

不同营养液处理对发菜生长及品质的影响

惠旭洲,胡晓辉,许雪玲,赵承鑫,崔振津,张金歌
(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:以促进发菜生长速度为目的,通过沙培发菜,研究了不同营养液对发菜生长和品质的影响。通过浇灌在BG11营养液基础上分别添加 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$ 、 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{GABA}$ 配制的营养液及BG11(CK)共4种营养液进行处理,分析测定17种常见氨基酸含量和发菜生长速率。结果表明:培养34 d后,添加 Mg^{2+} 和GABA处理的发菜生长速率分别比对照提高了10.20%和42.05%;与对照相比,添加 PO_4^{3-} 处理的发菜生长速率降低了28.54%;但添加 Mg^{2+} 、 PO_4^{3-} 和GABA处理的发菜氨基酸总含量均高于对照。由此表明,适当的人工培养条件能够促进发菜生长,改善发菜的品质。

关键词:发菜;沙培;BG11;氨基酸;生长速率

中图分类号:S968.4

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)02-0057-03

发菜(*Nostoc flageli forme*),属蓝藻门,蓝藻纲,藻殖段目,念珠藻科,念珠藻属^[1]。它是一种广泛分布于世界各地的陆生蓝藻。因为它在干燥状态下呈现黑色,且形状与头发丝相像,故而称之为发菜。宁夏、青海、甘肃、新疆、内蒙古等省份的干旱和半干旱荒漠草原地区是我国发菜的主要分布区域。发菜的固氮能力很强,是干旱和半干旱荒漠区域主要的固氮生物。发菜作为一种名贵食品不但在国内市场上畅销,而且出口销售,有一定的经济和社会价值^[1-2]。近年来,发菜的药用价值也受到更多人的关注。而自然条件下发菜的生长极其缓慢,这就使得发菜的人工培养难的问题亟待解决。近些年来,发菜的生理和生化方面的研究取得了长足的进展,在这些理论基础上许多科研工作者运用了各种现代先进的生物学技术,并且取得了一些成果。发菜在自然条件下和人工培养条件下生长速度都十分缓慢^[2-3]。该研究以发菜藻丝作为研究对象,通过沙培,探讨了 Mg^{2+} 、 PO_4^{3-} 、GABA对发菜生长及品质的影响,并提出促进发菜人工培养产量和品质提高的方法,为今后工厂化生产发菜奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试发菜样本为宁夏发菜(*Nostoc flageli forme*),并通过活性鉴定确认发菜活性良好。

1.2 方法

1.2.1 培养方法 采用沙培法。将清洗干净的河沙(pH为7.0左右)平铺于培养托盘内($42.5\text{ cm}\times 29.5\text{ cm}$),厚度约3 cm。将经过精选的发菜原植以 $0.1\sim 0.3\text{ g}$ 窝栽,按 $25\sim 30\text{ 窝}\cdot\text{m}^2$ 的密度栽种于培养托盘。托盘放于人工气候箱培养。

1.2.2 培养环境 光照12 h,黑暗12 h,白天温度 25°C ,夜晚 10°C 左右,光照为 $45\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$,相对湿度为55%,营养液pH为8.0左右。

1.2.3 试验处理 以梁文裕^[3-5]、赵学敏^[6]研究得出BG11培养基为基础,分别添加 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$ 、 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{GABA}$ 制成不同成分的营养液。具体处理:(1)BG11营养液栽培;(2)含有 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$ 的BG11栽培;(3)含有 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{KH}_2\text{PO}_4$ 的BG11栽培;(4)含有 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{GABA}$ 的BG11栽培。各处理每隔1 d浇1次相应的营养液,每次各浇200 mL共浇17次,总共培养34 d。每个处理重复3次。

1.2.4 测定项目 ①生长率测定:在处理0 d和34 d,测定完全自然风干后的发菜的质量,计算发菜生长率。生长率/ $\%=(m_1-m_0)/m_0\times 100$;式中, m_0 为发菜的原始质量; m_1 为发菜培养后的质量。②发菜品质的测定:取不同处理的风干发菜,

收稿日期:2011-11-09

基金项目:西北农林科技大学国家级大学生创新性实验计划资助项目(091071204)

第一作者简介:惠旭洲(1989-),男,陕西省人,在读学士,从事设施农业科学与工程研究。E-mail:hxz198989@126.com。

通讯作者:胡晓辉(1977-),女,黑龙江省人,博士,副教授,从事设施蔬菜生理生态研究。E-mail:hxxh1977@163.com。

烘干后粉碎研磨得发菜干粉,称取 3 g 的发菜干粉进行 17 种常见氨基酸测定。用 L-8900 氨基酸自动测定仪进行测定。

2 结果与分析

2.1 不同处理对发菜生长率的影响

由表 1 可以看出,采用 BG11 标准营养液和添加 PO_4^{3-} 的营养液沙培(CK)发菜 34 d 后,发菜质量降低,比培养前分别降低了 4.927% 和 9.119%,而添加 Mg^{2+} 、GABA 的处理均促进了发菜的生长,分别比培养初期增加了 13.058% 和 49.618%。培养 34 d 后,添加 $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\text{Mg}^{2+}$ 、GABA 处理的发菜质量分别是对照(CK)的 1.13、1.49 倍。

表 1 不同处理对发菜生长的影响

Table 1 The effect of different treatments on growth of *Nostoc flageli forme*

项目	处理 Treatment			
Item	CK	Mg^{2+}	PO_4^{3-}	GABA
培养前质量/g	3.917	3.630	2.928	3.537
Weight before culture				
培养 34 d 后质量/g	3.724	4.104	2.661	5.292
Weight after culture 34 d				
生长率/% Growth rate	-4.927	13.058	-9.119	49.618

2.2 不同处理对发菜中氨基酸含量的影响

由图 1 可以看出,培养 34 d 后,添加 Mg^{2+} 、 PO_4^{3-} 和 GABA 处理培养的发菜体内 17 种常见氨基酸总含量分别比 CK 处理增加了 3.25%、0.11% 和 4.97%。

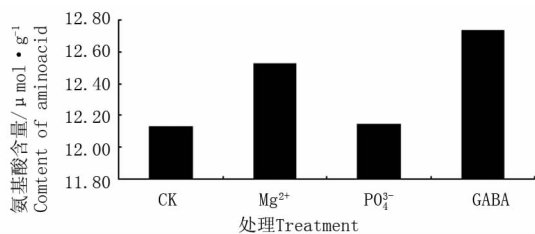


图 1 不同处理发菜中 17 种常见氨基酸的总含量变化

Fig. 1 Total content change of 17 common amino acids of *Nostoc flageli forme* in different treatments

由表 2 可以看出,与 CK 比较,其它处理的各种氨基酸含量有增有减。其中各处理的苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸和组氨酸含量比 CK 都有不同程度的增长,增长显著的有苏氨酸和丝氨酸;天冬氨酸含量除添加 Mg^{2+} 的处理比 CK 减少外,其余两个处理都有所增加,而添加 GABA 的处理天冬氨酸含量显著增长;脯氨酸含量所有处理均比 CK 降低,而添加 GABA

的处理脯氨酸含量显著减少;丙氨酸、胱氨酸含量除添加 Mg^{2+} 的处理比 CK 略有增加外,其余处理都减少;甘氨酸、缬氨酸、精氨酸除添加 GABA 的处理氨基酸含量有所增加外,其它处理都有所减少;异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸除添加 PO_4^{3-} 的处理氨基酸含量减小外,添加 Mg^{2+} 和 GABA 的处理氨基酸含量都有所增加。

表 2 不同处理的发菜体内 17 种常见氨基酸的含量

Table 2 The content of 17 common amino acids of *Nostoc flageli forme* in different treatments

名称	处理/ $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ Treatment			
Name	CK	Mg^{2+}	GABA	PO_4^{3-}
天冬氨酸(Asp)	116.935	113.635	127.089	117.888
苏氨酸(Thr)	33.644	53.181	44.362	42.672
丝氨酸(Ser)	9.002	29.256	16.725	17.672
谷氨酸(Glu)	116.605	117.219	116.959	123.292
脯氨酸(Pro)	107.474	103.445	54.756	105.408
甘氨酸(Gly)	108.581	104.785	109.547	105.888
丙氨酸(Ala)	110.308	110.376	108.798	105.527
胱氨酸(Cys)	10.347	10.602	8.017	8.322
缬氨酸(Val)	69.933	69.472	72.024	68.439
蛋氨酸(Met)	8.458	8.553	8.878	8.843
异亮氨酸(Ile)	51.106	53.842	53.973	48.942
亮氨酸(Leu)	94.636	95.113	99.813	92.699
酪氨酸(Try)	8.995	10.295	11.756	4.328
苯丙氨酸(Phe)	40.685	41.197	43.122	42.227
赖氨酸(Lys)	31.660	31.738	32.786	31.827
组氨酸(His)	6.589	6.908	7.520	7.016
精氨酸(Arg)	46.982	45.598	49.006	44.371

3 结论与讨论

该试验采用的发菜培养环境是在总结了大量研究结果的基础上筛选出来的^[7-15]。在自然条件下,发菜生长于贫瘠土壤中,可能是造成发菜生长极为缓慢的原因之一。营养元素对发菜生长和发育的作用是显而易见的。如发菜固氮酶活性受磷、硼、钙、铁和钼的影响^[16];钾离子在发菜吸水后的光合恢复中具有显著的促进作用^[17]。

研究表明,发菜可以在人工培养基中生长,并且在一定培养条件下生长良好。但是,在培养初期,发菜的生长呈持续增长的状态,25~30 d 后,发菜的生长速度趋于缓慢甚至停止,黄健^[13]等认为发菜可能存在一种自我生长调节机制,产生类似抑制高等植物生长的抑制物,然而沙培条件下发菜却呈现出一种持续生长的状态,这可能是由于沙培是一个相对封闭的环境,当可利用物质消耗到一定程度或发菜自身代谢产物积累到一定程

度时会影响发菜的生长。该试验结果表明 BG11 营养液中添加 Mg^{2+} 和 GABA 后,均能促进发菜生长,增加发菜质量,其中添加 GABA 的作用效果最为明显。

BG11 营养液中添加 Mg^{2+} 使发菜产量增加,可能是由于发菜对 Mg^{2+} 具有特殊的需要以及 Mg^{2+} 的增加能促进其光合作用有关;添加 PO_4^{3-} 使发菜产量降低,可能是由于营养液中离子之间的拮抗作用影响了某些离子的吸收;GABA 主要作为一种神经递质抑制剂起作用,但对植物的影响情况尚不清楚。该试验结果表明,GABA 有助于发菜的生长而且显著降低了发菜的脯氨酸含量。同时有研究表明 GABA 能提高植物吸水能力,减轻水分胁迫对其生长的影响^[18],这与该试验的结果相一致。陈雪峰等研究表明水分胁迫能够减缓发菜的生长,使蛋白质的合成变小,水是限制发菜生长的主要因子。

Mg^{2+} 和 GABA 对发菜的生长有促进作用,该试验只表明增加 Mg^{2+} 和 GABA 能增加发菜的产量但是具体的浓度还需进一步试验。GABA 的作用及应用前景有待进一步研究,以打破发菜生长缓慢的现状。

参考文献:

- [1] 牛建章.发菜的生物学特性与保护利用对策[J].草业与畜牧,2009(1):59.
- [2] 梁文裕,孙兰芳,王俊.发菜人工培养的研究进展[J].农业科学研究,2007,28(1):40.
- [3] 梁文裕,赵辉,谢亚军,等.培养基类型、环境因子和激素对发菜细胞增殖的影响[J].宁夏大学学报:自然科学版,2007,28(3):265-266.
- [4] 梁文裕,赵辉,谢亚军,等.几种发菜培养体系的筛选[J].农业科学研究,2005,26(3):34-35.
- [5] 梁文裕,孙兰芳,赵辉,等.发菜液体培养的初步研究[J].宁夏农林科技,2005(5):6-8.
- [6] 赵学敏,毕永红,胡征宇.不同培养基对发菜细胞生长和光合活性的影响[J].武汉植物学研究,2005,23(4):333-335.
- [7] 李运广,胡征宇.发菜(*Nostoc flageli forme*)培养条件的研究[J].武汉植物学研究,2003,21(5):412.
- [8] 高彦仪,郝燕.NFMG 法培养发菜的研究报告[J].甘肃农业科技,1998(6):28.
- [9] 刘志明.发菜人工培养条件探索[J].湖南农业科学,2005(1):38.
- [10] 李建华,陈玉玲.发菜培养条件的研究[J].植物生理学通讯,2000,36(3):222.
- [11] 杨新芳,乔木,朱自安.近十年发菜的研究进展[J].中央民族大学学报:自然科学版,2010,19(3):18.
- [12] 于海峰,贾士儒,苏建宇.发状念珠藻细胞液体悬浮培养的研究[J].化学工程,2008,36(3):48-49.
- [13] 黄健,刘建国,闻培京.发状念珠藻人工栽培的初步研究[J].莱阳农学院学报,2001,18(3):171-172.
- [14] 赵萍.发菜生态环境的研究[J].兰州大学学报:自然科学版,1996,32(2):151-152.
- [15] 毕永红,胡征宇.温度、营养和光强对发状念珠藻生长的影响[J].过程工程学报,2004,4(3):246-248.
- [16] Liu X J, Chen F. Nitrogen fixation behavior of a Terrestrial Heterocystous Cyanobacterium, *Nostoc flageli-forme*, as affected by available nutrients in liquid suspension culture[J]. Journal of Phycology, 2003, 39: 106-110.
- [17] Qiu B S, Gao K S. Dried field populations of *Nostoc flageli forme* (Cyanophceas) require exogenous nutrients for their photosynthetic recover [J]. Journal of Applied Phycology, 1999, 11: 535-541.
- [18] 宋红苗,陶跃之,王慧中,等. GBGA 在植物体内的合成代谢及生物学功能[J].浙江农业科学,2010(2):227.

Effects of Different Nutrient Solution on the Growth and Quality of Star Jelly(*Nostoc flageli forme*)

HUI Xu-zhou, HU Xiao-hui, XU Xue-ling, ZHAO Cheng-xin, CUI Zhen-jin, ZHANG Jin-ge
(Horticultural College of Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: For the purpose of promoting the growth rate of star jelly(*Nostoc flageli forme*), the effects of different nutrient solution on the growth and quality of star jelly by sand culture were studied. On the basis of adding $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ of $MgSO_4$, KH_2PO_4 and GABA into BG11 nutrient solution which was used as control, the growth rate of star jelly as well as the contents of 17 kinds of the most common amino acid had been determined. The results showed that after 34 days of treating, compared to the control, the growth rate of star jelly adding with Mg^{2+} and GABA increased by 10.20% and 42.11%, respectively, whereas it decreased by 28.54% in the treatment of adding with PO_4^{3-} . However, the total contents of amino acids were all enhanced to a certain extent by the remaining three treatments compared to the control. It could conclude that the appropriate artificial cultivation condition could promote the growth and quality of star jelly.

Key words: star jelly; sand culture; BG11; amino acids; growth rate