

磁场对 *Frankia* sp. 的生长和固氮作用的影响

周 鸿 宾

(山西省生物研究所, 太原)

刘 信

(中国科学院微生物研究所, 北京)

本文报告了磁场对 *Frankia* sp. 在自生和共生条件下的影响。*Frankia* sp. 纯培养时对磁场十分敏感, 生长和固氮能力均表现为抑制作用。当 *Frankia* sp. As11 与辽东桤木形成共生体时, 磁场对植物生长和结瘤、固氮均表现出良好地促进作用。

关键词 磁场; 弗兰克氏菌; 固氮活性

地球本身就是一块巨大的磁体, 一切生物无时不在受到地磁场的制约和影响。关于磁和生物的关系自古就被人们所认识并在医疗和通讯中应用。

在微生物界中, 1975年 Blakemore^[1-3] 首先发现对地磁场有感应的细菌, 并将这类微生物称为向磁性细菌。以后证实这类细菌在一切水域中普遍存在^[4,5]。Harberditzl^[6] 首先证明十几种酶在高磁场下酶活性均表现出不同程度的降低; Komolova等^[7]用低磁场处理 DNA 酶, 酶活性可以提高。我国在生物磁学方面已开展了广泛的研究, 在医学、生物学和农业上取得了进展。我们选用不同磁场强度对 *Frankia* sp. 在自生和共生状态下的影响进行了研究, 报道如下。

材 料 和 方 法

(一) 供试菌株

Frankia sp. As11。分离自辽东桤木 (*Alnus sibirica*) 根瘤。

Frankia sp. Ce1513。分离自木麻黄 (*Casuarina eguiseitifolia*) 根瘤。

Frankia sp. Em1108。分离自翅果油

树 (*Elaeagnus molis*) 根瘤。

Frankia sp. Mr1320。分离自红杨梅 (*Mirica rubra*) 根瘤。

(二) 培养基

1. *Frankia* sp. 菌株活化及固氮活性测定: 采用以往报道的方法^[8]。

2. 水培液: Hoagland 培养液^[9]。

(三) 固氮活性测定

用岛津 GC-5A 型气相色谱仪测定乙炔量, 取平均值。分析菌体蛋白量并计算各处理乙炔还原活性, 依此表示固氮活性。仪器条件: 氢火焰离子化鉴定器, GDX-502 分离柱, 柱温 50°C。

(四) 菌体蛋白的测定

按 Lowry 等人^[10]方法进行。福林试剂显色后, 用 SP500 型分光光度计 (A500 nm) 测定吸光度。

(五) 幼苗处理

将辽东桤木种籽在无菌砂中萌发, 待长出 2—3 片真叶时取出, 无菌水洗涤数次。浸泡在预先制备好的 *Frankia* sp. As11 菌悬液中 1h, 移入水培缸中, 每个缸 4 株,

本文于 1989 年 3 月 16 日收到。

2次重复。然后放在不同磁场强度下培养,室温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 光照强度 3000 lx, 光照时间 12h/d。先在微氮液中培养一个月, 补接菌种一次, 然后在无氮液中继续培养 3 个月测定。

(六) 磁场处理

所有实验采用铁氧体永磁体: 800—1000Gs, 体积为 $8.5 \times 6.5 \times 1.7\text{cm}^3$, 北京矿产冶金研究总院生产。

将磁体平放在培养箱内, 测定不同高度与磁场强度(Gs)的关系, 根据实验要求将菌种放在不同磁场下培养。幼苗的磁场处理采用磁体直立水培缸两侧, N极与S极相对。

结果和讨论

(一) 磁场强度对 *Frankia* sp. 生长的影响

菌种接入丙酸诱导培养基中活化 10d, 经研磨器研磨, 分别等量接入装有 15 ml 诱导培养基的 50ml 三角瓶中, 置不同磁场中, 28°C 静止培养 13d, 每一处理 4 次重复。4 瓶菌液合并, 离心收集菌体, 测定蛋白量。

表 1 磁场强度对 *Frankia* sp. 生长的影响

Table 1 The effect of magnetic density on growth of *Frankia* sp.

菌株 Strain	磁场强度 Magnetic density (Gs)	菌体蛋白量 Cell protein ($\mu\text{g}/60\text{ml}$)
Hrl38	0	381
	1000	297
As11	0	930
	1000	840
Em1108	0	645
	1200	255
Mrl320	0	291
	1000	99

表 1 可见, 所有供试菌株在大致相同

的磁场作用下, 菌体生长量均表现出不同程度的抑制作用。

为了考察弗兰克氏菌对不同磁场强度的反应, 采用 *Frankia* sp. Em1108 置不同磁场下培养 13d 后测定, 结果见表 2。

表 2 不同磁场强度对 *Frankia* sp. Em1108 生长量的影响

Table 2 The effect of different magnetic density on growth of *Frankia* sp. Em1108

序号 No.	磁场强度 Magnetic density (Gs)	菌体蛋白量 Cell protein ($\mu\text{g}/60\text{ml}$)
1	1000	295
2	600	375
3	500	425
4	300	519
5	200	468
6	100	468
7	0	564

Frankia sp. Em1108 纯培养菌株对磁场作用非常敏感, 即使在较弱的磁场下培养仍然表现出对生长的抑制作用。

(二) 不同磁场强度对 *Frankia* sp. As11 固氮活性的影响

将 *Frankia* sp. As11 先在丙酸培养基中 29°C 培养活化 10d, 离心收集菌体, 用丙酸限定培养基洗涤数次, 用组织研磨器研磨, 并用丙酸限定培养基悬浮。取 0.5ml 接入盛有 15ml 限定培养基的 50ml 三角瓶中, 5 次重复。置不同磁场强度作用下 29°C 静止培养 10d 后, 换橡皮塞密封, 严防漏气。抽真空, 充氩气并注入 2ml 乙炔, 置 28°C , 15—20r/min 转床上反应 2d。每瓶吸取 $100\mu\text{l}$ 上气相色谱测定乙烯峰。

实验结果(表 3)表明, 随着磁场强度的增加, 固氮酶活性明显降低, 在 2000Gs 作用下的 *Frankia* sp. As11 的固氮活性只有对照的 12.9%。显微镜观察泡囊数量较对照明显减少。

值得注意的是, *Frankia* sp. As11 在

表 3 不同磁场强度对 *Frankia* sp. As11 固氮活性的影响Table 3 The effect of different magnetic density on nitrogen fixing activity of *Frankia* sp. As11

磁场强度 Magnetic density (Gs)	固氮活性 Nitrogen fixing activity (nmol C ₂ H ₄ /mg protein/h)	菌体蛋白量 Cell protein (μg/75ml)
2000	435.2	147
1000	524.9	182
600	951.4	183
300	2475.1	208
100	2399.1	183
0	3367.2	99

表 4 不同磁场强度对辽东栎木苗期生长和形成根瘤的影响

Table 4 The effect of different magnetic density on growth of seedings and formation of root nodules of *Alnus sibirica*

处理 Treat (Gs)	株高 Plant height (cm)	根长 Root length (cm)	真叶数 True leaf number (leaf/plant)	鲜重 Fresh weight (mg/plant)	干重 Dry weight (mg/plant)	根瘤数 Number of nodule (nodule/ plant)
Control	3.7	4.6	4.5	43.8	11.6	0
1000	4.1	8.3	8.3	219.7	37.5	1.50
2000	4.3	12.1	8.0	256.3	45.8	1.67
4000	5.0	12.6	10.0	401.4	70.1	4.43

无氮的丙酸限定培养基中培养, 磁场却表现出对菌株的刺激生长作用。所以在研究磁对生物的效应时, 培养条件是一个值得注意的因素。

(三) 磁场对辽东栎木生物学特性的影响

经不同磁场处理的植株, 凡接种菌种者, 一个月均可见到瘤突。两个月后观察, 1000 和 2000Gs 处理的植株生长较好, 大部分根部形成幼小根瘤; 4000Gs 处理者较前者均高, 浓绿、粗壮, 全部植株形成明显根瘤; 四个月对照已枯黄, 1000 和 2000Gs 处理者差别不大, 4000Gs 处理者生长仍浓绿、粗壮(图 1), 根瘤大, 数量也多。

由表 4 和(图 1)表明, 磁场对辽东栎木有明显地促进生长作用, 而且随着磁场

强度的增加植株高度、根长、真叶数均有明显增加。4000Gs 处理的植株鲜重为对照的 9.2 倍, 干重为对照的 6 倍多, 根瘤数量为 1000Gs 处理的 3 倍。所以经磁场处理的辽东栎木其生物学性状和结瘤状况均有明显改善。

(四) 磁场对辽东栎木根瘤固氮活性的影响

待实验苗木生长 4 个月后, 在测定根瘤固氮活性的当天, 先在 3000lx 光照 3h, 然后取根瘤 0.3—0.5g, 装入 10ml 链霉素瓶中, 橡皮塞密封, 吸出空气 1 ml, 再注入乙炔 1 ml, 29℃ 反应 1 h 后加饱和盐水终止反应。气相色谱测定固氮活性, 结果见表 5。

表 5 表明, 磁场处理的辽东栎木其根

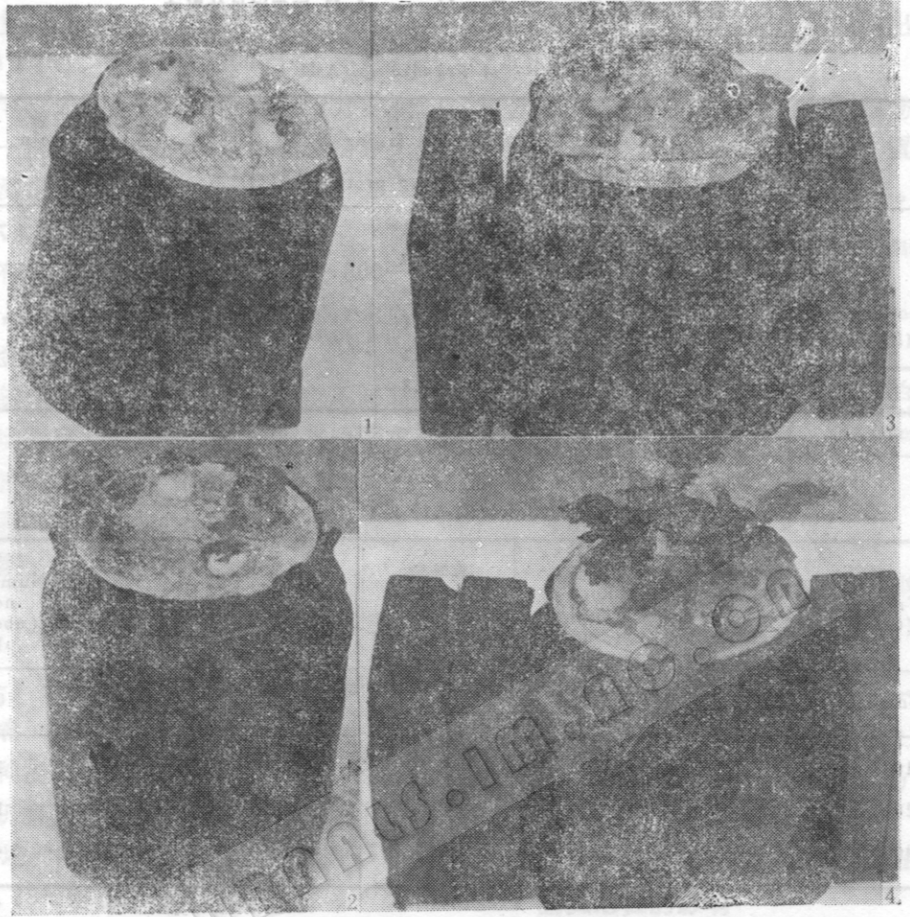


图1 不同磁场强度对 *Alnus sibirica* 苗期生长的影响

Fig. 1 The effect of different magnetic density on growth of seeding of *Alnus sibirica*

1.对照 Control; 2. 1000Gs; 3. 2000Gs; 4. 4000Gs.

表5 辽东柞木根瘤的固氮活性

Table 5 The effect of magnetic density on nitrogenase activity of *Alnus sibirica* nodules

处理 Treat	磁场强度 Magnetic density (Gs)	固氮活性 Nitrogenase activity (nmol C ₂ H ₄ /g nodule f. w./min)
Control	0	0
AsII	0	5.24
AsII	1000	7.52
AsII	2000	12.14
AsII	4000	29.73

瘤的固氮活性都有不同程度的提高, 其中 4000Gs 处理的尤为明显, 其固氮活性为 1000Gs 处理的 3.9 倍, 为接种 *Frankia* sp.

AsII 而无磁场作用的 5.7 倍。

关于 *Frankia* sp. 的纯培养和在共生状态下对磁场所表现出的不同效应有待进

一步分析。可能是由于磁场对辽东柞木有促进生长作用, 从而增强了植物的光合作用, 为 *Frankia* sp. As11 的侵染和固氮创造了条件, 由于固氮能力的提高反过来又为植物的生长提供了氮源, 起到了相互促进的作用。

为了证实磁场对植物生长的促进作用, 我们选用生长较快的黄瓜幼苗置不同磁场中进行试验, 至开花期(40d)检查植株生长量。发现在 2000—6000Gs 磁场中对黄瓜苗期均有不同程度的刺激生长作用, 干物质积累明显高于对照。关于磁场对其它植物生长的影响已有类似报道^[1]。

参 考 文 献

[1] Blakemore, R. P.: *Science*, 190: 377, 1975.

- [2] Frankel, R. B. et al.: *Science*, 203: 1355, 1979.
 [3] Blakemore, R. P. et al.: *J. Bact.*, 140: 720, 1979.
 [4] Balkwill, D. L. et al.: *J. Bact.*, 141: 1399, 1980.
 [5] Moench, T. T. et al.: *Arch. Microbiol.*, 119: 203, 1978.
 [6] Harberditzl, W. et al.: *Angew. Chem.*, 76: 891, 1964.
 [7] Komolova, G. S. et al.: *Dokl. Akad. Nauk. SSR Ser. Biol.*, 204: 995, 1972.
 [8] 周鸿宾等: *微生物学报*, 27(1):69—72, 1987。
 [9] Hoagland, D. R. et al.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 30: 288, 1952.
 [10] Lowry, O. H. et al.: *J. Biol. Chem.*, 193: 235—273, 1952.
 [11] 倪德祥等: *植物学通报*, 2(6): 30—31, 1984。

THE EFFECT OF MAGNETIC-FIELD ON THE GROWTH AND NITROGEN FIXATION OF *FRANKIA* SP.

Zhou Hongbin

(Shanxi Institute of Biology, Taiyuan)

Liu Xin

(Institute of Microbiology, Academia Sinica, Beijing)

The growth and nitrogen fixing activity of *Frankia* pure cultures were inhibited by magnetic field. But the symbiotic nitrogen fixing activity of the *Alnus sibirica* root nodules inoculated by *Frankia* sp. As11 and increased markedly by magnetic field. The result indicated that benefit effect of magnetic field on the nitrogen fixation activity

of the root nodules may be to the magnetic field promoted the growth of the host plant.

Key words

Magnetic-field; *Frankia*; Nitrogen fixing activity