

几种农药对固氮蓝藻生长的影响*

王立美 刘富瑞 叶清泉 崔希羣
黎尚豪 曾繼綿 俞家祿 石鈺潔

(中国科学院水生生物研究所)

在我們进行固氮蓝藻对水稻肥效的田間試驗时,就遇到这样的一个問題:施用农药来防治水稻的病虫害对固氮蓝藻的生长繁殖有沒有影响?若果施用的农药对固氮蓝藻有毒害作用,那么,要在田間接种繁殖固氮蓝藻作为水稻的氮肥源,便会和防治病虫害发生矛盾,要推广使用固氮蓝藻就会有許多困难了。

藻类对于一些药物是很敏感的。如水稻田中常用的硫酸銅,就常常用来消灭大量生长而对卫生有妨害的藻类^[4],对养魚不利的湖綻——微囊藻(蓝藻的一种)就是用0.7ppm来消灭它^[1]。

根据这种情况,我們覺得有必要进行試驗几种常用的农药对固氮蓝藻的毒性,找出固氮蓝藻所能忍耐的浓度,充分掌握情况,使能在使用农药或在接种蓝藻时采取措施加以控制、以便两全其美,既可以推广使用固氮蓝藻作为氮肥源,又不妨碍使用农药防除病虫害。

一、試驗材料和方法

我們以固氮量最高的,在田間正在进行肥效試驗的水生686固氮蓝藻作为对象,采用7种农药,即:波尔多液、666粉(含0.5%丙体)、E 605、賽力散(ceresan)、石灰、硫酸銅和硫酸銅加純氧化鈣,以各种不同浓度进行处理。

农药的浓度,系参照田間的使用量,換算成ppm.,圍繞这个分量进行一系列的試驗。使用的农药都是配成水剂后加入培养物中。

水生686固氮蓝藻系培养在錐形瓶中,以250毫升的錐形瓶盛100毫升的水生105号无氮培养液,接入同等分量(0.5克)的新鮮蓝藻,加入配好的农药,在螢光灯下培养:光照時間为12—14小时;温度为25—30℃;在培养中,除經常觀察生长情况外,在一星期后取出培养的藻类分別測定其重量。

各种农药的各种浓度处理均作了两次的重复試驗,并同时培养两瓶作为对照。

二、試驗結果

1. 波尔多液:波尔多液是由硫酸銅 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 1斤,石灰2斤和水200斤配成。在田間的用量,如按每亩100斤,水深10厘米計算,銅离子的浓度为0.96ppm。由于噴射时,在稻叶和稻梗上都将附着不少波尔多液,因此,实际落入水中的波尔多液即將減少,浓

* 1959年10月12日收到。

度也沒有原用量那么大。我們在試驗中采用的浓度范围是在 0.01—15 ppm 之間，共有 14 个处理，結果如表 1。

表 1 波尔多液对于水生 686 固氮蓝藻生長的影響

浓度以在水中的 Cu^{++} 的 ppm 計算；蓝藻接种量为 0.5 克，重量以克計算。

最后重量 試驗次數 \ 浓度	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1	1.5	2	3	5	10	15	对照
1	2.45	1.55	1.4												2.1
2			2.7	2.75	2.15	1.1									1.3
3						1.15	1.45	1.4	1.3	1.3					1.35
4										1.1	1.9	1.45	1.55		2.45
5								0.1		0.6	0.5	1.1	0.65	0.425	0.50

(1) 波尔多液浓度在 1 ppm 以下时，蓝藻生长很好，甚至比对照还好，如在 0.1 和 0.2 ppm 处理的蓝藻，最后重量比对照的高一倍，比原接种量高 4 倍左右。这可能是少量的波尔多液对蓝藻不但沒有毒害或抑制作用，反而有促进生长的作用。

(2) 浓度为 1—2 ppm 时，蓝藻还可以正常生长，最后重量与对照略有增減。这也就是說波尔多液对它无毒害作用。

(3) 浓度在 3 ppm 时，蓝藻生长一般比对照差；但比原接种量又有所增加，半数以上能維持最低生命力。这說明波尔多液对它已有一定的毒害作用，不能正常生长。

(4) 浓度在 5 ppm 时，蓝藻死亡較多，仅有少部分可以繼續生长；如施用的浓度超过 5 ppm 时，蓝藻則全部死亡。

2. 硫酸銅加純氧化鈣配制的波尔多液：用純氧化鈣的目的，是要与前面的波尔多液作一比較。一般波尔多液中所用氧化鈣即市售生石灰，含杂质較多，本試驗的目的是比較两种氧化鈣对蓝藻生长的影响来觀察是否在石灰中有其他物质影响蓝藻的生长，实验結果如表 2。浓度仍以銅离子計算。

表 2 硫酸銅 + 氧化鈣对于水生 686 固氮蓝藻生長的影響

浓度以在水中的 Cu^{++} 的 ppm 計算；蓝藻接种量为 0.5 克，重量以克計算。

最后重量 試驗次數 \ 浓度	0.1	0.3	0.5	0.6	1	1.5	3	对照
1	2.85	1.1	1.2					1.45
2		1.45		1.8	1.6	1.5		2.5
3	2.6	2.51		2.02	2.2	2.35	1.2	1.3

(1) 銅的浓度在 0.1—1 ppm 以内，蓝藻均能正常生长。其中，0.1 和 0.3 ppm 比对照产量約高 1 倍，比原接种量約高 4 倍。这一点与用波尔多液处理的結果相同，它有刺激蓝藻生长繁殖的作用。

(2) 在浓度为 1 ppm 以上时，蓝藻仍在正常生长繁殖，一般都比接种量增加 2—3 倍，甚至有些超过对照的結果。这說明生石灰中并无其他杂质影响蓝藻的生长。

3. 硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 前面已經談到, 銅離子對藍藻的毒性很大, 因此, 我們採用的濃度範圍是 0.3—10 ppm, 結果如表 3。

表 3 硫酸銅對於水生 686 固氮藍藻生長的影響

濃度以在水中的 Cu^{++} 的 ppm 計算; 藍藻接種量為 0.5 克, 重量以克計算。

試驗次數 最後重量 浓度	0.3	0.5	1	3	5	10	對照
	1	1.08	1.3	1.65	0.3	0.8	死亡

濃度為 0.3—1 ppm 時, 藍藻都有增長, 為接種量的 1—2 倍, 但比對照要低; 在 3—5 ppm 時, 可以維持不死。

4. 石灰: 石灰的溶解度很小, 約 0.12%。因含有一些不溶性的石質, 溶解度不一致。為了使處理濃度準確起見, 我們在實驗前先將石灰溶於水中, 以飽和石灰水按氧化鈣量處理, 濃度範圍是 20—300 ppm。進行了 8 個處理, 結果如表 4。

表 4 石灰對於水生 686 固氮藍藻生長的影響

濃度以在水中的 CaO 的 ppm 計算; 藍藻接種量為 0.5 克, 重量以克計算。

試驗次數 最後重量 浓度	20	50	100	120	150	200	250	300	對照
	1	2.85	3.05	4.25		4.75	5	死亡	死亡
2*			生长		生长		死亡	死亡	
3			6.85	死亡	死亡	死亡			

* 未稱重量。

(1) 石灰的濃度在 20—100 ppm 時, 藍藻可以正常生長。在此範圍內, 濃度愈高則產量愈高: 在 100 ppm 中生長的藍藻重量比在 20 ppm 中的要增加一半。在兩次實驗中 100 ppm 中的藍藻均生長很好, 比原接種量增長 5—10 倍。

(2) 150 和 200 ppm 中生長的藍藻, 最初 2—3 天內生長不顯著; 在 3—4 天後, 開始有顯著的生長, 即較差的一瓶, 也可以看出生長的情況。根據實驗結果, 估計 150 ppm 可能是最高限量, 若超過這一濃度, 藍藻就不能正常生長。

5. “666”: 我們最初採用的是含丙體較少的可濕性 666, 實驗濃度範圍 1—300 ppm, 共分 15 個處理, 結果如表 5。每次試驗的結果並不很一致。

(1) 濃度在 1—10 ppm 之間, 藍藻能正常生長, 有些產量比對照還高。其中, 1 ppm 的可能有一些刺激生長的作用。

(2) 濃度在 10—150 ppm 之間, 藍藻一般可以正常生長; 150 ppm 以上, 基本上全部死亡。

為了和農田使用的 666 的丙體含量一致, 我們又以含丙體 6% 可濕性 666 粉處理, 實驗結果如表 5。

表 5 666 对于水生 686 固氮蓝藻生长的影响

浓度以在水中的 666 的 ppm 計算；蓝藻接种量为 0.5 克，重量以克計算。

試驗次數 最後重量	濃度	1	3	5	10	20	30	40	50	60	75	80	100	150	200	300	對照
		3.4	1.95	1.9	2.05												
1																	2.1
2						1.8	1.95	3.05	2.9								1.3
3										1.35		2.4	2.55	1.7			1.45
4												1.05		0.35			2.9

(1) 浓度为 10 ppm 时，比原接种量增加 5 倍，和对照的很接近。

(2) 浓度为 20 ppm 时，虽增长一倍，但比对照的生长慢得多。

(3) 浓度在 30 ppm 以上，几乎全部死去。

6. 賽力散：即 2.5% 苯基醋酸汞($C_6H_5HgCOOCH_3$)。浓度范围为 0.5—50 ppm，共进行了 10 个处理，結果如表 6。

表 6 賽力散对于水生 686 固氮蓝藻生长的影响

浓度以在水中的賽力散的 ppm 計算；蓝藻接种量为 0.5 克，重量以克計算。

試驗次數 最後重量	濃度	0.5	1	2	5	7	10	12	15	20	50	對照
		4.8	3.3	2.85	2.25		0.1			部分死亡	死亡	2.9
1												
2						0.7	0.5	0.6	0.55			1.35

(1) 浓度在 0.5—1 ppm 时，蓝藻生长很好，增长倍数超过了对照的。这可能对蓝藻生长有促进作用。

(2) 浓度为 2 ppm 时，蓝藻生长量与对照相似。在此浓度中，賽力散对蓝藻沒有毒害作用。

(3) 浓度为 5 ppm 时，蓝藻在接种后的第一天生长很差，4 天后略有增长，7 天后长多一些，这說明这个浓度并不影响蓝藻的生长，只是要有一段适应与恢复时间。

(4) 浓度为 15 ppm 时，蓝藻沒有什么增长，可能这个浓度是它忍耐的最高量。

7. E605：是一种毒性大的磷的有机化合物，学名为“0-0-二乙基-0-对硝基苯基硫代磷酸”，对人畜亦有很剧烈的毒性。我們采用的浓度范围为 0.01—50 ppm。共做了 12 个处理。其結果如表 7。

(1) 浓度在 0.01—1 ppm 之間，最后收获量都比对照高。可能在低浓度情况下，对蓝藻生长有促进作用。

(2) 浓度为 10 ppm 时，蓝藻最后收获量与对照差不多。这个浓度对蓝藻无毒害作用，蓝藻一般能正常生长。

(3) 浓度为 20 ppm 时，蓝藻虽有生长，但細胞不健康；在 20 ppm 以上时，藻类均死亡。

表 7 E605 对于水生 686 固氮蓝藻生长的影响

浓度以在水中的 E605 的 ppm 計算；蓝藻接种量为 0.5 克，重量以克計算。

試驗次數 最后重量	浓度	0.01	0.05	0.1	0.5	1	3	5	10	20	30	40	50	对照
		2.95	3	2.75	3.75	4.35								死亡
1														1.3
2														2.9
3														

三、小 结

从上面的試驗結果表明，固氮蓝藻对于各种常用农药的毒性的忍耐程度是不同的。在低浓度情况下，一般都能促进生长，对动物毒性很強的 E605，也有同样的情况；在农药用量較大时，便会引起蓝藻的死亡。蓝藻对前述几种农药所能适应的范围見表 8。

表 8 水生 686 固氮蓝藻適于生長繁殖的几种農藥的浓度範圍
(单位为 ppm)

處 理	最 适 浓 度	不影 响 生 長 的 浓 度	能 忍 耐 的 最 高 浓 度
波尔多液	0.1—0.2	1—2	3
硫酸銅 + 氧化鈣	0.1—0.3	1—1.5	3
硫酸銅		0.3—0.5	1—3
石 灰		<100	150
666 粉	1	40—50	100
賽力散	0.5—1	2—5	10
E 605	0.01—1	10	20

农药在田間的施用量虽視病虫害情況不同而有所改变，但就一般的情況來說，每亩的用量是：波尔多液 100 斤，即 Cu^{++} 0.96 ppm；硫酸銅半斤，即 Cu^{++} 0.96 ppm；石灰 50 斤，即 375 ppm；6% 的可濕性 666 粉为 1 斤，即 7.6 ppm；賽力散 1 斤，即 7.6 ppm；E605 为 0.5 斤，即 3.8 ppm^[2,3]。和我們試驗結果來對比一下，可以看出，除石灰的用量对固氮蓝藻的生长有影响外，其余的农药用量都是在它們能够忍耐的范围之内。

在田間实际施用的情况和我們試驗的結果也一致。为了消灭試驗田中的水网藻，我們曾試用每亩半斤的硫酸銅配成的浓液噴洒在接种了蓝藻的田里，結果水网藻死亡以后，固氮蓝藻又茂盛地生长起来。由于田里有土壤和有机質，对药剂是有一定的吸附作用，会降低药剂的毒性，同时，噴洒粉剂或水剂时，一般都是噴洒在稻叶上面，因此，落到田水中的数量也大为減少，对浓度也因而減低；但另一方面，因为蓝藻是浮在水面或浮在稻根附近，噴射农药时，会有一部分浓的农药直接洒落在蓝藻上面，它的浓度就大大地增加，使藻体部分死亡。

總起來說，稻田中常用的农药的使用量，对固氮蓝藻的影响是不很大的；至于这些农药对蓝藻能促进生长或致死的机制，还有待于将来进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 饒欽止, 1952. 介绍一个消灭“湖艇”有效方法。科学通报, 3:95—98。
- [2] 湖北省农业厅等合编, 1958. 农药实用技术参考手册。湖北省人民出版社。
- [3] 黄瑞纶等, 1959. 植物化学保护。高等教育出版社。
- [4] Taylor, E. W. 1949. The examination of waters and waters supplies.

EFFECT OF SOME FUNGICIDES AND INSECTICIDES ON THE GROWTH OF NITROGEN-FIXING BLUE-GREEN ALGAE

WANG LIH-MEI, LIU FU-JUI, YEH TSING-CHUAN, TS'UI SHI-KIUNG, LEY SHANG-HAO,
TSENG CHI-MIEN, YU CHIA-LUH AND SHIH YU-CHEH
(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

SUMMARY

In connection with the inoculation of rice fields with nitrogen-fixing blue-green algae as biological fertilizer, the question has arisen as to possible contra-indications for the application of fungicides and insecticides, which are a necessity for the control of enemies and diseases of the rice plants. Experiments have therefore been made to test the effect on the blue-green algae of some commonly used chemicals and their combinations.

Lime, copper sulphate, a mixture of lime and copper sulphate, Bofdeau's mixture, "666", ceresan, and E605, have all been tested against the cultures HB 686 (*Anabaena azotica*), and its growth behaviour studied under controlled condition. The results of our experiments show that within the dosage range in which these chemicals are applied in the field, there are no conspicuously harmful effects on this alga. Moreover, it is of considerable interest that small amounts of these chemicals often have a growth promoting effect on the *Anabaena azotica*.