

矿质营养对绿萍生长的影响*

陈举鸣 李双霖
(福建农学院)

EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE GROWTH OF AZOLLA

Chen Ju-ming and Li Shuang-lin
(Fujian Agriculture Collage)

近年来,稻田养萍在我国福建、浙江、广东、广西及江苏等省发展很快,并已在中、晚稻田中获得了养萍成功经验。但养萍过程中的施肥技术,至今尚未得到很好的解决。本文试图探讨绿萍生长与矿质营养的关系,以便为其合理施肥提供根据。

一、三要素对绿萍生长的影响及其施用条件

一些分析结果表明^[1,4,5,6]。绿萍的氮、磷、钾含量分别在 2.76—4.73%、0.16—0.35% 和 1.21—2.09% 间(占干物质重的%)。另一些报告指出,与绿萍共生具有固氮作用的鱼腥藻^[2],其含磷量较高^[2,3],达到 2.46%,两者含磷量的差异,可能是一般养殖条件下磷肥具有良好效果的原因。

与绿萍共生的鱼腥藻属喜温型^[1],在气温适宜时生长旺盛,其对磷素的需求程度和固氮能力也相应的提高。当有充足的磷素供给时,鱼腥藻能固定更多的氮素,以供绿萍生长之需;同时,绿萍的增殖也为鱼腥藻的生长建立了更多的共生基地。可见磷素在协调绿萍和藻类的共生关系上有良好的作用。在福建农学院农场黄泥土上进行的试验表明^[2],三要素对绿萍的肥效与气温有密切的关系。在适温(平均气温 21.8℃)下,磷、钾肥的效果显著,10 天内绿萍增殖 2.7 倍;而施氮、磷、钾肥的绿萍增殖反而减少,只有 2.0 倍。但在低温(平均气温 10.7℃)条件下,由于鱼腥藻的生育受抑制,其所固定的氮素远不能满足绿萍生长的需要,这时在磷、钾的基础上,施适量的氮肥则效果显著,10 天内增殖 0.9 倍,而仅施磷、钾肥的为 0.7 倍。冬季进行的水培试验的结果也表明(表 1),缺素培养时,绿萍的增殖量和全氮含量一般均较完全营养液培养的低。可见,在低温条件下,除磷、钾外,适当补施氮肥对绿萍的生长也会有良好的作用。看来,在生产实际中,在一般情况下,冬季或早春低温时,除施用磷、钾肥外,补施适量的氮肥是必要的;当气温适宜时,则施磷、钾肥已足,

* 本文系我院绿肥科学研究(农 405)的部分成果,承本院土壤农化系周祖英副主任,农业化学教研组陈克文主任热忱指导,蒙庄卫民、卢伟娥、肖锦炉、陈强、王思权等同志协助,一并致谢。

1) 黎尚豪等, 1963: 固氮蓝藻生长繁殖的研究。中国植物学会 30 周年论文摘要汇编 25—27 页。
2) 福建省土壤学会, 1964: 福建省绿肥学术讨论会论文选辑, 122—123。

而不必施氮肥。

当然, 各种土壤的养分供应能力不同, 是否需要施用氮肥还将视土壤肥力水平而异。

表 1 三要素对绿萍增殖的影响

Table 1 Effect of N, P and K on the growth of azolla (water culture)

处 理 Treatment	萍体干重(毫克) Dry wt. of azolla (mg)	萍体含氮量(%) % N in azolla	萍体含氮总量(毫克) Total N in azolla (mg)
N P K	155.5	2.78	43.23
N P	131.0	2.62	34.32
N K	116.9	2.85	33.32
P K	140.2	2.83	39.68
P	119.4	2.50	29.58
K	128.3	2.26	29.00
N	122.7	2.56	31.41
对 照	93.2	2.17	20.22

注: 1. 赫格蓝得氏营养液第二式;

2. 培养面积为 238 厘米², 培养 28 天, 平均室温 12.8°C, 五个重复;

3. 放萍时萍体含氮总量为 0.80 毫克。

Note: Azolla incubated in Hoagland solution in culture dish of 238cm² at about 12.8°C for 28 days.
Data represent mean value of five repetitions. Original total N in azolla is 0.80mg.

表 2 不同土壤上养萍施肥的效果

Table 2 Effect of N, P and K on the growth of azolla in different soil type

土 壤 Soil	处 理 Treatment	萍体干重(毫克) Dry wt. of azolla (mg)	萍体含氮量(%) % N in azolla	萍体含氮总量(毫克) Total N in azolla (mg)
黄泥土 Acid, infertile paddy soil	N P K	965.6	1.98	19.12
	P K	769.1	1.87	14.38
	P	978.2	1.49	14.58
	对 照	713.0	1.34	9.55
乌泥土 Neutral, fertile paddy soil	N P K	1195.9	2.00	23.92
	P K	1668.0	2.52	42.03
	P	1129.7	2.32	26.21
	对 照	1017.7	1.95	19.85

注: 1. 盆钵直径为 25 厘米, 高 25 厘米, 装土 20 斤, 生长 25 天, 三个重复。

2. 施肥量: N 0.33 克/盆(硫酸铵), P₂O₅ 1.0 克/盆(过磷酸钙), K₂O 0.15 克/盆(硫酸钾)。

3. 放萍种量(干重)每盆为 98.0 毫克, 总氮量 1.95 毫克。

Note: 1. Pot size: Diameter 25cm, Height 25cm.

Each pot contains 10kg air dried soil.

Data represent mean value of three repetitions.

2. N 0.33g/pot (Ammonium sulfate), P₂O₅ 1.0g/pot (Superphosphate), K₂O 0.15g/pot (Potassium sulfate).

3. Original azolla 98.0mg/pot (dry wt.).

Total N in azolla 1.95mg. Growth period is 25 days.

例如,用两种肥力差异较大的土壤所做的试验结果(表2)表明,在有效氮含量较高(大于30ppm)的乌泥土上,磷、钾肥的效果最为显著,在此基础上施用氮肥反导致减产;而在有效氮、磷含量较低($\text{NH}_4^+\text{-N}$ 15ppm, P_2O_5 1ppm)的黄泥土上,除磷肥有显著效果外,配施适量的氮素化肥,其效果更加明显。

关于磷肥的用量问题,从乌泥土和黄泥土的盆栽试验来看,均以每盆施用1克过磷酸钙为宜(表3)。

表3 过磷酸钙用量对绿萍生长的影响

Table 3 Rate of superphosphate in relation to the growth of azolla (pot culture)

土壤 Soil type	过磷酸钙用量(克/盆) Rate of superphosphate (g/pot)			
	0.33	1.00	2.00	对 照
乌 泥 土 Neutral, fertile paddy soil	21.82	24.51	22.17	18.10
黄 泥 土 Acid, infertile paddy soil	9.54	13.09	12.45	7.90

注: 盆钵直径25厘米、高25厘米,装土20斤,三个重复;生长25天。

Note: Pot size: Diameter 25cm, height 25cm. Each pot contains 10kg air dried soil. Growth period is 25 days. Data represent mean value of three repetitions.

已有材料证明,绿萍利用难溶性的磷矿粉的能力很弱。我们着重比较了过磷酸钙和钙镁磷肥对绿萍生长的影响。水培试验结果表明(表4),过磷酸钙对绿萍的肥效比钙镁磷肥的效果为优。但是,由于南方的红壤性水稻土一般酸性较强(pH 5.5),对有效磷的固定能力较大,因此在这类土壤上磷肥对绿萍肥效的高低,并不完全取决于其中水溶性磷的多少。我们在平和县厝垵大队黄泥田上进行了磷肥品种和用量对绿萍生长影响的试验。结果表明(表5),不论绿萍的增殖量或萍体内积累的总氮量,施用钙镁磷肥的处理均比施用过磷酸钙的为高。看来,这除了钙镁磷肥中磷素的有效性在这类土壤上较高以外,还可能与其中的镁素对绿萍生长有良好影响有关^[5]。

表4 不同磷肥品种对绿萍生长的影响

Table 4 Variety of P-fertilizer in relation to the growth of azolla (pot culture)

处 理 Treatment	萍体干重(毫克/盆) Dry wt. of azolla (mg/pot)	萍体含氮量(%) % N in azolla	萍体含氮总量(毫克/盆) Total N in azolla (mg/pot)
过磷酸钙 Superphosphate	723.9	2.08	15.06
钙镁磷肥 Ca-Mg-Phosphate	560.8	1.78	9.98
对 照 Check	457.6	1.87	8.56

注: 1. 培养缸面积408厘米²,培养30天,平均水温20.9℃;

2. 磷肥用量按水溶液含 P_2O_5 20ppm等磷量计算。

Note: Incubation area is 408cm², pot culture for 30 days, mean water temp. 20.9℃.

表 5 磷肥用量对绿萍生长的影响

Table 5 The rate of P-fertilizer in relation to the growth of azolla

磷肥种类 P-fertilizer type	磷肥用量(斤/亩) Rate of P-fertilizer	萍体鲜重(斤/亩) Fresh wt. of azolla (jin/mu)	萍体含氮量(干重, %) Content N in azolla (dry wt. %)
过磷酸钙 Superphosphate	5	528	2.99
	10	570	2.95
	20	538	2.69
钙镁磷肥 Ca-Mg-Phosphate	5	812	3.35
	10	715*	3.40
	20	846	3.49
对 照 Check	—	398	2.18

注: 1. 小区面积为 10 米², 养殖 20 天, 三个重复; 放萍量折合每亩鲜萍 100 斤; 土壤 pH 为 5.5。 2.* 为试验中有漏萍, 产量偏低。

Note: Plot area 10m², Original azolla 100jin/mu, growth period is 20 days. Data represent mean value of three repetitions.

二、微量元素的肥效

微量元素对固氮蓝藻的生理机能及固氮能力有一定的影响, 因此对绿萍的生育也有良好的作用。水培试验结果表明, 锰、钼、硼对绿萍的增殖有显著效果(表 6), 锌的效果则欠佳。当然, 后者还可能与施用的浓度不适当有关。

值得注意的是, 微量元素不但能提高绿萍的固氮能力, 同时, 培养液中铵态氮含量也有所增加。这意味着, 在有适当微量元素存在的情况下, 放萍之后“倒萍”之前绿萍就可供应水稻以少量的有效氮素。显然, 这对水稻前期生长有一定益处。

表 6 微量元素对绿萍生长的影响

Table 6 Micronutrient in relation to the growth of azolla

测定项目 Detn. items	锰 Mn	钼 Mo	硼 B	锌 Zn	对 照 Check
增殖量(毫克) Amount of increment (mg)	410.3	335.5	212.5	182.9	140.2
含氮量(%) N content	2.45	2.25	2.03	2.10	1.14
含氮总量(毫克) Total N content	10.05	7.55	4.31	3.84	3.00
营养液中铵态氮量(毫克) NH ₄ -N content in nutrient solution (mg)	3.56	3.28	2.83	2.30	1.79

注: 1. 赫格蓝得氏缺氮培养液, 微量元素浓度为 0.01 克/升;

2. 玻璃缸面积为 408 厘米², 水培 28 天, 平均室温 12.8°C, 三个重复;

3. 放萍总氮量 0.7977 毫克。

Note: 1. Azolla incubated in Hoagland solution, amount of micronutrient added 0.01g/Litre.

2. Glass area 408cm², water culture for 28 days, mean temp. 12.8°C. Data represent mean value of three repetitions.

3. Total N in original azolla is 0.7977mg.

三、小 结

本工作通过水培、土培和田间试验,研究了氮、磷、钾和一些微量元素对绿萍生长发育和固氮能力的影响。证明都有明显的效果。磷素对绿萍的生长及固氮能力均有良好的作用。在黄泥土上钙镁磷肥的效果优于过磷酸钙。在有效性氮贫乏的土壤上,气温较低时,氮素对绿萍的生长也有较好的效果,但其用量必须控制。

锰、钼、硼等不但能促进绿萍的生长,提高其固氮能力,并能增加养萍期间水中 NH_4^+-N 的数量。这一点对协调养萍初期稻萍之间争夺养分的矛盾可能有一定意义。可见除了磷、钾的作用外,微量元素的作用也不可忽视。

参 考 文 献

- [1] 利卓桑, 1962: 固氮蓝藻、红萍在稻田的固氮作用。中国农业科学, 第 12 期, 42—44 页。
- [2] 饲料生产教研组, 1962: 微量元素对藻类增殖的影响。甘肃农业大学学报, 第 1 期, 32—38 页。
- [3] 贾醉公, 1962: 稻田固氮蓝藻养殖技术与肥效。土壤, 第 3 期, 21—28。
- [4] 曾定, 1955: 满江红生长繁殖和固氮能力的初步试验。厦门大学学报(自然科学版), 第 3 期, 124—138。
- [5] Watanabe, I., 1977: Utilization of the Azolla-Anabaena complex as a nitrogen fertilizer for rice, IRRI Res. Paper Ser. No 11.
- [6] Watanabe, I., 1978: Several change of N_2 -fixing rate in rice field assayer by in situ acetylene reduction technique, Soil Science and Plant Nutrition, 24: 1—13.