

(刘 信译自《发酵と工业》Vol. 35. NO. 6, 1977)

微生物在农业上应用 研究的现状 (综述)

农业微生物的研究首先要为农业服务做出它应有的贡献。微生物与农业的关系十分密切，有史以来，微生物在农业上起着“无名”的作用，在实践上早已有所应用了。农业生产最重要的手段是土地、土壤、自然条件下的土壤肥力和人工培育的壤肥力都与微生物的生命活动紧密相联系的。因为微生物在其所生存的环境里主要完成几方面的重要功能：一是土壤有机质的矿化作用；一是土壤有机质的腐殖化作用；再是大气氮素的固定作用。这几

方面的作用为植物提供必需的养分和各种生物活性物质以及养分的累积和储存都是十分有益的，这是一方面；另一方面农业生产又常遭受自然灾害（包括生物因素）的威胁，使作物产量减低，严重者，颗粒不收，这样“害”严重地影响人民的的生活和经济建设，因此研究“四害”——病、虫、鼠、药的危害及其防治是摆在微生物科学工作者面前的一项重要战斗任务，也是农业微生物学的主攻方向。

现分成三部分作介绍：

一、有益微生物的利用及寄生物的消除

从下面所取得的成果与农业生产有密切关系的微生物来说明它的潜力和价值。

1. 固氮微生物：人们很熟悉的有两大类，一是自生的；一是共生的，二者不仅固定大气游离氮素，而且合成各种生物活性物质如维生素 B_1 、 B_2 、 B_6 、 B_{12} 、泛酸，尼古丁酸，赤霉素、植物生长素等，苜蓿根瘤菌（*Rhizobium meliloti*）已作为维生素 B_{12} 生产菌应用于工业化生产，但存在着噬菌体问题未很好解决。由于这类微生物（如自生固氮菌）对生物活性物质有强大的合成力，所以有人提出该菌对植物作用的本质有些异议，认为固氮菌对作物产生良好效果不只是因为它固氮，而重要的是由于合成生物活性物质作用的结果。有意见的是这类微生物还能产生杀菌物质，如三叶草根瘤菌（*R. trifolii*）产生一种为 Bacteriscin，分子量相当低 1.8×10^5 — 2×10^5 d（Schwingbamer E. A. 1975），而且对某些植物病原菌如燕麦镰刀菌（*Fusarium avenaceum*）

根腐病病原菌）具有拮抗作用；自生固氮菌（如 *Azotobacter Vinelandii*）能合成内冬酰氨酶并具有抗癌活性（Gaffar S. A. 等，1977），还报导根瘤菌某些絮状菌株产生细纤维（Napoli C 等，1975），因此，这类微生物不单是菌肥生产菌，而它的作用范围还扩大了。

2、自养微生物：除化能自养型外，还有一类光能自养型，如光合细菌及蓝藻等就是其中的典型代表。这里特别指出光合细菌在实际应用的潜力。总括起来有六：1) 菌体蛋白质含量高，约占60%，在质量上相当于酪蛋白，还含有大量必需氨基酸主要是蛋氨酸，而类胡萝卜素、维生素B₁₂的含量也相当高，因此把它作为鱼类养殖业、畜牧养殖业、家禽养殖业的饲料或添加剂是大有可为的；2) 利用光合细菌处理废水，既可消除危害，又可得高产菌体蛋白，用作高级饲料和高质有机肥料等，一举多得；3) 利用光合细菌消除有毒物质，免除对作物的危害；4) 光合细菌用于宇宙飞船上生产食物和废物处置，将来有可能用于星际旅行解决物质循环问题；5) 由于菌体含有铁氧还蛋白，而在生命起源和进化中占有一定地位 (Hall D.O. 等, 1971)，进化图是：厌氧发酵细菌 → 绿色光合细菌 → 红色光合细菌 → 藻类和高等植物；6) 光合细菌具有固定大气游离氮素能力，在日本水稻田中得到实际应用，并产生良好效果 (1975)，基于这些工作所取得的进展为在我国开展光能自养型微生物研究，其意义是深远的。

3、假单胞杆菌类：如溶藻假单胞杆菌 (*Pseudomonas li-guefaciens*) 不仅在细菌冶金 (浸出金) 有一定价值，而且在农业上用作植物生长发育刺激剂，它与固氮细菌亦建立了互生联系 (Креслав А. Я. 1972)，它具有合成植物生长素和B族维生素能力，从而改善植物生长发育，提高产量，如春小麦增产22.6%，一般使作物增产10%以上 (Мелькапылс, B.A 等, 1972)，用此菌制成的干剂和液剂均产生同样的效果 (1972)，施用假单胞杆菌另一种如 *Ps. Sinuosa* 能使小麦籽达到最高产量 (Солганик В. Т. 1958)，因此，认为这类菌应用于农业上是有前途的。

4、巨大芽孢杆菌类：这类菌在实际应用上有较广的用途。

1) 用于农业上作为磷细菌肥料生产菌，不仅对含磷有机物有强大