

## 作物喷施叶面固氮菌剂增产原因分析

河北省科学院微生物研究所固氮室

(保定)

中国科学院植物研究所固氮室

(北京)

喷施叶面固氮菌剂对玉米、棉花等农作物具有相当明显的增产效果。几年来,通过大量试验表明,这种增产作用是稳定的。但从一些现象和初步的测试中看到,其增产原因是不能仅凭固氮作用解释清楚的。因此,我们进一步从生长刺激素、抗菌作用及固氮作用几方面进行了测试分析。结果表明,叶面固氮菌的增产效应,可能是由于这几个因素综合作用的结果。现分述如下。

### 一、叶面固氮菌的固氮活性

我们测定了作物喷施叶面固氮菌后玉米叶鞘水内的固氮酶活性。测定方法:在喷菌后的不同时期内,吸取10毫升叶鞘水注入50毫升三角瓶中,塞上反耳橡胶塞,用注射器注入10%乙炔,置于25℃或室温下反应6—24小时。以未喷菌液的叶鞘水作对照。用102G型气相色谱仪测定生成的乙烯量。

测试结果表明,用叶面固氮菌喷施作物后,在一定时间内,叶鞘水能显示出明显的固氮酶

活性。1976年和1977年的玉米测试结果(表1):试验I中喷菌液后第二天测得很高的活性,试验V中第五天活性最高,达493.2微克分子 $C_2H_4/10$ 毫升叶鞘水/24小时。但多数情况下其活性为30—60微克分子 $C_2H_4/10$ 毫升叶鞘水/24小时。到作物的发育后期,固氮酶活性显著下降。

对高粱的几次测试中,在喷菌液后的第四天和第七天分别测得其固氮酶活性20.09和27.60微克分子 $C_2H_4/10$ 毫升叶鞘水/24小时。在甘蔗上测得的活性最高,例如在喷菌液后三天活性高达576微克分子 $C_2H_4/10$ 毫升叶鞘水/24小时。这可能与甘蔗叶鞘水的含糖量高有关。

以玉米为例计算叶面固氮菌每亩的固氮量:每株玉米约含10毫升叶鞘水,因此每个反应瓶(内装10毫升叶鞘水)在培育24小时后的固氮酶活性,即为每株玉米一天内的固氮量。经测算每株玉米每天的固氮量最高可达4.6毫克氮素,一般为0.6毫克氮素。若平均按1毫克

表1 喷施叶面固氮菌剂后玉米叶鞘水的固氮酶活性

活性 测定时期 试验次数	施菌液后天数(日)										
	2	3	4	5	6	7	10	11	12	14	18
I	213.2	41.93		17.53							
II		49.49		33.03		17.59		9.22		96.68	1.30
III				8.84	61.54	53.24					
IV	23.76	28.21								5.93	
V	29.26		32.4	493.2					27.0		
VI	53.3		75.6	28.08		35.91	32.94				

计算,则恰好类似于 Hardy 等<sup>[4]</sup>报道的一株大豆根瘤菌一天的固氮量。按每亩为 2500 株玉米计算,固氮有效期为 50 天,则每亩玉米可固定 125 克氮素。若按每亩玉米地平均增产 50 斤(约增产 10%)计算,则需氮素 400 克,而叶面固氮菌的固氮量只能满足它所需要的 1/3。

## 二、叶面固氮菌产生的生长调节物质

近年来,一些作者<sup>[2-6]</sup>报道了圆褐固氮菌 (*A. chroococcum*), 棕色固氮菌 (*A. vinelandii*), 拜氏固氮菌 (*A. beijerinckii*), 雀稗固氮菌 (*A. paspali*) 的培养物均能产生植物生长调节物质,其中包括吲哚乙酸、类赤霉素(至少有三种)和类细胞分裂素(cytokinin-like,至少有三种)。并证实作物的增产效应与固氮菌所产生的植物生长调节剂有关。为此,我们分析测定了叶面固氮菌能否产生这一类物质。将棉花、玉米叶面固氮菌 4003、2092 菌株 (*A. chroococcum*), 经 48 小时液体培养后离心取清液,进行燕麦芽鞘伸长、绿豆胚轴弯曲、萝卜子叶增重等生物鉴定试验,结果都有明显的刺激生长作用(图 1)。在

此基础上又进行了化学提取和鉴定,证实该菌培养液中含有大量的吲哚乙酸及其三种衍生物。吲哚乙酸的含量可达 1—2 ppm,同时还有痕迹量的类激动素(图 2)。这些物质都具有很强的生物活性。如按当前大田喷施叶面固氮菌剂浓度为稀释 10 倍液计算,其吲哚乙酸含量为 0.1—0.2 ppm,适合于植物扩大生长所需要的剂量。

据观测,棉花、玉米喷施该菌液后,株高、茎粗、叶面积增加,叶片深绿不易衰老变色,提早开花成熟,减少蕾铃脱落等性状,都反映出该菌具有合成植物生长调节物质的作用。

## 三、叶面固氮菌的抗病作用

1975 年,在玉米喷施菌液试验中,我们发现叶面固氮菌可以使玉米大、小斑病 (*Helminthosporium turcicum*, *Cochliobolus heterostrophus*) 的发病率明显降低。并在此后几年试验中连续得到证实。表 2 是 1976 年在河北省新城县试验地所测得的一些结果。

为了证实玉米叶面固氮菌 2092 菌株的防

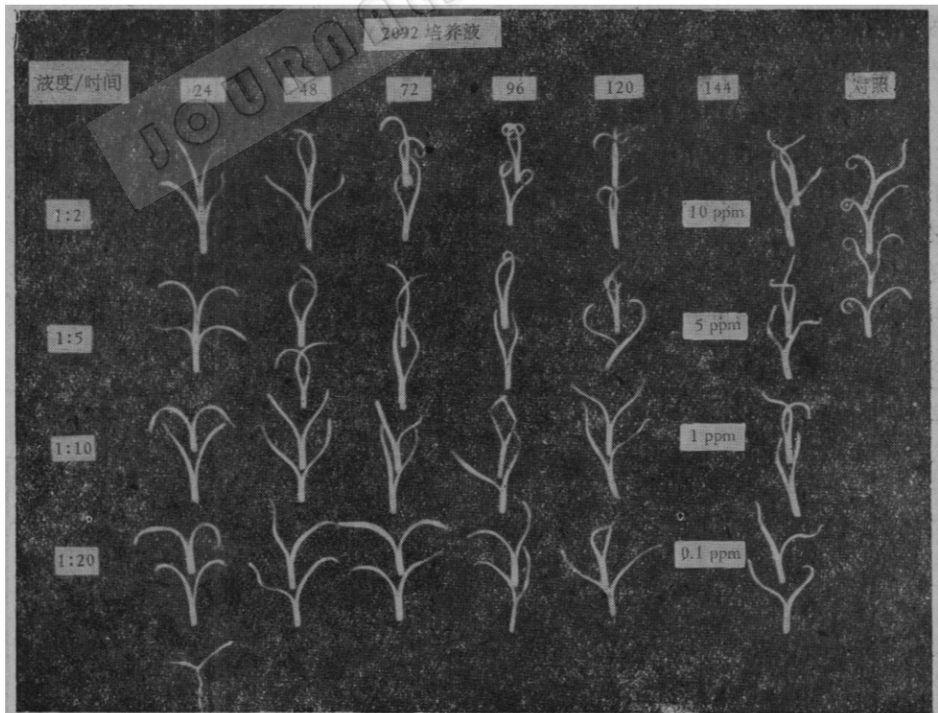


图 1 2092 培养液对绿豆胚轴弯曲作用的试验

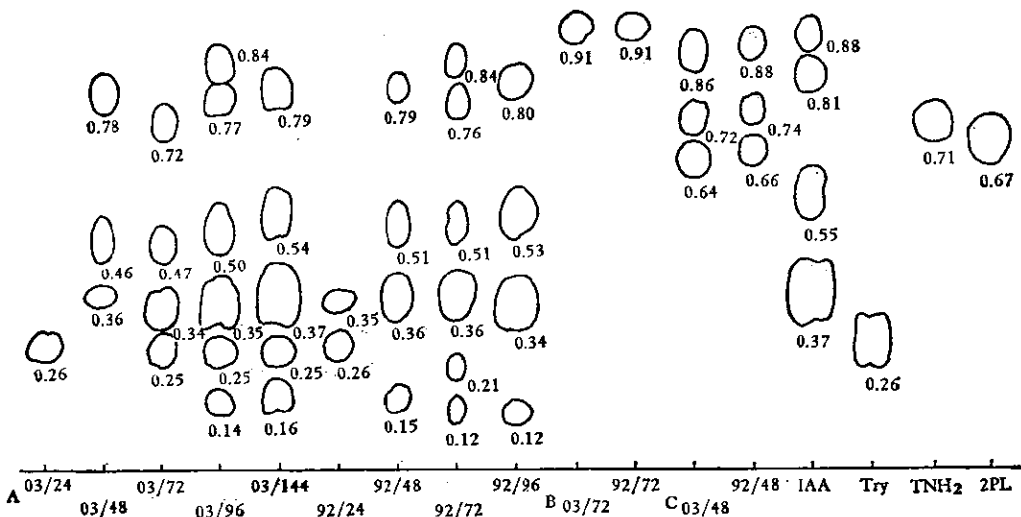


图2 植物生长调节物质层析图谱

- 注: 1. A: 乙酸乙酯提取物; B: 石油醚提取物; C: 正丁醇提取物。  
 2. 03/24=菌株/培养时间。03、92即4003、2092菌株。  
 3. IAA、Try、 $TNH_2$ 、2PL为吲哚乙酸、色氨酸、色胺、激动素的标准样。

表2 喷施叶面固氮菌对玉米大、小斑病的防治效果

处 理	调查株数 (株)	斑 病 分 级				发 病 率 (%)	病 情 指 数	防 病 效 果 (%)
		0	1	2	3			
喷 菌 液	100	11	39	22	28	89	51	20
对 照	100	2	21	25	52	98	71	
喷 菌 液	100	33	31	31	5	67	36	13
对 照	100	20	33	26	21	80	49	

病效果,我们在室内作了该菌对致病性真菌的拮抗性试验。结果表明,2092菌对玉米大斑病菌的抑菌半径为1—2毫米,对玉米小斑病菌为0.5—1毫米,对赤霉菌为17—20毫米,稻瘟病菌为2毫米。3—4天后,测定皿中还出现致病真菌的菌丝坏死现象,其半径可达1—2厘米。将叶面固氮菌培养液高速离心(10,000转/分)30分钟除去菌体后,用滤纸片法进行拮抗试验,效果完全一致。由此可见,叶面固氮菌具有产生抗菌素的能力。这与国外报道固氮菌的同类作用有相似之处<sup>[7]</sup>。

#### 四、小结与讨论

喷施叶面固氮菌对作物的生长有明显的促进作用,并具有较稳定的增产效果。通过测定,叶面固氮菌具有一定的固氮作用;在进一步测定中发现,叶面固氮菌能产生吲哚乙酸及类激动素等生长调节剂,并能产生抑制某些病原菌的抗菌素类物质。因此,喷施叶面固氮菌对作物的生长发育和产量的促进效应,可能是以上诸因素综合作用的结果。

长期以来,通过大量试验指出,自生固氮菌

作为一种土壤固氮菌肥的应用几乎是无效的。我们的试验揭示了另一种可能性，即将生存于叶际的固氮菌的培养液喷施作物，可能是探索自生固氮菌应用的一条新途径。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Hardy, R. W. F. et al.: *Plant and Soil*, 35: 561—590, 1970.
- [ 2 ] Brown, M. E.: *J. Applied Bacteriol.*, 37: 583—

593, 1974.

- [ 3 ] Brown, M. E. and S. K. Burlingham: *J. Gen. Microbiol.*, 53: 135—144, 1968.
- [ 4 ] Lee, M. et al.: *Can. J. Microbiol.*, 16: 1325—1330, 1970.
- [ 5 ] Barea, J. M. and M. E. Brown: *J. Applied Bacteriol.*, 37: 583—593, 1974.
- [ 6 ] Azcon, R. and J. M. Barea: *Plant and Soil*, 43: 609—619, 1975.
- [ 7 ] Мишустин, Е. Н. и др.: *Микробиология*, 38: 87—90, 1969.