

广东固氮蓝藻肥效的研究

广东省固氮蓝藻协作组*

为促进农业大上快上、粮食丰收，广辟肥源十分重要。

“红萍”（即满江红，学名 *Azolla imbricata* Nakai）之所以有肥效，是因为它的叶腔中有一种共生的蓝藻，即满江红鱼腥藻（*Anabaena azolla* Lemm.），可以固定空气中游离的氮素，并把它变为使水稻等农作物可以利用的氮化合物。我们自1973年以来，不断探索一些自生的固氮蓝藻在广东省内的培养、应用及肥效。

一、藻种筛选和大量培养

已报导的固氮蓝藻藻种的种类很多。几年来，我们在广州和佛山地区筛选了适应当地条件的高肥效蓝藻数种（属念珠藻目—Nostocales）：

- 1、双孢鱼腥藻（*Anabaena iyengarii* Bharadw.）。产地：佛山市郊稻田，七、八月数量极多。
- 2、鱼腥藻(K)（*Anabaena* sp.(K)）。产地：广州，中山大学校园，生长势强。
- 3、惠尔软管藻（*Hapalosiphon Welwitschii* West, W. et G.S.）。产地：中山大学校园。
- 4、小单岐藻（*Tolypothrix tenuis* Kütz.）。产地：中山大学校园。

此外，还有矛状柱孢藻（*Cylindrospermum doryphorum* Bruhl et Biswas.），静水柱孢藻（*Cyl. stagnale* (Kütz) B et F.），双岐藻属一种（*Scytonema* sp.）等。

上述双孢鱼腥藻的固氮能力用相对测定藻体含氮量的方法，每克鲜藻5天增氮量为1.7毫克，每天可增干重0.0285克。第2、3、4三种蓝藻按已报告的方法及气相层析法测定，15天固氮量（毫克N/100毫升）分别为0.1500、1.968和0.9589。双孢鱼腥藻于七、八月生长鼎盛时期，正值广州、佛山地区温高、光强的季候，本可以考虑作为一个耐高温的藻种，但经试验发现这种藻体含过多的水样胶被，在培养中极易

*协作单位：广东师范学院生物系，广东农林学院土化系，佛山市郊张槎公社农业试验场，佛山地区微生物所，中山大学生物系。本文由齐雨藻执笔。1976年4月接稿。

溶解, 营养体细胞很快消失, 因而不易繁殖、保存和应用。由于各种因素的影响, 我们除应用自选的鱼腥藻(K)及静水柱孢藻等进行过盆栽及小区试验外, 其余都取自湖北水生生物研究所的固氮鱼腥藻 (*Anabaena azotica* Ley) (水生686) 为藻种。

应用固氮蓝藻, 要解决藻种的大量培养, 以供实际之需。为易于推广, 试验时采用露天土池 (宽1米, 长2米) 培养。

实验表明, 温度为25—30°C时, 每隔4—5天可收获一次, 每次约3—5斤鲜藻。15°C以下, 基本停止生长。如连续四、五天低温阴雨, 藻种逐渐黄化、腐烂、死亡。从气候条件上分析, 光的问题是主要矛盾。四月份开始, 天气转暖转晴, 气温升高, 这时培养固氮蓝藻的大害是杂藻的突然盛发。为消除杂藻污染, 我们曾采取了清池、换坭、换水、池底消毒和用药剂杀藻等措施。在培养中还有摇蚊幼虫(红丝虫)为害, 在接种前, 先将藻种用1/2000的马拉硫磷浸5分钟, 红丝虫即被杀死。为防止摇蚊产卵, 我们用塑料薄膜覆盖, 两端用纱布以保持通风。

二、肥效试验

自1973年至1975年, 我们分别进行了固氮蓝藻肥效的盆栽、大田等试验。

1、盆栽试验

1973年, 温室。试验用盆15×20厘米, 稻种为溪南矮。每盆三棵, 每棵三苗。试验组每盆施藻2克, 对照只施混合肥, 每种处理作4个重复。试验处理的水稻产量比对照略高。结果见表1。

表1 静水柱孢藻对水稻产量的影响

处 理	株高/盆 (厘米)	分蘖数 /盆	有效稻数 /盆	总粒数/盆	实粒数/盆	充实率	千粒重 (克)	产量 (克)	对比 (%)
不接藻种	80.9	16.8	14	98	81.8	83.6	21.6	91.4	100
接藻种	77.8	24.5	18	87.2	74.5	85.5	21.6	106.2	116.2

2、水泥池试验

自1973年至1975年连续在广东农林学院网室进行5次水泥池小区试验。试验分四个处理: ①对照; ②施磷钼肥; ③施固氮蓝藻; ④施磷钼肥+固氮蓝藻。进行六次重复。

试验对产量的影响并不明显, 结果见表2。

表2 各处理组的五造产量结果(克/池)

处 理	73年晚造		74年早造		74年晚造		75年早造		75年晚造		五造 总产	%
	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%	产量	%		
不施肥	295.2	100	422.7	100	383.4	100	252.6	100	276.3	100	1630.2	100
施磷钼肥	292.5	99.1	429.8	101.8	402.4	105.0	254.6	100.8	265.0	95.9	1644.3	100.9
施放固 氮蓝藻	273.5	92.6	466.9	110.5	378.5	98.7	256.2	101.4	260.2	94.2	1635.3	100.3
施磷钼肥 +固氮蓝藻	277.0	94.0	440.5	104.2	382.5	99.8	244.9	96.9	277.6	100.5	1622.5	99.5

注：表内数字为六次重复的平均数。

1974年还在广东师范学院进行了水泥池中早造的肥效试验。试验组的产量比对照组的高14%。

3. 培养液处理稻种的试验

国外文献曾报导固氮蓝藻分泌物有生长激素的作用。1974年早造我们进行了本项试验。处理分为：

- ①对照（营养液浸种），
- ②固氮蓝藻686的培养液浸种，
- ③自采蓝藻（鱼腥藻C种，*Anabaena* sp.(c)）的培养液浸种。

浸种一天半即催芽，以后播种、移植（盆栽）。

移栽前取50株秧苗进行调查，收割时进行考种。试验结果：

用蓝藻培养液浸种对水稻幼苗有明显的促生长作用，叶色较青绿，长势旺，植株粗壮，鲜物比对照重（表4）；用蓝藻培养液浸种的穗数增加，结实率提高，千粒重增大，因而增产（表5）。

表4 固氮蓝藻培养液浸种对秧苗素质的影响

处 理	株高 (cm)	假茎粗 (cm)	鲜重(克/50株)	鲜物重 增长率
对 照	26.7	3.2	15.5	100
686培养液浸种	28.9	3.7	18.6	120.0
固氮蓝藻(c) 培养液浸种	30.9	3.6	19.5	125.8

表5 蓝藻培养液浸种对穗粒性状及产量的影响

处 理	穗数 (盆)	总 粒 (穗)	实 粒 (穗)	不实粒/穗	充实率 %	千粒重 (克)	产 量 克/盆	产 量 比
对 照	11	58.0	40.1	17.9			8.2	
	19	49.8	35.9	13.9			8.1	
	11	68.9	46.9	22.0			11.7	
	10	68.2	33.2	30.0			9.3	
平 均	10.5	61.3	40.3	21.0	65.7	21.05	9.4	100
686培 养 液 浸 种	12	65.3	49.8	15.5			13.6	
	12	57.4	47.3	10.1			13.0	
	12	58.4	39.7	18.7			11.1	
	9	59.0	41.2	17.8			10.2	
平 均	11.3	60.0	44.5	15.5	74.2	22.43	12.0	127.7
固氮蓝藻(c) 培 养 液 浸 种	12	57.7	46.5	11.2				
	11	64.3	41.1	23.2				
	8	67.4	50.4	17.0				
	9	66.2	56.2	10.0				
平 均	10.0	63.9	48.6	15.3	76.6	21.54	10.4	110.6

4. 对秧苗肥效的试验

(1) 1973年, 晚造盆栽。藻种为水生686。试验作三种处理: ①对照, ②施混合肥, ③施混合肥+固氮蓝藻。混合肥为每盆施过磷酸钙2.7克, 草木灰25克, 钼酸钠(1%)1毫升。接种量为每盆鲜藻40克。藻类于接种后第二天开始生长, 几天后即长满盆面, 直到秋苗移植前都生长旺盛。移植前不施基肥, 前、中期亦不肥追, 后期每盆施硫酸铵0.5克。试验与对照秧苗, 在施藻后一星期就可以看到差异。接种藻类的秋苗叶色较青绿, 生势较旺, 植株较高, 移植时的秧苗质素比对照高, 植株含氮量也显著增加(表6)。

表6 “水生686”蓝藻对秧苗质素的影响

处 理	柱 高 (厘米)	假 茎 宽 (毫米)	鲜 物 重 (克/50株)	干 物 重 (克/50株)	含N%
对 照	27.3	2.66	8.94	2.65	0.102
混 合 肥	28.8	2.94	10.19	2.89	0.106
混合肥+固氮蓝藻	29.0	3.06	11.97	3.11	0.117

接种了固氮蓝藻的秧苗移植后早生快发,分蘖多,最后穗数也多(表7),收获时的考种结果表明,比对照增产8.1%(表8)。

表7 接种水生686的秧苗对移植后水稻的分蘖消长、株高的影响

处 理	项 目 日 期	平均 每 盆 分 蘖 数				平均 每 盆 株 高		
		8月27日	9月3日	9月13	穗数	8月27日	9月3日	收 获 期
对 照		17.0	83.5	63.7	76.3	24.1	103.1	99.3
混 合 肥		17.5	84.5	67.0	79.2	24.1	103.8	100
混合肥+水生686		18.7	83.3	68.5	82.1	24.2	112.2	108.1

表8 秧苗接种固氮蓝藻对水稻产量的影响

处 理	穗数/盆	总粒/穗	实粒/穗	充实率 (%)	千粒重 (克)	产 量 (克)	%
对 照	17.0	83.5	63.7	76.3	24.1	103.1	99.3
混 合 肥	17.5	84.5	67.0	79.2	24.1	103.8	100
混合肥+水生686	18.7	83.3	68.5	82.1	24.2	112.2	108.1

(2) 1974年,早稻秧田

秧田设6个小区,每小区面积为0.008亩,作二种处理:施放鲜藻(水生686)与施放煮死蓝藻(对照)。每个处理三次重复,对比排列。各小区施藻量0.5斤。施藻后,蓝藻长势不佳,并发现有刚毛藻繁殖,因此又于十二天后每试验小区补施鲜藻0.3斤。

秧苗叶色较黄,肉眼观察,对照与试验处理组差别不明显。插秧前,梅花点取样,秧苗质素调查见表9

表9 秧田施藻对秧苗生长的影响

处 理 区 号	对 照					试 验				
	2	4	6	平均值	%	1	3	5	平均值	%
苗高(cm)	18.72	17.13	19.04	18.30	100	17.23	17.23	19.19	18.78	107.6
茎粗(cm)	0.28	0.34	0.32	0.31	100	0.33	0.33	0.33	0.34	109.7
叶宽(cm)	0.43	0.46	0.48	0.46	100	0.53	0.53	0.52	0.53	115.2
秧令	3.3	3.4	3.6	3.5	100	3.7	3.7	3.8	3.7	106.2
地上部分干重 (克)	1.9131	2.1574	2.0781	2.1495	100	2.6644	2.6644	2.5279	2.6795	137.3

结果表明, 试验组较对照组的秧苗有显著效果。

(3) 1974年, 晚造秧田。试验设四个处理:

① 对照; ② 磷钼肥; ③ 磷钼肥+鲜藻; ④ 磷钼肥+死藻。秧田

小区面积0.01亩, 三次重复。移植本田小区面积0.075亩, 重复三次。

水稻品种包选2号, 接种鲜藻量为200斤/亩(第四处理组施藻经煮沸5分钟杀死)。

施藻于小区的当天下午, 蓝藻开始生长。第四天长满水面。第十二天后, 蓝藻突然消失。

移植大田后各处理组的管理措施相同。收获前调查每小区有效穗数, 并取样进行考种, 结果穗粒性状差异不大, 最后未显出增产效果(表10)。

表10 秧田放藻对水稻穗粒性状及产量的影响

处 理	穗数/棵	总粒/棵	实粒/穗	充实率 %	千粒重 (克)	产量 (斤/亩)	%
对 照	12.9	79.3	64.2	80.9	20.09	630.0	100.4
磷钼肥	12.9	77.9	65.2	83.7	20.14	629.3	100
磷钼肥+鲜藻	12.9	79.7	63.9	80.2	20.08	622.6	98.8
磷钼肥+死藻	12.3	81.3	66.7	80.2	20.53	634.6	102.4

5、大田试验

1975年分别在佛山市郊张槎公社试验农场等三个农场进行了大田肥效试验。

早造试验设施固氮蓝藻及不施固氮蓝藻(对照)两种处理, 三次重复。小区面积0.05亩, 水稻品种为红梅早。试验组四次施藻, 用量分别为鲜藻30斤/亩, 100斤/亩, 干藻粉8斤/亩及8斤/亩, 干藻粉皆未生发; 鲜藻虽开始略见生长, 但都因大雨而卒未见生长。结果: 试验组为对照组产量的97.1%。

晚造在三处进行试验: ①用水稻金钢矮品种, 施放蓝藻3次, 共鲜藻288斤/亩。每次生长都未超过5天。②用广二矮品种, 共施放鲜藻四次, 均未长好(或长起后因雨消失)。③用广二矮, 放藻四次, 都未长好。结果都不明显(见表11)。

表11 固氮蓝藻大田肥效试验(晚造)

地 处 点	项 目	穗数	总粒	实粒	充实率	千粒重	小区产量(市斤)				折合	相对
		(棵)	(棵)	(棵)	(%)	(克)	平均				亩产 (市斤)	产量 %
張 槎 試 驗 場	对照	12.7	70.8	61.9	87.4	24.0	27.3	28.4	25.2	27.0	540	100
	施藻	12.1	68.9	60.1	87.1	23.6	28.3	25.1	26.1	26.5	530	99.2
地 区 机 关 农 場	对照	12.1	77.2	54.7	70.9	21.0	28.4	28.4	30.4	29.1	582	100
	施藻	12.6	81.0	58.1	71.9	21.8	28.1 29.3 28.8				576	99
大 埔 頂 农 場	对照						10.4	12.0	11.2		224	100
	施藻						13.2	11.6	13.2	12.7	254	113.4

討 论

1、国内外试验施用固氮蓝藻，经长年应用都有肥效。在我们的试验中，除盆栽及秧苗试验有较明显的肥效外，水泥池及大田试验效果不显著。原因可能是藻类未能生发。

华南地区以水田为主。在实践上应进一步筛选本地生长势强，耐高、低温，固氮能力高的藻种，为增产粮食做出积极贡献。

2、露天培养时杂藻与摇蚊幼虫为害甚剧。为消除杂藻只能应用杀藻剂或促使蓝藻优势生长。藻种在应用上需量很大，每亩约用100至500斤鲜藻，因此大规模推广时藻种问题必然突出。一般表层开放培养，恐不敷需用，所以进一步的发展，就应考虑开展固氮蓝藻的深层培养，或用水田内培养，供本田应用。