

麦饭石对养殖水体中藻类 光合作用强度影响的试验*

葛文萍 任维美 刘乃岑
周嗣泉 曹振杰 师吉华

(山东省淡水水产研究所, 济南 250117)

摘 要 本文报道了麦饭石对养殖水体中藻类的光合作用强度及其生长发育的影响。最佳添加浓度为 20ppm, 密闭培养 72 小时后, 光合作用强度比对照组提高了 61%, 浮游植物生物量比对照组增加 41.4 毫克/升, 硅藻在总生物量中的所占比例比对照组提高了 17%, 试验表明, 麦饭石是池塘养殖用优质微肥之一。

关键词 麦饭石, 藻类, 光合作用

前 言

近 20 年来国内对麦饭石的生物活性、毒理等方面进行了理论研究工作, 麦饭石有效成分提取、深加工技术超过了日本、美国的 Sapro 技术, 在药用、营养、美容、食品添加剂以及畜、禽、鱼、虾饲料添加剂的应用研究方面均有报道, 但麦饭石作为微肥在淡水养殖中应用尚处于空白。为探索麦饭石在淡水养殖中的施肥效果, 于 1993 年进行了麦饭石对养殖水体藻类光合作用强度影响的试验。并在盐碱地池塘配方施肥培育大规格鱼种中进行了施肥试验, 均获得了满意的效果。

材 料 和 方 法

(一) 试验材料和设备

采用直径为 19 厘米、高为 22 厘米的带盖玻璃培养缸 27 个, 各加入 4500 毫升自来水。

收稿日期: 1995-10-23。

* 试验用麦饭石粉由省地矿局李寿山工程师提供, 采用的生物生氧量法得到青岛海洋大学李三庆教授的指导, 陈萍、钟家玉参加了试验和水样分析工作, 在此一并致谢。

加入 500 毫升池塘水(池水总生物量 770.2 万个细胞/升, 其中绿藻 550.9 万个/升, 占总生物量的 71.53%; 硅藻 68.1 万个/升, 占总生物量的 8.84%; 蓝藻 151.2 万个/升, 占总生物量的 19.63%) 和基础培养液, 使水体中 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 1.6ppm、 $\text{PO}_4 - \text{P}$ 0.32ppm、 k 0.32ppm、 $\text{N:P:k} \approx 5:1:1$, pH7.6, 水温 26~31℃。

(二) 试验设计

将上述培养缸分成 9 组, 每组设三个重复。把准确称重后的麦饭石粉(40 目, 风干样品)按 0、5、10、15、20、25、30、35、40ppm 分别加入各组缸内, 用玻璃棒搅拌均匀, 并尽量使各组搅拌次数和时间相同, 然后加盖、密闭、静止培养 72 小时。

(三) 试验方法

采用生物生氧量和生物定性、定量法。培养 72 小时后, 推开缸盖, 露出缝隙采样。用碘量法测定溶解氧, 以不加麦饭石粉的对照组溶解氧平均值, 减去初始溶解氧之差, 视为光合作用强度 100%, 同时采集浮游植物, 进行定性、定量分析。

(四) 麦饭石化学成分分析

试验用麦饭石粉由山东省地质矿产局中心实验室用硅酸盐全分析定量法分析其氧化物含量(%), 用等离子体光谱分析法分析其微量元素和稀土元素含量。

结 果

(一) 麦饭石对水体中藻类光合作用的影响

试验结果表明: 添加麦饭石 5~40ppm 各组光合作用强度均高于对照组, 其中在 5~20ppm 范围内光合作用强度随着添加量的增加而增强; 而在 20~40ppm 范围内, 光合作用强度随添加量的增加而减弱; 添加 20ppm 组光合作用强度达到最高值, 比对照组提高了 61%(表 1)。

表 1 麦饭石对水体中藻类光合作用强度的影响
Table 1 Effect of Mai Fan Stone on photosynthesis intensity

参 数 Parameter	剂 量 Dossage								
麦饭石添加量(ppm) Supplemental level of Mai Fan Stone(ppm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
溶解氧(毫克/升) Dissolved oxygen (mg/l)	12.8	14.7	16.5	18.4	20.6	19.2	17.4	16.0	14.0
光合作用强度(%) Photosynthesis intensity (%)	100	115	129	144	161	150	136	125	116

(二) 麦饭石对浮游植物生长繁殖和对硅藻的促进作用

试验结果表明: 麦饭石对浮游植物生长繁殖的促进作用与麦饭石对光合作用强度的影响相吻合(表 2), 且硅藻在浮游植物量中的所占比例随麦饭石添加量的增加呈上升趋势(表 3)。

表 2 麦饭石对水体中浮游植物生物量的影响

Table 2 Effect of Mai Fan Stone on phytoplankton biomass

参 数 Parameter	剂 量 Dossage								
麦饭石添加量(ppm) Supplemental level of Mai Fan Stone(ppm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
浮游植物生物量(毫克/升) Phytoplankton biomass (mg/l)	67.8	78.0	87.5	97.6	109.2	101.7	92.2	84.4	78.6
硅藻所占比例(%) Diatom proportion(%)	37	41	45	49	54	59	63	68	72
其他藻类所占比例(%) Other algae proportion(%)	63	59	53	51	46	41	37	32	28

表 3 浮游植物定性

Table 3 Determination of phytoplankton

门 Phylum	属 Genera	优势种 Dominant species
硅藻门 Bacillariophyta	舟形藻 <i>Navicula</i> 小环藻 <i>Cyclotella</i> 菱形藻 <i>Nitzschia</i> 直链藻 <i>Melosira</i> 星杆藻 <i>Asterionella</i>	舟形藻 <i>Navicula</i> 小环藻 <i>Cyclotella</i>
绿藻门 Chlorophyta	小球藻 <i>Chlorella</i> 十字藻 <i>Crucigenia</i> 栅列藻 <i>Scenedesmus</i> 衣藻 <i>Chlamydomonas</i> 月芽藻 <i>Selenastrum</i> 绿球藻 <i>Chlorococcum</i> 空星藻 <i>Coelastrum</i> 盘星藻 <i>Pediastrum</i> 多芒藻 <i>Golenkinia</i> 韦氏藻 <i>Westella</i>	小球藻 <i>Chlorella</i> 十字藻 <i>Crucigenia</i> 栅列藻 <i>Scenedesmus</i> 衣藻 <i>Chlamydomonas</i>
蓝藻门 Cyanophyta	平列藻 <i>Merismopedia</i> 胶球藻 <i>Gloeocapsa</i> 微囊藻 <i>Microcystis</i> 蓝纤维藻 <i>Dactylocoopsis</i> 螺旋藻 <i>Spirulina</i> 腔球藻 <i>Coelosphaerium</i>	平列藻 <i>Merismopedia</i> 螺旋藻 <i>Spirulina</i>
隐藻门 Cryptophyta	隐藻 <i>Cryptomonas</i>	隐藻 <i>Cryptomonas</i>

麦饭石氧化物分析、微量元素及稀土元素分析结果详见表 4、5、6。

表 4 麦饭石氧化物分析结果(%)^{*}Table 4 Analysis results of Mai Fan Stone oxide^{*}

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O
60.88	0.62	17.20	4.10	1.62	4.36	1.87	0.23	3.99	2.87	0.30	0.33	1.94

^{*} 山东省地矿局实验室

※: Laboratory of Geology and Minerals Bureau

表 5 麦饭石微量元素等离子体光谱分析结果(ppm)*

Table 5 Spectrum analysis results of trace element plasma of Mai Fan Stone*

MO	Cu	Zn	P	B	Ge	Se	Sr	V	Et	Ba	Nb	Zr	Y	Ga	Ni	Co	Sb	Be	Sn	Th	Pb	Cd	Cr	As	Hg
0.56	58.3	275	1195	9.5	0.3	0.43	615	108	0.35	1510	11.9	202	21	21.7	11.6	15.5	0.13	1.96	2.4	7.5	30	0.057	17.8	1.23	<0.003

* 山东省地矿局实验室

※ Laboratory of Geology and Minerals Bureau

表 6 麦饭石稀土元素等离子体光谱分析结果(ppm)*

Table 6 Spectrum analysis results of rare - earth element plasma of Mai Fan Stone*

La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
25	55.0	5.9	22.0	5.1	1.1	4.1	2.2	2.73	0.58	1.5	0.34	1.41	0.52	19.4

* 山东省地矿局实验室

※ Laboratory of Geology and Minerals Bureau

讨 论

(一) 麦饭石为浮游植物提供了碳素营养

表 1 表明, 添加麦饭石 5~40ppm 各组光合作用强度均高于对照组。依据光合作用原理, 每生成 1 毫克氧, 需消耗碳 0.375 毫克。试验组比对照组分别多消耗碳 0.713、1.388、2.100、2.925、2.400、1.725、1.200、0.750 毫克。由于基础培养液中没加入含碳药品和土壤浸出液, 亦未通入 CO_2 气体, 试验又是在密闭条件下进行, 故光合作用所需的碳素营养除了浮游生物、细菌呼吸释放出的 CO_2 和培养液中所溶解的少量 CO_2 外, 可能主要来自麦饭石粉。麦饭石为铝硅酸盐非金属矿物, 具有硅氧基(SiO_4)为基础的四面体晶格结构, 其内有大量的蜂窝状孔洞, 内比表面积较大, 对于极性较强的分子如 CO_2 等有较强的吸附能力。由于麦饭石组成成分亦含 CO_2 , 故添加麦饭石粉的同时也将 CO_2 带入水中。麦饭石的孔洞中吸足水分后, CO_2 在水中呈游离状态, 为藻类生长繁殖提供了丰富的碳素营养, 从而提高了浮游植物的光合作用强度。

(二) 麦饭石为藻类光合作用提供丰富的矿物质营养

微量元素是浮游植物光合作用、生长发育必需的营养物质, 是其他任何元素不能替代的, 它们不仅是机体内多种酶、核酸、叶绿素、激素、维生素、功能蛋白质的组分, 参与浮游植物体内的物质形成, 而且对动植物生长发育具有促进作用。水体缺乏微量元素, 初级生产会受到限制。麦饭石中含 59 种对人体及动植物有益的化学元素(山东省地矿局中心实验室, 1993)和 12 种氨基酸^[5], 又具有良好的溶出性。水体中添加麦饭石后, 具有生物活性的钙、磷、钾、硅等常量元素, 铜、锌、锰、钼、钴、锶、钛、钒、镭、锑等微量元素, 15 种稀土元素和 12 种氨基酸, 溶出在培养液中, 弥补了基础培养液中营养的不足。虽然基础培养液中只加入 N、P、K, 但添加麦饭石后, 充分发挥了培养液中 N、P、K 的营养作用, 满足了藻类尤其是优质藻硅藻的营养要求, 故促进了浮游植物的生长繁殖, 提高了水体光合作用强度。

(三) 麦饭石对 NH_4^+ 的吸附作用

麦饭石表面具有大量的活性基团 $-\text{SiO}^-$, 可以捕获阳离子, 因而对 NH_4^+ 等极性强的离

子有较强的选择吸附能力。试验结果表明,麦饭石添加量为 5~20ppm 时,对 NH_4^+ 的吸附作用不足以影响培养液中 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 的含量,而麦饭石中的溶出物质在其范围内随添加量的增加而增加。麦饭石添加量为 20ppm,光合作用强度和浮游植物生物量达到最高值。麦饭石添加量为 20~40ppm,对 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 的吸附作用随着添加量的增加而增强, $\text{NH}_4 - \text{N}$ 的浓度逐渐降低,致使 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 成为光合作用的限制因子,培养液中 N/P/C/N 比例失调。虽麦饭石添加量高,却使光合作用强度和浮游植物生物量呈逐渐降低趋势。可见麦饭石浓度为 20ppm 是池塘施肥追求的最经济有效的浓度。值得注意的是,硅藻在藻类中的所占比例随麦饭石添加量的增加而提高,原因可能是麦饭石的主要组成成分是 SiO_2 (含量为 65~70%),有较多的偏硅酸溶出,硅营养充足。

(四)麦饭石在淡水养殖业中的应用前景

麦饭石是一种新的天然矿物微量元素营养源,用作池塘微肥,既可与有机肥配合作基肥,又可与无机肥配合作追肥。由于其颗粒细小、质地松散、吸附能力强,还可作微肥载体,满足高产池塘对微量元素的需要。使用安全、肥效稳定、持久。1993 年在“盐碱地测水配方施肥培育大规格鱼种”试验中,将麦饭石与有机肥混合作基肥、与氮肥和磷肥配合作追肥,获得良好效果。证明在池塘养殖中使用麦饭石能促进鱼类及浮游植物对各种营养成分的吸收利用,对培养优质硅藻、提高池塘光合作用强度、促进鱼类生长发育、提高鱼种产量、改善鱼种品质等起着重要的促进作用,达到充分发挥池塘增产潜力之目的。

麦饭石对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 H_2S 、重金属、镉、汞、铅、氰化物、致病病毒、细菌等均有吸附能力,能清除机体内部及环境中的各种有害物质,增强机体对不良环境的抵抗力,对 pH 值具有双向调节作用,所以可用麦饭石作为淡水养殖中的水质和池塘底质改良剂,亦可作饲料添加剂。

参 考 文 献

- [1] 郑延力等著,1989. 非金属矿产开发应用指南. 地质矿产部直属单位管理局、地质矿产部秦巴协调领导小组印。
- [2] 山东省地矿局著,1987. 山东非金属矿产及其利用。
- [3] 金义泽等,1987. 中华麦饭石——健康宝石. 中国食品出版社。
- [4] 王渐临等,1988. 麦饭石在水溶液中对金属离子吸附作用实质的探讨. 化学通报, (9):31-32。
- [5] 吕宪禹等,1988. 自麦饭石中溶出氨基酸的研究. 化学通报, (9):33 转 63。

EXPERIMENTS ON EFFECT OF MAI FAN STONE ON ALGAE PHOTOSYNTHESIS INTENSITY IN CULTURAL WATER

Ge Wenping Ren Weimei Liu Naicen

Zhou Siqun Cao Zhenjie Shi Jihua

(Freshwater Fishery Research Institute of Shandong Province, Jinan 250117)

ABSTRACT The paper reported the effect of Mai Fan Stone on photosynthesis intensity, growth and multiplication of algae in cultural water. When the optimum supplemental concentration of Mai Fan Stone was 20ppm and cultured airtightly in 72 hours, photosynthesis intensity was improved by 61%, total phytoplankton biomass raised by 41.4mg/l, and the diatom proportion to the total biomass raised by 17% compared with the control group. Results show Mai Fan Stone is one of the fine trace fertilizers in pond culture.

KEYWORDS Mai Fan Stone, Photosynthesis, Intensity