

水稻土需氧自生固氮菌的初步研究*

賈 醉 公

(湖南省農業科學研究所)

湖南省農業科學研究所於 1956—1957 年間，對水稻土的需氧性自生固氮菌(*Azotobacter*)作了一些探索性的初步研究，其內容包括菌種的分離培養與性狀觀察，固氮能力的測定，土壤中菌體數量的消長趨向，接種水稻、馬鈴薯、油菜的效果等。現將這些情況分別報告於下。

一、室內實驗

(一) 菌種分離培養與性狀觀察

1. 泥面法分離培養情況 1957 年 1 月 7 日在長沙，於水稻根圈內採取 5—15 厘米深的土壤，土壤為中壤土，紅壤母質，上層參雜有河流沖積物，pH 值 6.5。稱取上述土壤樣本 100 克，加可溶性澱粉 2 克、草木灰 2 克、蔗糖 1 克、過磷酸鈣 0.25 克、水適量，充分調和均勻使成粘稠的糊狀，將此泥漿塗抹在消毒過的新磚上，將磚半浸於水中^[1]，蓋最後放在 28—30°C 的恆溫中培養，約 2—3 天後泥面發生許多如澱粉漿糊狀的水珠，由淡乳白色漸變成黃色、褐色乃至黑褐色，這種水珠中絕大多數為需氧性自生固氮菌的細胞，用鉑絲挑取微量移植於斜面上作為原始菌種。

2. 原始菌種的純化 將原始菌種移植於帶砂的無菌水中稀釋若干次，而後取適當的稀釋液用 Ashby 培養基作扁平培養。如此反復進行多次，最後選取無雜菌伴生的典型自生固氮菌菌落，移植於斜面上作為純菌種。

3. 純菌種的性狀觀察 自水稻土的樣本中通過分離純化獲得了自生固氮菌的三個小種，曾將這三個小種與 1956 年所分離的三個菌種及華東農科所分離的兩個菌種一並進行了下列各項觀察：

(1) 形態觀察 作剛果紅酸性酒精負染色及格蘭氏染色鏡檢。負染色時，菌體多數成雙排列，其大小由 $1.14 \times 1.18\mu$ — $1.71 \times 4.57\mu$ ，莢膜厚度在 1.57 — 3.70μ 之間。但 1956 年自熟化紅壤中分離的 *Az* No. 3 及 1957 年自水稻土中分離的 *Az* 水 (3) 兩個菌種則成四疊或八疊排列，其莢膜亦較厚，約在 4.11 — 4.37μ 之間。各菌種格蘭氏染色時都是 (一) 反應。

(2) 培養性狀

① Ashby 無氮培養基扁平培養 2 晝夜後，各菌種的菌落幾乎都為乳白色，整邊，隆起，表面平滑或有縐紋，稀或濃。當繼續培養至 5 晝夜後，各菌種的菌落都產生色素，色素

* 參加工作者尚有：黃 雄、劉彝倫、徐許生、周志成、彭竹林、李文斌等同志。

多數由黃變棕或變成棕黑，這時菌落多形成花紋。此外還有一個共同特徵：就是各菌種的菌落所產生的色素都不分泌到培養基中。

② Ashby 培養基液體培養 5 晝夜後，液體中產生均勻的混濁，混濁程度依菌種而異，一般都在中度以上。混濁的菌懸液不形成皮膜也不發生層次。當停止培養 5 日後，菌體即下沉，下沉的程度依菌種而異，由 20—95%。大致自水稻土中分離出的菌種，其沉澱程度較大。

③ 馬鈴薯汁斜面培養時，各菌種的菌苔都發生變色情況，大致循着灰白 → 黃 → 深褐或黑褐的規律。

④ 牛肉汁斜面培養時，各菌種基本上都不生長。

根據上述各項性狀觀察的結果，與 Н. А. Красильников：“細菌及放線菌鑑定”^[1]一書所所述的 *Azotobacter chroococcum* 的標準相比較（並參照 Bergey's “細菌鑑定手冊”^[2]）其情況大致相符，可認為分離的各個菌株與 *A. chroococcum* 為同一種。至於各個菌株間的若干區別，應為同一種內的不同小種所構成。

（二）菌種固氮能力的測定

測定固氮能力的方法，仍如分離菌種時採用的泥面法一樣，將水稻土樣本 100 克，滅菌後加入某一菌種在 Ashby 液體培養基中生長 48 小時的菌懸液 1 毫升及無菌水適量，抹磚培養半月，期滿後用凱氏法分析土樣中的全氮量。為了比較培養時間的長短與自生固氮菌固氮量的關係，曾設置培養半月與 1 月的兩種處理；又為了觀測微量元素“硼”和“鉬”對自生固氮菌固氮力的影響，也曾設置在土樣中分別加入 H_3BO_3 和 $(NH_4)_2Mo_4$ 等的處理，茲將各項測定結果列於表 1。

從表 1 可以看出：在培養狀態下，由於自生固氮菌的固氮作用，土壤中可以累積氮素。培養時間較長，累積的氮素也較多。微量元素硼和鉬可以刺激提高自生固氮菌的固氮能力，與不加硼、鉬培養半月的土樣中的全氮量比較，約提高 8.6—12%，其中硼的作用比鉬的作用稍大，硼、鉬混合使用作用更大一些。從表 1 也可以看出，各個菌種的固氮能力不一致，其中 Az No. 1 及水(3)號的固氮力較高。一般表現出土樣中累積的氮素較高時，土樣的 pH 值也隨之提高。

（三）土壤中 *Azotobacter* 數量的消長趨向

試驗進行中，曾就紅壤母質水稻土耕作層的不同深度中需氧自生固氮菌的含量、水稻生長各階段的根部土壤中需氧自生固氮菌的含量以及水稻根圈內不同距離的需氧自生固氮菌含量作了初步檢查。檢查方法為 Ashby 無氮培養基作稀釋扁平培養，稀釋度 1/1,000，每個樣本重複 5 次。茲將各項檢查結果分別列為表 2、表 3 和表 4。

為了更易於看出固氮菌隨水稻不同生長階段的消長趨向，將表 3 所列固氮菌數量的變化繪成圖 1。

從表 2 中可以看出：存在於水稻根部中心土壤中的需氧自生固氮菌數量比距離 5 厘米的土壤約高 6.5 倍，比距離 10 厘米的土壤約高 15.5 倍，說明愈近根部的土壤中，固氮菌的含量愈多。可以認為在水稻土中需氧自生固氮菌是顯著地集生於水稻根系內的一種微

表 1 微量元素“硼”“鉬”對土壤自生固氮菌固氮能力的影響及各菌種固氮能力的比較

處 理 或 菌 號	土壤中的全氮量(%) (乾土計算)	培養後土壤 的 pH 值	備 註
培養前的土壤	0.198		
泥面法培養半月的土壤	0.215		
泥面法培養 1 月的土壤	0.233		
泥面法培養半月, 土壤中加入硼	0.240		加 H_3BO_3 量為 100 克土中加入 0.001 克
泥面法培養半月, 土壤中加入鉬	0.233		加 $(NH_4)_2MoO_4$ 量為 100 克土中加入 0.001 克
泥面法培養半月, 土壤中加入硼和鉬	0.241		100 克土中, H_3BO_3 和 $(NH_4)_2MoO_4$ 各加入 0.001 克

以上各項培養係採用同一土壤

土壤不滅菌不加菌種不培養	0.163	6.3	
土壤不滅菌不加菌種培養半月	0.173	7.2	
土壤滅菌加菌種水(1)號培養半月	0.187	7.3 強	
土壤滅菌加菌種水(2)號培養半月	0.175	7.3	
土壤滅菌加菌種水(3)號培養半月	0.194	7.3 強	
土壤滅菌加菌種 Az No. 1 培養半月	0.197	7.4	
土壤滅菌加菌種 Az No. 2 培養半月	0.188	7.3	
土壤滅菌加菌種 Az No. 3 培養半月	0.183	7.3	以上各項培養係採用同一土壤
菌種華東 No. 2	華東農科所測定 ^[4] N17.4 毫克/糖 1 克		
菌種華東 No. 6	華東農科所測定 N21.0 毫克/糖 1 克		

表 2 水稻根圈內不同距離的需氧自生固氮菌含量(1957, 11, 2—6)

土壤距根中心距離	土壤 pH	稀 釋 度	扁平皿上的實際菌落數	平均菌落數	折合每克土壤中含菌數
0 厘米	6.1	1/1,000	74, 75, 79, 93, 82,	80.6	80,600
5 厘米	6.1	1/1,000	11, 13, 13, 16, 9,	12.4	12,400
10 厘米	6.1	1/1,000	5, 6, 4, 4, 7	5.2	5,200

表 3 水稻在不同的生長階段中, 其根圈內需氧自生固氮菌含量的變化(1957, 7—10 月)

樣 本 類 別	插秧前(即接種前) 的土壤(1) (淹灌情況下)	第 1 次中耕後 的土壤(2) (淹灌情況下)	抽穗盛期的土 壤 (3) (淺灌情況下)	乳熟期的土壤 (4) (半乾半濕情況下)	收穫前一日的 土壤(5) (乾旱情況下)
取 樣 日 期	7 月 31 日	8 月 17 日	9 月 17 日	9 月 25 日	10 月 23 日
土 層 深 度	5—15 厘米	5—15 厘米	5—15 厘米	5—15 厘米	5—15 厘米
土壤距根中心距離	5—7 厘米	5—7 厘米	5—7 厘米	5—7 厘米	5—7 厘米
CK (未 接 種)	8000	9020	10250	3000	1250
Az No. 1 接種	8000	17330	29500	12250	8250

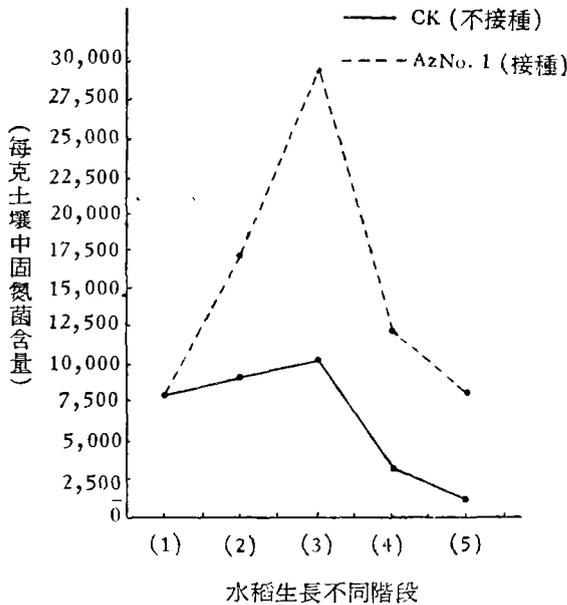


圖 1 水稻不同生長階段固氮菌消長變化

表 4 水稻土在板田乾旱寒冷期,不同深度耕作層內的需氧自生固氮菌含量(1957, 11, 22—26)

土層深度	土壤 pH	土壤溫度 ^{°C} (氣溫 1.8 ^{°C})	扁平培養稀釋度	扁平皿上的實際菌落數	平均菌落數	折合每克土壤中 含菌數
0—10 厘米	6.4	4.8	1/1,000	13, 20, 15, 9, 22	15.8	15,800
10—20 厘米	6.5	5.5	1/1,000	24, 20, 25, 22, 17	21.6	21,600

生物^[5], 其與水稻的關係應該是很密切的。從表 3 中還可進一步看出: 水稻的生長階段不同, 其根系土壤中的需氧自生固氮菌數量亦不同。在未接種區, 從插秧開始其數量呈逐漸上升趨勢, 至抽穗盛期達到最高點, 以後即顯著下降, 至乳熟期時, 已降到僅為最高量的 1/3 左右, 至收穫期更下降到不及插秧時的 1/6。接種區的數量消長趨向與未接種區基本一致, 但各個階段的數量比未接種區都顯著提高, 特別是從插秧開始到抽穗盛期, 數量呈直線上升, 抽穗盛期以後, 數量又呈直線下降, 到收穫期其數量仍維持如插秧期一樣。表 4 指出, 水稻土在冬季乾旱寒冷時, 耕作層的下層, 需氧自生固氮菌含量較上層多, 這可能是下層的泥溫與 pH 值都較上層稍高的緣故。

二、田間試驗

(一) 水 稻

1. 試驗經過 1956 年秋季, 曾將菌種 *Az 1*、*Az 2*、*Az 3* 接種晚稻進行了田間試驗。1957 年秋季又選用 *Az 1*、*Az 2*、水(1)、水(3)、華東 No. 6 等五個菌種接種晚稻再作了田間試驗。茲將兩年的試驗情況簡述於下:

(1) 試驗田情況: 1956 年為 34 號水田, 紅壤母質, 肥力中等以下, 排灌方便, 前作為早秈單本繁殖。1957 年為 257 號水田, 紅壤母質, 上層參雜有河流沖積物, 肥力中等以上, 前期休閑。

(2) 供試品種: 晚秈紅米冬粘和醴陵番子。

(3) 試驗田規劃：34 號田設 4 個處理(Az 1、Az 2、Az 3 菌種接種，對照不接種)，重複 3 次，共 12 個小區，隨機排列，小區面積 1/10 畝，行株距 7 × 8。257 號田設 6 個處理(Az 1、Az 2、水(1)、水(3)、華東 No. 6 菌種接種，對照不接種)，重複 5 次，共 30 個小區，亦為隨機排列，小區面積 194.04 平方尺(= 0.03234 畝)，行株距 6 × 7。

(4) 施肥情況：34 號田於早稻收割後每畝施人糞尿肥 40 担，石灰 50 斤，再用腐熟牛糞粉 60 斤及過磷酸鈣 6 斤混合後加水調成漿狀沾秧根。257 號田於第 2 次犁田前每畝施腐熟豬欄糞 6 担，耙田時施石灰 65 斤，第 1 次中耕時再施石灰 50 斤。每畝用腐熟牛糞粉 100 斤及過磷酸鈣 6 斤，混合後加水調成漿狀沾秧根。

(5) 灌排情況：在兩年的試驗中，基本上都是採取插秧後淺灌，分蘗末期深灌，抽穗期淺灌，乳熟期後逐漸落乾的形式。

(6) 插秧、中耕與收穫：34 號田在 1956 年 8 月 1 日插秧，8 月 16 日第 1 次中耕，8 月 27 日第 2 次中耕，10 月 24 日收穫。257 號田在 1957 年 7 月 18 日插秧，8 月 3 日中耕 1 次，10 月 29 日收穫。

(7) 治蟲情況：兩年的試驗中都曾發生螟害，頭年較重，用烟草石灰粉殺蟲引起了藥害，使葉尖枯黃，但未發現對土壤中自生固氮菌的明顯影響。次年除藥劑治療外，還拔過兩次枯心苗，枯心苗的拔除量各小區有差異。

2. 試驗結果 (着重報導 1957 年的試驗)

兩年的試驗中，從植株回青方面看，各個處理都沒有遲早的差別，回青後的生育全期

表 5 各處理植株高度、分蘗數與生長速率的比較

處理	項目		植株高度(厘米)		總 分 蘗		有 效 分 蘗	
	年度	類別	1956	1957	1956		1957	
					總分蘗數	總分蘗數佔本秧數的%	有效分蘗數	總抽穗數佔總分蘗數的%
CK (不接種)			100.35	100.74	23.65	103.12	19.54	82.94
Az No. 1			99.82	104.60	24.39	108.50	21.29	85.43
Az No. 2			99.48	105.55	25.23	106.28	21.28	81.92
Az No. 3			100.40	—	26.76	—	20.13	—
水 (1)				104.84		108.76		84.74
水 (3)				101.85		108.84		86.37
華東 No. 6				106.46		123.48		84.28

表 6 各處理植株生長、分蘗、抽穗、成熟速率比較表 (1957)

處理	項目		植株高度(厘米)				分蘗數佔本秧數的%				抽穗數佔總分蘗數的%				成熟穗數佔總穗數的%			
	記載日期	等級	8/8	9/12	7/27	8/10	9/18	9/30	10/17	10/24	等級	等級	等級	等級	等級	等級		
CK (不接種)			52.29	100.74	2.31	103.12	23.44	80.49	3.99	84.11	(5)	(6)	(4)	(6)	(4)			
Az No. 1			51.99	104.60	4.81	108.50	22.29	83.40	5.13	80.02	(6)	(4)	(6)	(2)	(5)			
Az No. 2			54.17	105.55	4.21	106.28	22.69	80.75	3.43	84.80	(2)	(2)	(5)	(6)	(2)			
水 (1)			53.82	104.84	4.31	108.76	25.26	81.93	4.96	84.57	(3)	(3)	(4)	(3)	(3)			
水 (3)			52.39	101.85	4.49	108.84	25.94	84.25	3.76	78.36	(4)	(5)	(1)	(5)	(6)			
華東 No. 6			54.68	106.46	3.76	123.48	26.14	82.33	5.43	87.89	(1)	(1)	(3)	(1)	(1)			

中,葉色的濃淡,各處理也無程度上的差別,但各處理中植株的高度、分蘗數、抽穗期及成熟期等則互有差異(表 5、表 6、表 7)。

表 7 各處理植株的抽穗期和成熟期

處 理	項 目 年 度	抽穗達 55% 的日期		成熟達 85—90% 的日期	
		1956	1957	1956	1957
CK (不 接 種)		9 月 12 日	9 月 21 日	10 月 23 日	10 月 25 日
Az No. 1		9 月 11 日	9 月 20 日	10 月 22 日	10 月 27 日
Az No. 2		9 月 11 日	9 月 20 日	10 月 22 日	10 月 24 日
Az No. 3		9 月 10 日	—	10 月 20 日	—
水 (1)		—	9 月 19 日	—	10 月 25 日
水 (3)		—	9 月 20 日	—	10 月 28 日
華東 No. 6		—	9 月 19 日	—	10 月 23 日

從上列表 5 至表 7 所統計的各項資料中(特別是 1957 年的試驗),不難看出如下幾點情況:(1)需氧自生固氮菌接種水稻,一般可以增長植株高度,增加總分蘗數和有效分蘗數;(2)接種還可以促使分蘗加快,如分蘗初期不接種的還只分蘗 2.3% 而菌種 Az No. 1 已分蘗達 4.8%,超過前者 1 倍多。又如分蘗末期,不接種的分蘗 103% 時,菌種華東 No. 6 已分蘗 123%,增多了 20%。同時也促進抽穗和成熟期的提早或延遲。

表 8 各處理的稻穀產量*

年 度	1 9 5 7								1 9 5 6		
	5 個重複的實際產量(斤)					小 區 平均產量 (斤)	折 合 斤/畝	產 量 (%)	小 區 平均產量 (斤)	折 合 斤/畝	產 量 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)						
CK (不接種)	14.06	14.56	14.69	14.69	14.31	14.46	447.20	100.00	38.6	386.0	100.0
Az No. 1	14.69	13.81	14.94	13.75	14.31	14.30	442.17	98.90	39.8	397.9	103.0
Az No. 2	14.69	14.06	14.81	14.19	14.81	14.51	448.74	100.34	39.5	395.0	102.3
Az No. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	39.1	390.8	101.2
水 (1)	14.31	15.06	14.69	14.94	14.56	14.71	454.93	101.72	—	—	—
水 (3)	14.56	15.13	14.31	15.31	14.94	14.91	461.11	103.11	—	—	—
華東 No. 6	14.50	15.19	14.19	14.94	15.06	14.76	456.86	102.16	—	—	—

* 各處理間的產量差異不大,故未進行變量分析,僅將 1957 年各重複實際產量列出,以供參考。

表 9 各處理的稻草產量

年 度	1957(稻草 5 成乾)			1956(稻草 7 成乾)		
	5 個重複的平均產量 (斤)	折合斤/畝	產量(%)	3 個重複的平均產量 (斤)	折合斤/畝	產量(%)
CK (不接種)	37.2	1150.5	100	90.3	903.1	100
Az No. 1	40.3	1246.3	108.67	96.0	960.0	106.3
Az No. 2	40.3	1246.3	108.67	98.3	983.1	108.8
Az No. 3	—	—	—	90.6	906.2	100.2
水 (1)	40.2	1243.3	108.06	—	—	—
水 (3)	39.0	1206.1	104.83	—	—	—
華東 No. 6	39.1	1209.7	105.14	—	—	—

從表 8 和表 9 可以看出：接種需氧自生固氮菌，對晚稻的穀粒與蘗稈有一些增產的效果，但不甚顯著。稻穀增產率兩年都在 1—3% 間，蘗稈亦在 4—8% 間。兩年間 Az No. 1 的效果表現頗不一致，可能是由於在 1957 年的試驗中，它的第 2 與第 4 兩重複受螟害較重（這兩區枯心苗也較多），引起減產而造成了上述結果。

(二) 馬 鈴 薯

1. 試驗經過 1956 年秋季，曾將菌種 Az No. 1、Az No. 2、Az No. 3 接種秋馬鈴薯進行了田間試驗。試驗田為紅壤母質水稻土，粘壤土，肥力中等，前作是中稻萬利秈。試驗分 4 項處理，每項處理重複 3 次，隨機排列，小區面積 1/10 畝。供試品種為外來紫皮。每畝施豬糞 20 担，牛糞 25 担，人糞尿 15 担，火土灰 10 担，過磷酸鈣 10 斤，黃土 35 担，一部分人糞尿與黃土拌和堆漚成培養土施於穴中，所剩人糞尿施於穴底，火土灰與過磷酸鈣拌和蓋種。自生固氮菌劑用量為每畝 1.5 斤，係加水調成菌漿後沾拌薯塊。9 月 5 日播種，11 月 28 日收穫。

2. 試驗結果 各處理的植株生長情況見表 10、11。各處理的產量則列入表 12 中。

表 10 各處理出苗與分枝速度比較

處 理	項 目 記載日期	出 苗 速 度 (%)				分 枝 速 度 (%)			
		9/21	等級	10/4	等級	10/9	等級	10/15	等級
CK (不接種)		15.0	(4)	85.6	(2)	39.4	(4)	85.0	(2)
Az No. 1		29.7	(1)	89.2	(1)	50.6	(2)	89.7	(1)
Az No. 2		28.3	(2)	84.7	(3)	50.8	(1)	83.2	(3)
Az No. 3		23.6	(3)	79.2	(4)	44.2	(3)	79.4	(4)

表 11 各處理薯種結果

處 理	項 目	株 高 (厘米)	分枝數 (株/個)	莖 粗 (毫米)	莖 葉 重 (克/株)	薯 塊 重 (克/個)	薯塊個數 (個/株)
CK (不接種)		34.21	2.22	6.32	38.45	54.73	193
Az No. 1		35.16	2.98	6.33	37.04	71.68	253
Az No. 2		35.75	2.91	6.41	42.51	79.81	244
Az No. 3		34.48	2.84	6.39	38.82	66.20	216

表 12 各處理的馬鈴薯產量

處 理	項 目	小區平均產量 (斤)	折合斤/畝	每畝增減 (斤)	產量(%)
CK (不接種)		58.48	584.8	—	100
Az No. 1		65.04	650.4	+65.6	111.21
Az No. 2		66.10	661.0	+76.2	113.03
Az No. 3		58.33	583.3	- 1.5	—

從表 10、12 中亦可以看出：需氧自生固氮菌接種，可以促進馬鈴薯出苗與分枝加快，如 9/21 調查，不接種區出苗 15% 時，菌種 Az No. 1 區已出苗 29.7%，約快一倍。分枝情況與出苗相類似。同時接種可以增加薯塊產量，如菌種 Az No. 1 增產 11.21%，Az No. 2

增產 13.03%。從表 11 中可見：這兩個菌種影響馬鈴薯植株所表現的農藝性狀也比不接種的要優越些。

(三) 油 菜^[6]

1. 試驗經過 1956 年冬季在水稻土中進行，田間設計與馬鈴薯試驗一樣，小區面積 1/10 畝，每畝施乾尿肥粉 40 担，火土灰 8 担，磷礦粉 30 斤，人糞尿 50 斤，花生枯 30 斤。磷礦粉與花生枯先混合浸入人糞尿中發酵，尿肥粉於開穴後先施入穴中，其餘肥料拌和種子一同施下。頭年冬季和翌年春季各追施人糞尿一次，每次每畝 4 担，每担加水 4 担。自生固氮菌劑用量為每畝 1.5 斤，係與種子灰糞等拌和點施，供試品種為洞口甜油菜，試驗於 1956 年 10 月 13 日播種，1957 年 5 月 3 日收穫。

2. 試驗結果

表 13 各處理植株生長速率

項 目 處 理	幼苗第 5 片真葉出現 後全株的葉片平均	植株現蕾百分率	
		2 月 5 日	2 月 19 日
調 查 日 期	12 月 2 日		
CK (不接種)	5.150	80.00%	86.66%
Az No. 1	5.166	79.16	87.50
Az No. 2	5.214	79.16	90.83
Az No. 3	5.365	85.00	90.00

表 14 各處理植株生長強度

項 目 處 理	株 高 (厘米)	莖 粗 (厘米)	分枝百分率		結莢密度 (個) (20 厘米內)	備 註
			有效 %	無效 %		
CK (不接種)	126.61	1.270	69.23	30.77	26.876	表中各欄數字 係在各小區定 株取樣 105 株 的平均數
Az No. 1	128.45	1.295	70.84	29.16	27.352	
Az No. 2	127.47	1.258	71.80	28.20	27.029	
Az No. 3	131.03	1.372	71.00	29.00	27.485	

表 15 各處理種籽產量和品質

項 目 處 理	籽實乾重 斤/畝	籽實產量百分率 (以對照區產量為 100)	千 粒 重 (克)	籽實中粗脂肪含量百 分率 (以乾物計算)
Az No. 1	132.3	101.09	1.5108	—
Az No. 2	132.7	101.33	1.5446	—
Az No. 3	140.2	107.11	1.6782	35.91

試驗表明(表 13、14、15)，需氧自生固氮菌接種油菜，同樣可以促進油菜的出苗，現蕾和抽苔加快，而且接種的生長強度比不接種的都大。因此種籽產量也隨之提高，種籽中的含油量也有所增多，其中菌種 Az No. 3 表現更為突出。

三、 討 論

(一) 試驗表明：愈近水稻根部中心的土壤，需氧自生固氮菌的數量愈多。在水稻生

長各個時期中，隨水稻生理機能進行的強弱，需氧自生固氮菌的數量也敏銳地呈正相關增減。這說明水稻根系是需氧自生固氮菌的適宜的生活環境^[7]。

(二)蘇聯學者 M. B. Федоров 認為，根的分泌物是選擇近根區細菌的最主要因素之一。同時根據 И. С. Шулова (1913) 的研究結果，植物根分泌的有機物質，在很多情況下，在植物全部生長期內可達到其乾重量的 5%，而根分泌物達到最高量是在花期^[7]。他們所論證的這些情況，在本試驗的測定結果中，亦可找到同樣的反映，已如上述：愈近水稻根部中心，需氧自生固氮菌的數量愈多，這可以說明水稻根的分泌物對 *Azotobacter* 的選擇性；同時從表 3 的資料中還可明顯地看出，水稻抽穗盛期（即開花期內）其根部土壤中的需氧自生固氮菌最多。根據這種現象，應可推斷這時期內水稻根系分泌物將是最高量的時候。

(三)從需氧自生固氮菌接種水稻、馬鈴薯、油菜的試驗中，可以明顯地看出一種共同的現象：就是固氮菌能夠促進這些農作物提早出苗，加速分蘗和抽穗，提早或延長成熟等現象。作者認為這種現象可能非由於固氮菌固定氮素的結果所引起，而為其分泌的生長物質、生長刺激素與維他命等所影響。因為從以往國內外許多自生固氮菌接種農作物的試驗報告中，多數都提出了這樣一個共同情況，而自生固氮菌能夠向外界分泌這些物質以影響作物的農藝性狀，則已為蘇聯學者所證實和肯定^[8,9,10]。

(四)將水稻試驗結果進行分析，我們不難看出：接種需氧自生固氮菌，雖然可以促進水稻的生育，提高其產量，但效果不甚顯著。這從水稻接種後根際固氮菌增加的情況中也可以看出來。如接種區抽穗盛期的固氮菌數量最多，但僅比對照區多 2 倍，抽穗盛期以前的第一次中耕期還只多一倍。由此可見，雖然由接種加入大量固氮菌，但是這些固氮菌在進入土壤之後，能否很適宜地在水稻根際大量地繁殖活躍起來？能否順利地進行固氮作用？都成問題。M. B. Федоров 的試驗證明：當土壤中分子態氧供應充足時，（即土壤有良好的通氣狀況）不僅改善了 *Azotobacter* 的發育條件，而且也顯著提高它固定大氣氮素的能力。他認為 *Azotobacter* 固定大氣氮素是培養表面的作用，而不是培養容積的作用^[11]。可見 *Azotobacter* 的固氮量是與通氣條件成正相關的。水稻土在泡水種植期間，雖然水稻根系內可能有分子態氧的繼續通入，但是通入量微少是可以想像的。因此 *Azotobacter* 的固氮作用亦很不旺盛，其對水稻的增產效果，當然不可能有顯著的表現。在利用需氧自生固氮菌提高水稻產量的途徑上，應該考慮另外的更有效的方法。

(五)試驗中分離出的各個菌種，以 Az No. 1 與水(3)號的固氮能力較強（兩個菌種都是從水稻土中分離出來的），其次為 Az No. 2 與水(1)號。在兩年的水稻試驗中，從各個菌種增產百分比的多少來看（參看表 1、表 8），基本上符合這種情況。因此似乎可以認為：需氧自生固氮菌接種水稻，應採用自水稻土中分離出的固氮力強的專化菌種。菌種 Az No. 2、Az No 3，華東 No. 6 都是從旱地分離出來的，它們對水稻土中的旱地作物能表現出較好的效果。其中 Az No. 2 特別適宜於馬鈴薯，Az No. 3 則適宜於油菜。因此同樣可以認為：用需氧自生固氮菌接種旱地作物，亦應採用自旱地分離的菌種，特別是採用經過某類植物根系適應和馴化了的菌種^[12,13]。如本試驗中採用分離自十字花科蘿蔔根系的菌種 Az No. 3，接種於同種作物油菜就是這一類形式。

四、結 論

(一)水稻土中的需氧自生固氮菌,是水稻根系微生物的一種。愈近根部中心其數量愈多。在水稻生長各時期中,數量隨時期的變更而消長。因此可以認為水稻根系對需氧自生固氮菌的影響極為密切。

(二)水稻土中的需氧自生固氮菌,在人工培養狀態下,可以固定分子態氮。培養時間適當延長,固氮量亦增多。微量元素硼和鉬能促使其固氮力提高。各個菌種有不同的固氮力。

(三)用需氧自生固氮菌接種晚稻(採用沾秧根的方式)能促進水稻的分蘗抽穗,對晚稻的農藝性狀表現出良好影響;並有提高種籽產量的作用,但效果不甚顯著。如果用以接種馬鈴薯與油菜(在水稻土中栽培),則效果比較顯著。

(四)採用適應性強的專化菌種,對水稻、馬鈴薯與油菜的增產效果,比較其他菌種為優。

參 考 文 獻

- [1] 胡濟生, 1954. 簡易培養固氮菌法. 土壤微生物學通訊第 1 期.
- [2] Красильников, Н. А., 1948. Определитель бактерий и актиномицетов.
- [3] Bergey's, 1948. Manual of Determinative Bacteriology.
- [4] 黃有馨、胡志雍, 1957. 自生固氮菌的固氮效能初步試驗. 土壤微生物學通訊第 14、15 期.
- [5] 陳華葵, 1957. 水稻田土壤中佔優勢的微生物種類. 土壤學報 5 卷 1 期.
- [6] 賈醉公, 1957. 油菜自生固氮菌接種田間效能比較試驗初步報告. 華中農業科學第 5 期.
- [7] 斐多羅夫 М. В., 1956. 高等植物對固氮菌發育及其固氮效能的影響. 微生物學譯報 2 卷 4 期.
- [8] 蔡米加, J. M. 等, 1957. 各種植物根際中固氮菌情況及它們的相互關係. 土壤學譯報第 1 期.
- [9] 道洛辛斯基 Л. М., 1955. 關於土壤微生物學一些爭論着的問題. 植物病理學譯報.
- [10] 沙莫洛夫 И. И., 1957. 蘇聯細菌肥料生產和使用的現狀. 農業科學快報第 15 號.
- [11] 斐多羅夫 М. В. (尹崇仁譯), 1957. 土壤微生物學(上册). p. 255, 高等教育出版社.
- [12] 薩茂依洛夫 И. И. 等著, 1957. 微生物在植物營養中的作用. p. 87, 財經出版社.
- [13] 別列卓娃 Е. Ф. 等著, 1957. 細菌肥料的應用. p. 83, 科學出版社.

ПЕРВИЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ *AZOTOBACTER* В РИСОВОЙ ПОЧВЕ

(Вывод)

Дя Цзуй-гум

(Сельскохозяйственный научно-исследовательский институт провинции Хунань)

1. Одним из ризосферных микроорганизмов риса является Азотобактер. Чем к корню, тем относительно большее количество *Azotobacter*, которое зависит от различных периодов роста риса, и следовательно корневая система риса тесно влияет на жизнедеятельность *Azotobacter*.

2. В экспериментальном условии *Azotobacter*, выделенный из рисовой почвы, имеет возможность фиксировать атмосферный азот. Количество связанного азота повышается, когда соответственно продолжается выращивающий срок. Микроэлементальные В и Мо можно способствовать повышению энергии связания азот, которое зависит от различных штаммов.

3. Бактеризированный поздний рис (путем погружения в суспензии), Азотобактер можно стимулировать кущение и вымётывание и хорошо влияет на агрономический характер роста риса, но не больше эффективно повышать урожай.

При бактеризации Азотобактером картофеля и сурепицы (в рисовой почве) получается более ясный результат.

4. Получается эффективность бактеризации риса, картофеля и сурепицы адаптивными штаммами более чем другими.