

# 次声和磁场对黑曲霉、生物酶 和水的作 用

沈持衡 赖素聪 徐伟明

(厦门大学 厦门, 361005)

1994年8月29日收到

**摘要** 用适当的次声频率和声压来处理黑曲霉孢子(微生物), 能使其柠檬酸率增加7%左右, 同时用磁场和低频磁场作对比处理, 其结果亦同。此外, 用此类方法处理五种生物酶和蒸馏水时, 其紫外光谱的特征峰的吸光值均有所增加, 与增加酶在缓冲剂中的浓度或水的温度作用相同。而在用此二法处理黑曲菌孢子的发酵液时, 发现其主酶( $\alpha$ -淀粉酶)的活力及菌丝体重量也对应地增加, 和用同法处理此类纯酶时其活力不能增加的一些报道加以对比。

## The effects of infrasound and magnetic field upon *Aspergillus Niger*, Enzymes and distilled water

SHEN Chiheng LAI Sucong and XU Weiming

(Xiamen University Xiamen, 361005)

Received Aug. 29, 1994

**Abstract** Infrasound and magnetic field are used to treat *Aspergillus Niger*. And we find that the production rate of citric acid, the activity of enzyme and the weight of hypha are all increased at the same rate. Also, these two methods are used to treat some enzymes and distilled water and we get an increase in absorbands of UV spectra of them, similar to the effects obtained, by increasing the concentration of onzymes or by increasing the temperature of water.

### 一、前 言

本文作者从83年起, 即用次声对生物生长发育和对酶活力的影响做了一些研究, 发表了一些论文<sup>[1-5]</sup>。此次对黑曲菌(*Aspergillus niger*)以及其他的一系列研究, 则取得了较稳定而有系统的结果。

### 二、使用工具及测量仪器

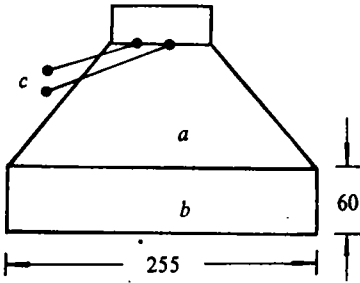
#### 1. 次声源部分:

用20 W低频信号发生器(1 Hz至100 Hz)接到20 W的飞乐牌低频喇叭( $\Phi$ 250 mm), 喇叭下面用直径253 mm, 高60 mm的铝圈垫高, 保持二者的紧密接触(图1)。试验材料放入圈中处理。由于此种密封装置次声信号不致外漏, 当铝圈内声压为130 dB时, 在喇叭纸盆外面5 mm处, 测量其含有白噪音时的声压为86 dB, 而在距喇叭50 mm以外, 测量系统中的示波器, 只显示白噪音, 无次音波痕迹。

#### 2. 磁场部分:

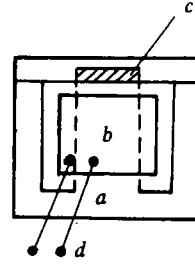
除用永磁和直流电磁铁外, 其低频磁场则用低频电磁铁接入上述的20 W信号发生器上应

用(图2)。试验材料则放入其空隙中,见图2c。



a——喇叭 b——铝圈  
c——信号源输入

图1 次声发生器



a——铁芯 b——线包  
c——空隙 d——信号源输入

图2 低频电磁铁

### 3. 测量仪器:

所用测量仪器有: 丹麦 B&K 公司 4147 型传声器及 2631 型载波系统, HP3582A 型频谱分析仪, 上海华山电子厂产 FSV2 型频率计, 上海第四电表厂 CT3 型特斯拉计, BekmanDu-8B 紫外光谱仪, Hitachi N850 萤光光谱仪。

## 三、微生物部

### 1. 材料与方注:

将柠檬酸产生菌黑曲霉菌种, 接种于斜面培养基上, 用  $30^{\circ}\text{C}$  恒温培养五天, 长成黑色孢子后备用。分别取定量的孢子, 置于灭菌的小皿(直径 38 mm, 高 20 mm)中, 然后放入喇叭下铝圈中心作次声处理。或装在灭菌的硫酸纸包中, 放入低频电磁铁空隙中(或两块磁铁中)作磁场处理, 处理时间皆为 1 小时。

### 2. 发酵试验:

为了对照, 用相同数量未经声或磁处理的孢子和处理后的孢子, 分别接种于发酵培养液中, 在  $30^{\circ}\text{C}$  恒温下发酵 7 天后进行有关项目分析测定。

### 3. 分析测定:

采用工厂生产时使用的常规方法, 测定发酵液中柠檬酸产酸率<sup>[6]</sup>。采用裴林法测定发酵液中的  $\alpha$ -淀粉酶活力<sup>[7]</sup>。并采用干燥称重法测定菌丝体重量。

### 4. 结果:

1) 用不同的频率(9—15 Hz)和不同声压(124—128 dB)处理黑曲霉孢子 25 批次。其平均相对产酸率为 107% (对照组为 100%, 下同)。

2) 用永磁或直流电磁铁(3200—800G)处理的批次为 15 次, 平均产酸率为 107.4%。

3) 用次声和永磁场合并(将喇叭盖于永磁上, 材料置两块磁铁中), 声频各为 10 Hz, 声压为 128 dB, 磁强自 800G 到 1500G, 处理 18 次, 平均产酸率为 110%。

4) 用低频磁场(频率各为 10 和 15 Hz, 声压为 128 dB, 磁场强度为 1000—800G), 处理 8 次, 平均产酸率为 107.9%。今选取一些实例列于表 1—表 3 中。(因时间和人力不足, 未取得最优效果)。

表 3 示出, 次声和磁场都对  $\alpha$ -淀粉酶有激活作用, 此点和本文作者用次声处理碱性磷酸酶的结果相同<sup>[4]</sup>。惟此二种酶, 皆系存在于自行提炼的不纯酶中得出的结果, 而在纯酶中则无法用声或磁<sup>[8]</sup>激活之。上三种结果都互相对应, 为值得注意的问题。

表 1 不同频率、相同声压(128 dB)处理后,每 100 ml 中产生柠檬酸重量(g)的产酸率变化。

次声频率 Hz	柠檬酸产酸率 g / 100 ml	相对产酸率 %
9	6.94	108.1
10	7.04	109.1
15	6.81	106.1
CK	6.42	100.0

表 2 次声和磁场分别处理和合并处理后,菌丝体的柠檬酸产酸率的变化

	柠檬酸产酸率 g / 100 ml	相对产酸率 %
次声 10 Hz 128 dB	6.73	107.5
磁场强度 1500 G	6.57	105.0
次声+磁场 10 Hz 128 dB 1500 G	6.81	108.8
CK	6.26	100.0

表 3 次声和低频磁场对产酸率、 $\alpha$ -淀粉酶活力和菌丝体重量的影响

类别及剂量	柠檬酸		酶活力		菌丝体		
	g / 100 ml	相对%	u / 100 ml	相对%	g / 100 ml	相对%	
CK	5.33	100	15.2	100	3.98	100	
次声 10 Hz 128 dB	5.64	105.8	16.3	107.2	4.26	107.0	
10 Hz 130 dB	5.75	107	16.6	109.2	4.34	109.0	
低频 磁场	10 Hz 600 G	5.73	107.5	16.5	108.2	4.33	108.8
	10 Hz 800 G	5.91	110.8	17.0	111.8	4.45	112.1

#### 四、生物酶部

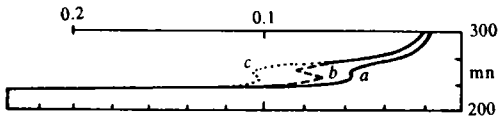
采用公司供应的五种纯酶, 即: (1) 碱性磷酸酶, (2)  $\alpha$ -淀粉酶, (3) 精氨酸酶, (4) 脂肪酶, (5) 溶菌酶。其中除(1)、(3)两种酶用碳酸-碳酸氢钠作缓冲剂外, 其余三种皆用蒸馏水作为缓冲剂, 配成一定浓度的酶液, 使该酶液的紫外蛋白特征峰的光吸收值小于 1 (即  $A < 1$ )。然后用次声或低频磁场处理。其次声部分, 用 7—16 Hz 的频率和 124—128 dB 的声压。处理液置于声场中的小皿中 (内盛 5 ml 酶液)。在低频磁场中, 则用塑料袋盛 3.5 ml 的酶液, 置于低频电磁铁的空隙中。其次声频率亦为 7—16 Hz。磁场强度为 1000—900G。在处理后, 其紫外线特征峰的波长几无变化, 但光吸收值皆有所增加。兹将其平均增值列于表 4 中。

表 4 各种酶液经处理后其紫外光吸收值的平均增值

	平均增值率%	
	次 声	低频磁场
碱性磷酸酶	310 / 3 = 103.3	340 / 2 = 148
$\alpha$ -淀粉酶	85.4 / 7 = 12.2	96.8 / 10 = 9.7
精氨酸酶	62.2 / 6 = 10.4	206.6 / 6 = 34.4
脂肪酶	29 / 4 = 7.25	58.6 / 4 = 14.65
溶菌酶	53.6 / 6 = 8.9	70 / 6 = 11.7

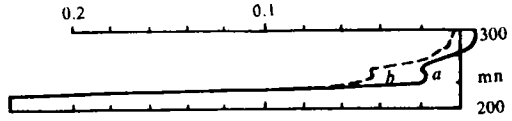
附注: 平均增值率的分母表示处理次数。

现将一些实例示于图 3—图 8 中。又由表 4 可见, 采用低频磁场处理时, 对光吸收值的影响较大。此外, 如增加酶液中酶的浓度, 其光吸收值亦随之增加。此一已知实例, 可和声和磁的作用相对比。(在图 3—图 8 以及后面的图 9—图 12 中, 线  $a$  均表示对照值。)



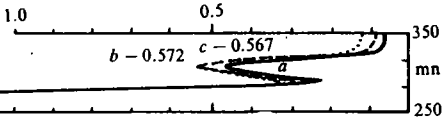
b. 10 Hz 900 G c. 10 Hz 126 dB

图 3 碱酶光谱



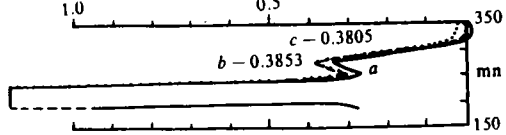
b. 10 Hz 600 G

图 4 碱酶光谱



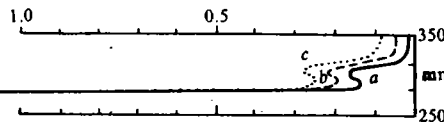
b. 10 Hz 126 dB c. 10 Hz 900 G

图 5  $\alpha$ -淀粉酶光谱



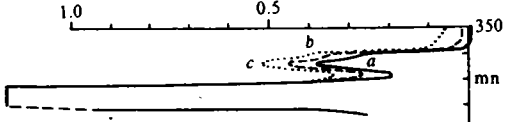
b. 16 Hz 126 dB c. 16 Hz 900 G

图 6 脂肪酶光谱



b. 8 Hz 128 dB c. 8 Hz 900 G

图 7  $\alpha$ -精氨酸酶光谱



b. 10 Hz 130 dB c. 16 Hz 900 G

图 8 溶菌酶光谱

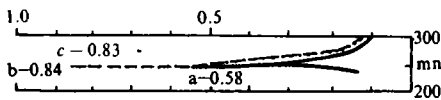
此外，当酶的光吸收值增加时，其酶活力是否会增加？在此次实验中，曾对  $\alpha$ -淀粉酶（纯酶）用斐林法测定其活力，结果无论用声或磁处理后的纯酶，其活力皆不会增加，与其光的吸收值的增加无关。（图 5 和图 6 中 *b* 和 *c* 线大部分重合，只能给出高峰值。）

### 五、蒸馏水部（去离子水）

在一般报道中，磁化水对生物养殖有增殖作用，与作者用次声处理水产物幼体作用相同，且因水分子结构远较酶结构简单，因此也对水作一些试验，以观察其紫外光谱中的高峰光吸收值，如表 5。其一些例示，如图 9 和图 10。（图 9 中 *b* 和 *c* 线大部分重合。）

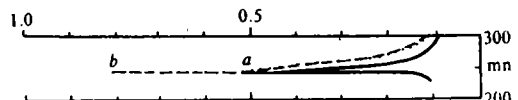
表 5 处理后紫外光谱的吸收高峰平均值

	处理次数	光吸收平均增值%
次声 7—11 Hz 128 dB	16	26.3
低频磁场 8—10 Hz 900 G	12	67
直流磁场 1100—3200 G	6	42.8
加温 50℃	1	34.5



b. 8 Hz 130 dB c. 8 Hz 900 G

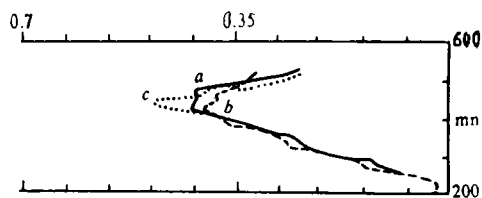
图 9 水光谱



b. 1100 G

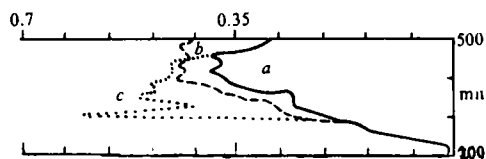
图 10 水光谱

此外，用次声和低频磁场处理蒸馏水后，测定其瑞利散射光谱，以在 10 Hz、900 G 的低频磁场处理的、在 300 nm、350 nm 处的瑞利散光值最为显著，如图 11 和图 12。



b. 10 Hz 128 dB c. 10 Hz 1100 G

图 11 水、瑞利散射光谱



b. 10 Hz 130 dB c. 10 Hz 900 G

图 12 水、瑞利散射光谱

目前对于磁化水的机理虽然不能被认定, 但如和水温增加, 即水分子中的热能增加后的结果相对比, 可以假定, 声能、磁能对水分子的影响和增加其热能作用相类似。而且经实验证实, 此二种影响存在时间较久, 加声的在 6 小时以上, 加磁的可维持一天以上<sup>[10]</sup>。

## 六、讨 论

1. 由处理黑曲霉的结果可以看出, 用次声或磁场或二者合并, 可对此类微生物的育种方面得到启发, 有加强研究的必要。

2. 由于此二法对  $\alpha$ -淀粉酶的激活, 可以假设此种霉菌产酸效果增加, 和其发酵液中的菌丝体的酶活力有关。可藉以解释, 用磁场培养生物的增殖作用, 乃由于生物体以及其供给饲料的酶活力增加, 以使生物吸收养料的能力增加所致 (和一些主张磁化水和生物增殖的作用系由于其吸收营养的能力增加之说相吻合)。

3. 由于加入声能或磁能使水或酶的吸光值增加, 与加热能或增加酶的浓度相关, 可假定处理后水或酶的化学性加强 (与加热作用相似)。因之使其作用于生物中及饲料中的酶和其存在液中的其他介质加强作用, 以使酶活力增加之故。

4. 在图 11 和图 12 瑞利散射光谱中, 其激发光的频率, 在 200 nm 至 500 nm 之间, 表示在此较低能量的光能中, 电子亦可被激发至基态中的较高振动能级后, 又回到原来的能级, 以产生图中的瑞利散射谱, 由此亦说明此二种方法都能使分子中的电子能在较低能量中被激发的机率增加。可用以观察声或磁对水结构的影响, 亦为一值得研究的问题。

5. 近来在分析化学中, 曾用磁效应研究分子发光行为<sup>[9]</sup>, 由于上述磁和次声对光谱有类似的作用, 亦为值得研究的问题。

以上各问题, 皆待进一步扩大探讨中。

## 参 考 文 献

- [1] 沈持衡等. 声信号对生物及人体之效应, 全国生物医学电子学会论文集, 1984.
- [2] 沈持衡、林美英等. 次声信号对纤毛原生动物的生长效应, 自然杂志, 1985, 8(4): 320.
- [3] 沈持衡、陆柏云等. 次声信号对缢蛏幼体生长发育的影响, 海洋通报, 1985, 4(1): 58—62.
- [4] 沈持衡、欧阳培. 次声信号对碱性磷酸酶活力的影响, 生物化学与生物物理进展, 1987, 5: 38—43.
- [5] 沈持衡、陈世杰. 磁场对单胞藻繁殖与虫卵孵化的影响, 福建水产, 1991, 4: 13—17.
- [6] 天津工业微生物研究所. 柠檬酸生产基本知识, 北京出版社, 1978: 129—134.
- [7] 中山大学生物系生化微生物教研室. 生化技术导论, 北京人民教育出版社, 1978: 56—57.
- [8] 林沁璞等. 恒定直流磁场对中华猕猴桃蛋白酶生物效应初探, 生物化学与生物物理学报, 1992, 5(24): 253—258.
- [9] 张勇、黄页智等. 磁场效应下分子发光行为的研究(V), 高等学校化学学校, 1994, 15(2): 181—184.
- [10] 周润琦等. 水磁化前后的UV吸收光谱变化, 自然杂志, 1985, 4: 318—319.