

磁场处理对螺旋藻多糖生产影响的初步研究

王德培 高大维 彭志英 于淑娟

(华南理工大学轻工食品学院 广州 510641)

摘要 一定磁场强度(0~0.6T)处理下培养的螺旋藻生长加快,干物质积累增多,由 0.72mg/ml 增加到 0.80mg/ml;多糖含量提高,由 4.2% 增加到 5.1%。磁场处理使培养液电导率随磁场强度增加而降低,使 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量随磁场强度增加而增加,有利于细胞吸收和新陈代谢。

关键词 磁场处理, 多糖, 电导率

分类号 Q936

螺旋藻因其丰富的营养成份、很高的生物学价值而被联合国粮农组织(FAO)列入 21 世纪人类食品资源开发计划,并认为是人类理想的食物^[1]。而且螺旋藻中引人注目的是仅占 2.0%~3.0% 的螺旋藻多糖有着独特的生理功能和药用价值。螺旋藻多糖是一种水溶性多糖,抗辐射的有效物质,可调节人体生理功能,促进细胞新陈代谢,增强机体免疫力,具有抑癌、抗肿瘤及抗衰老、抗菌等保健作用^[2~5],无疑将在预防医学、临床医学、保健食品上发挥作用。目前国内外对螺旋藻进行了多方面的研究^[6,7],但对螺旋藻多糖的研究尚不够充分,我们采用不同磁场处理生长过程中的螺旋藻,观察其生长、多糖含量及相关变化。

1 材料与方法

1.1 螺旋藻培养

钝顶螺旋藻(*Spirulina Platensis*)藻种由华南师范大学生物系提供。采用 Zarrouk 培养液^[8], pH8.3~8.7, 温度 28~32℃, 光照强度 3600~3800Lux。

1.2 磁场处理

将处于生长旺盛期的藻种接入装有培养液的三角瓶中,每瓶接种量相同,置于自行设计的非均匀磁场处理器中。磁场强度分别为 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6T, 最大磁场梯度为 2.0T/cm。

1.3 生长测定

接种后每两天定时用 721 型分光光度计在 560nm 处进行光密度测定,以 560nm 的光密度值或每 ml 藻液的叶绿素含量代表螺旋藻的生长情况^[9]。

1.4 干重测定

将已烘干至恒重的滤纸放在布氏漏斗底部,取一定量的藻液抽滤,蒸馏水冲洗 3~4 次,藻体连同滤纸取出并放入已称重的称量瓶中,置 60~70℃ 烘箱中烘至恒重。

1.5 螺旋藻多糖的测定

收集一定量的藻体放入烧杯,加 30 倍蒸馏水,水浴保温 80℃, 4h, 不断进行搅拌,离心,沉淀的残渣同上操作,合并两次上清液,小火加热浓缩(浓缩比 2:1),加 2~3 倍 95% 乙醇沉淀多糖,离心分离,加水溶解,并定容至 50ml,加入 1/4 体积的氯仿-正丁醇(4:1),混合后振荡、离心以除去蛋白质,收集上清液,反复 3~5 次,至两相无白膜为止,取 1ml 以苯酚-硫酸法^[10]测定多糖的总糖含量,以葡萄糖为标准。

1.6 pH 测定

PHS-25 酸度计,上海雷磁仪器厂。

1.7 电导率测定

DDS-11A 型电导率测定仪,上海雷磁仪器厂。

1.8 $\text{N} - \text{NO}_3^-$, $\text{N} - \text{NH}_4^+$ 的测定

参见文献[11]。

1.9 磁化率的测定

采用古埃(Gouy)法^[12]。

2 实验结果

2.1 磁场对螺旋藻生长的影响

从表1可以看出,各处理的螺旋藻生长速度均大于对照,尤其在螺旋藻的对数生长期,效果更明显,说明一定强度的磁场有利于螺旋藻的生长。而当螺旋藻的生长进入平衡期和衰老期时,磁场处理对藻的生长影响差别不大。

2.2 不同磁场处理对螺旋藻干重增加及多糖含量的影响

由表2可以看出,一定的磁场强度能促进螺旋藻的生长和繁殖,增加干重,并能增加多糖

的产量。

2.3 磁场处理作用机理的初步探讨

Zarrouk 培养液经磁场处理前后某些理化参数发生了明显的变化,可能是促进螺旋藻生长加快、干重增加和多糖含量提高的原因。

2.3.1 磁场处理对螺旋藻生长过程中pH值的影响:由表3可见,螺旋藻生长过程中,pH值成不断增加的趋势,磁场处理对pH值有一定的影响,可使pH值略提前进入螺旋藻生长的最适pH范围(9.0 ± 0.5),有利于螺旋藻的生长。但是,不同磁场强度处理之间的差别不明显,到螺旋藻生长后期,pH变化趋于一致。而且,此时的pH值已不适用于螺旋藻的生长^[13]。

2.3.2 磁场处理对培养液电导率的影响:由表4可见,螺旋藻生长过程中,电导率不断下降,

表1 不同磁场处理对螺旋藻生长的影响

时间(d)	2	4	6	8	10	12	差异显著性
对照(A)	0.15	0.42	0.63	0.82	1.21	1.53	C,D与A, $p < 0.01$
0.1T(B)	0.16	0.45	0.65	0.84	1.45	1.64	B与A, $p < 0.05$
0.3T(C)	0.18	0.48	0.68	0.87	1.72	1.88	B,D与C, $p < 0.05$
0.6T(D)	0.21	0.52	0.71	0.92	1.83	1.95	B与D, $p < 0.01$

注:表中数据为光密度O.D值。

表2 磁场对干重和多糖含量的影响

处理	干重(mg/ml)	多糖含量(%)	处理	干重(mg/ml)	多糖含量(%)
对照	0.72	4.2	0.3T	0.77	4.9
0.1T	0.75	4.4	0.6T	0.80	5.1

表3 磁场处理对pH值的影响

时间(d)	0	2	4	6	8	10	12	差异显著性
对照(A)	8.5	9.5	9.8	10.3	11.0	11.5	12.3	B,C与A, $p < 0.05$
0.1T(B)	8.5	9.7	10.1	10.5	11.2	11.8	12.5	D与A, $p < 0.01$
0.3T(C)	8.5	9.8	10.3	10.7	11.5	11.8	12.8	B与C, D, $p > 0.05$
0.6T(D)	8.5	9.8	10.5	10.8	11.4	11.9	12.9	

注:表中数据为pH值

表4 磁场处理对电导率的影响

时间(d)	0	2	4	6	8	12	差异显著性
对照(A)	5.7	4.2	2.7	2.6	3.1	3.0	B,C,D与A, $p < 0.01$
0.1T(B)	5.7	3.8	2.4	2.2	2.8	2.6	B与C, $p < 0.05$
0.3T(C)	5.7	3.5	2.2	1.8	2.5	2.3	C与D, $p < 0.05$
0.6T(D)	5.7	3.0	1.6	1.1	2.3	2.1	B与D, $p < 0.01$

注:表中数据为电导率($\times 10^3 \mu\text{S}/\text{cm}$)

到生长后期又略有上升。磁场处理使电导率下降,而且随磁场强度增加,电导率减少愈甚。电导率减少,表明培养液经磁场处理后,带电粒子(离子)减少或迁移速度变慢,可能有利于提高细胞膜渗透压,加快离子的渗透速度,从而有利于细胞对矿物质离子的吸收,促进光合效能的提高,加快其生长繁殖。

2.3.3 磁场处理对 $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ 含量的影响:由表 5 可见,培养液经磁场处理后, $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ 含量发生了较大变化,特别是 $N-NO_3^-$ 的变化很明显,而对藻类生长有一定危害作用的 $N-NH_4^+$ 的含量基本不变。

表5 磁场处理对 $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ 含量的影响

处理	$N-NO_3^-$ (mg/L)	$N-NH_4^+$ (mg/L)
对照	1101.7	22.9
0.1T	1159.6	23.1
0.3T	1181.2	23.3
0.6T	1216.4	23.4

2.3.4 磁场处理对培养液磁化率的影响:采用 Gouy 法测定磁场处理对培养液磁化率的影响,结果发现磁化率由 $-2.64 \times 10^{-9} \text{ e.m.u} / \text{cm}^3$ 增加到 $-3.86 \times 10^{-9} \text{ e.m.u} / \text{cm}^3$ (“-”表示抗磁性)。磁化率的增加和电导率的下降可能会影响细胞膜电位发生变化,致使细胞膜的通透性发生改变,刺激藻细胞的生长。

3 讨论

不同磁场强度处理的培养液有利于螺旋藻的生长、干重及多糖含量的增加,当螺旋藻生长进入平衡期、衰老期后,不同强度磁场处理对藻的生长影响差别不大,说明磁场处理对处于旺盛生长的螺旋藻有作用。培养液经磁场处理后,某些理化指标发生明显变化(见表 3~5),这可能是促进螺旋藻生长繁殖加快,干物质积累增加,并提高多糖产量的原因。在螺旋藻生长过程中,螺旋藻的生长 pH 值范围为 8.3~11.0,当 pH 值大于 11.0 时,将不利于其生长^[13],而磁场处理对 pH 值有一定的影响,可使 pH 值略提前进入最适 pH 范围,以利于螺旋藻的生长。章之蓉^[14]指出,磁场处理可以提高溶液的

渗透压或渗透能力。在本实验中,螺旋藻培养液经磁场处理后,电导率明显降低,且随磁场强度增加而明显降低,另外,磁场处理使培养液磁化率增加,可能会改变细胞膜电位和通透性,引起膜内外带电离子分布的变化,最终导致培养液中带电粒子(离子)减少或迁移速度减慢,可能有利于提高细胞膜渗透压,加快渗透速度,利于细胞对矿物质离子的吸收,促进光合效能和新陈代谢,加快其生长繁殖。

另外,培养液经磁场处理后,其 $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ 含量有一定变化,特别是藻类生长所必需的 $N-NO_3^-$ 含量明显增加,而对藻类生长不利的 $N-NH_4^+$ 的含量基本不变,这可能是螺旋藻经磁场处理培养液后能提高生长速度和生物产量的原因之一,但是,含氮量大幅度增加是否与蛋白质代谢和固氮有关及其机理有待进一步研究。总之,一定的磁场强度处理有利于提高螺旋藻的生长速度、干物质含量及多糖含量,其作用机理有待进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 左绍远. 生命的化学, 1994, 14(6): 46~47.
- [2] 郭宝江. 植物学报, 1992, 34(10): 809.
- [3] 刘力生. 海洋研究, 1991, 6: 44.
- [4] 刘力生. 海洋研究, 1991, 5: 33.
- [5] 郭宝江, 唐 玖. 华人老年保健食品国际学术研讨会论文集, 广州: 华南理工大学出版社, 1995, 6: 285~287.
- [6] Miguel olaivola. Applied Phycology, 1990(2): 97~104.
- [7] 杨廉毓. 微生物学通报, 1989, 16(2): 101~107.
- [8] Vonshak A. Biomass, 1982(2): 175~185.
- [9] 刘慧瑛. 中华农业研究(台湾), 1986, 35(1): 63.
- [10] 张惟杰. 复合多糖生化技术. 北京: 科学出版社, 1987, 6~7.
- [11] 无锡轻工业学院, 天津轻工业学院合编. 食品分析. 北京: 轻工业出版社, 1992, 208~229.
- [12] 复旦大学主编. 物理化学实验(下册), 北京: 高等教育出版社, 1979, 78~82.
- [13] Richmond A. Beihefte Ergebnisse der Limnologie, 1978, 11: 274~280.
- [14] 章之蓉. 水生生物与物理因子. 北京: 科学出版社, 1994, 74~75.

(下转第 12 页)

PRIMARY STUDY OF ZARROUK-MEDIA TREATED BY SPECIAL MAGNETIC FIELD ON PRODUCTION OF POLYSACCHARIDE OF SPIRULINA PLATENSIS

Wang Depei Gao Dawei Peng Zhiyin Yu Shujuan

(The college of Light engineering and food science, South China University of Technology, Guang zhou, 510641)

Abstract Zarrouk-Media treated by special magnetic field (0~0.6T) accelerated the growth of spirulina platensis, concentration of dry matter and biosynthesis of polysaccharide, and increased from 0.72mg / ml to 0.8mg / ml and from 4.2% to 5.1%, respectively. Media treated by magnetic field was advantageous to cell absorption and metabolism because electric conductivity reduced and $\text{NO}_3^- - \text{N}$ content increased.

Key words Magnetic field treatment, Polysaccharide, Electric conductivity