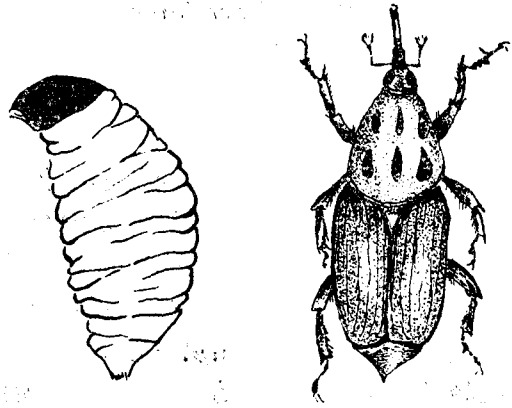


深褐色斑。喙长而弯曲。体长约35mm，宽为12mm，头和喙约为体长的三分之一。雄虫的喙的前半部背面覆有密集的棕褐色绒毛丛。雌虫的喙则为光露，更细长而弯曲。

三、防治意见

此虫系钻蛀性害虫，因此，预防措施特别重要。避免树干，特别是树干上部的损伤能减少它产卵的有利场所；及时清除被害植株亦是减少虫源的一个很重要的措施；用5%六六六粉剂拌细砂（1:1的比例）均匀喷撒在叶腋处能起到良好的预防作用。国外报道有用艾氏剂，煤油等注射孔洞，用沥青涂抹幼树树干等方法。



幼虫

成虫

附图

052128

非豆科高等植物的固氮作用*

G. BOND

菌根植物

近来来，主张固氮作用可能与菌根 (*Mycorrhiza*)，特别与罗汉松属根瘤和石楠科菌根有关的文献已日益增多，但过去的确实证据是不够的。况且，这种观点与广泛所持的真菌氮营养通常是以结合元素为基础的看法相矛盾，即便在豆科试验样品中，也认为不能排除真菌一根结合体的存在，当去掉其中一个成分以后就不能证实有固氮活性来。然而，现在通过某些更灵敏的有效方法可能会获得更多的某些证据，即固氮是与某些菌根结合体的存在有关系，从以下的评论中就可以看到。

(一) 松属菌根

Stevenson 指出松属植物能够很好地生长在缺氮土壤上的事实，这引人注意到固氮可能与普遍存在于这类植物根部的菌根有关。最近，他对一种叫 *Pinus radiata* 的松树进行了实验室研究，并报道了一株这种植物的菌根是自然感染的，它在无氮溶液浇灌的沙土上生长二年，累积了31毫克氮。沙土原初可以说是无氮的，但未进行测定。在进

一步试验中，幼苗开始置在灭菌条件下，通过适当接种，有些产生了菌根。因此，这些植物在无氮培养基上得到了显著生长，而非菌根植物若不给以结合氮就不能正常地生长。在其它实验中也有类似的结果，当全株植物暴露在含有标记氮的大气中14天后，其增加量虽小，但是显著的。当一段切枝给以暴露时未能增加氮，而一根系暴露时就能获得明显的固氮证据。虽然这些植物不是在灭菌条件下测定的，但已证明没有固氮菌 (*Azotobacter*) 或梭菌 (*Clostridium*) 的存在。

*Richards*和*Voigt*对 *Pinus radiata* 松的固氮进行了进一步的研究。采用一定的灭菌措施，培养了用 *Rhizopogon sp.* 接种的菌根植物，也培养了无菌根植物，它们有些在无氮培养基中而有些则给以结合氮。培养基内加入糖。数月后，在无氮培养基中生长的菌根植物，每株平均总氮为1.49毫克，对照为1毫克。作者没有提及种子原来的含氮量。从一系列暴露在含有标记氮的大气中14天的植物，无论菌根植物或对照植物均有增加，这是固氮的证据。在植物收获后，对它们所固定的¹⁵N进行测定，每株菌根植物为0.54微克，对照为0.28微克。当供以结合氮时仍然观察到能够固氮。通过根培养基的检查发现有细菌存在，这样，出现在对照中的固氮应归于细菌的作用。虽然，根据以上资料表明固氮的增加由于真菌的存在（当改变所使用的真菌时也观察到类似的效应）作者却否认真菌本身能够固氮的结论。

*Bond*和*Scott*把11株由自然感染得到丰富菌根的欧洲赤松 (*Pinus sylvestris*) 的根系暴露在含有20原子百分超¹⁵N气体中六天。这些植物生长在用等量沙和泥炭混合的松树土壤上，当这些根系分别给以测定时，所有植物都没有增加标记氮。可是具根瘤的柞木在同样培养基中也接触以¹⁵N时表现出标记氮的强烈增加。因此，对松属菌根的进一步工作，特别使用更灵敏的同位素方法是很有必要的。为了确定与菌根有关的固氮作用，试验必须在灭菌条件下进行。同时，有关松属真菌的纯培养的同位素鉴定也是很必要的。

(二) 罗汉松属根瘤

众所周知，裸子植物罗汉松科，其根上有很多类似根瘤的结构，这是变异了的侧根。*Allen*与*Allen*曾对这类工作进行过综述。虽然某些早期研究者认为存在罗汉松根瘤皮层内的内生菌实质上是细菌，但现在从许多工作者的观察，包括电子显微镜的证据，可以得出结论：这种典型的内生菌是一种藻菌类无隔膜真菌，它们能产生小囊和枝状菌丝体且与许多内生的菌根相似。因此，这种根瘤实质上是菌根。*Baylis*等未能从根瘤分离得真菌，但*Furman*报道了这种分离已获成功。

在罗汉松实验研究中发现了一个极为重要的现象，这就是罗汉松根瘤在根的发育过程中，几乎必然得到发展，这如同内生菌进入根一样，不需要任何特殊刺激。这在*Baylis*等人的工作中得到了很清楚的说明，而*Shibata*和*Schaede*也未能在年青的或某些年老的根瘤中观察到内生菌。*Becking*在水培条件下，观察到罗汉松根瘤无内生菌仍得到大量的发生，这也与评论者所得的结果一样。在*Phillip*工作中碰到了与上述不同的结果，他报道了植物在灭菌的土壤中生长几星期后，不产生根瘤，而生长在未灭菌土壤上的植物则产生了根瘤。

罗汉松根瘤的生理功能的早期工作，特别关于它们可能存在固氮问题是被 *Nobbe* 和 *Hiltner* 提出来的。由于这些工作被最近某些工作者有过不正确的叙述，对此作某些评论是必要的，虽然已过了时。因他们未能得到有萌发力的罗汉松种子，从植物园获得两株三年生的中国罗汉松 (*Podocarpus chinensis*) 已有很多根瘤，洗去根上的土，把它放在无结合氮的沙土上培养进行观察记录。这些植物五年后仍然旺盛地生长。他们认为如此长期的生长，若解释为植物本身移植时就已存在体内的氮是不可能的。*Hiltner* 后来又提到这两株罗汉松并记录它们又活了三年，最后死去是因为缺水所致。

本文作者也重复过 *Nobbe* 和 *Hiltner* 实验。试验材料 *P. latifolius* 和 *P. nivalis* 各一株，约数龄，由牛津大学植物园提供的。已鉴定到一种真菌内生菌存在于一部分根瘤内。植物种在无氮沙培中观察18个月。它们出现了新生长，前者全株鲜重增加7%，后者增加30%。在试验期结束时，叶片出现了缺氮症，其叶片干重总氮前者为0.87%，后者为0.69%；而继续生长在牛津大学土壤上的二种植物叶片样品，其总氮的相应数值分别为1.16%和1.24%。可以断定植物在沙培试验中出现的新生长，大部分或全部归属于植物体内原有的氮。基于这些结果，又因为 *Nobbe* 和 *Hiltner* 的试验是在自然条件下进行的，所以对于他们所宣称的广泛的固氮作用，将持一种保留的看法较好。

本评论者亦于七月间，自附近植物园取来的七种罗汉松属植物，把它们结瘤根暴露在含有36原子百分超 ^{15}N 混合气体中，样品从植物体取下后1.5—4小时开始，持续24小时。随后测定表明所有的样品都是正常的 ^{15}N 含量。但木麻黄属，桉木属和沙棘属的结瘤根也给以同样处理和暴露得到一个明显的固氮作用的证明。用显微镜对以上试验用的罗汉松材料进行了检查，确定了某些根瘤被感染了。

Baylis, *McNabb* 和 *Morrison* 在用 *Podocarpus totara* 和 *P. dactyloides* 所作的生长实验中得到了显著的固氮证据，虽然实验条件没有把固氮作用的测定考虑进去。在种子萌发后，幼苗在罗汉松森林土壤上生长六个月，这时所有植物都形成了根瘤，但其中只有一部分根瘤是受真菌感染的。未受感染的和受感染的植物一部分被盆栽到灭菌的冲积土中，这种土壤非常缺磷和钙，但含有可使其它植物生长足够的氮素。在这样土壤上，未受感染的植株生长停滞而萎黄。而受感染的植株健壮地生长，二年之后感染的 *P. totara* 植株比之未感染的平均干物重要六七倍。作者把这一原因归于植物增加了矿物质的吸收而没有注意到固氮。这种试验如果在缺氮土壤下进行是非常有价值的。

Bergerson 和 *Costin* 用 ^{15}N 技术检定了 *Podocarpus lawrencei* 结瘤根，它是一种生长在澳大利亚和塔斯马尼亚乱石山顶和碎石坡上的先驱植物。野外材料拿到实验室在二小时内开始暴露在含有91原子百分超 ^{15}N 的混合气体中。作用4小时后，从根瘤根中提取得酸可溶性氮，测定表明平均增加了0.076%原子百分数，而酸不可溶性氮却没有增加。作者承认这种固氮量是微小的，这只有每克鲜重结瘤根的0.1微克氮，只是增加样品总氮的0.007%。通过对材料小量氢气释放的测定，可提供固氮作用的一种间接证据。作者肯定固氮是一种根瘤效应，虽没有用无结瘤的根来作对照，但可以相信根周 (*rhizosphere*) 微生物感染对这样微小的固氮量是无关重要的。他们把这种低结果归因于这些植物生长缓慢的低代谢速率，并且它们只有12%的根瘤含有内生菌。再加上可能离体根对固氮有逆效应。值得注意的是，通过使用高标记氮和分别测定各部分可溶性氮，*Bergerson* 和

Costin较之本评论者用同位素来鉴定罗汉松根瘤的方法，其灵敏度增加了约30倍等级；本文作者未能测得这样高的固氮能力。

Becking把*P. rospigliosii*和其它罗汉松种子播在土壤上，待七个月后，移植到水培中，为了接种，把压碎的根瘤悬浮液加到溶液中。大部分形成的根瘤不含内生菌。因溶液缺氮，植物生长得很弱。在生长30个月后，植株的干重只含0.42%氮，而供以结合氮的植株相应为1.22%。植物的含氮量在移植到水培中时没有测定，因此不知道在缺氮培养生长期间是否有任何明显的固氮作用。Becking指出未结根瘤的桉木，在无氮下培养几个月后，由于缺氮很快就死去，而主张罗汉松能维持3—4年生长是固氮作用存在之标志。罗汉松种子的原有含氮量与桉木属一样约为0.02毫克。其实，罗汉松属的许多植物的种子含氮量要远比这个数值为大。

Becking还把如以上水培条件下生长的*P. rospigliosii*结瘤根暴露在含有30原子百分超 ^{15}N 大气中24小时，然后分开根与根瘤，测定各部分的总氮。从根瘤上所测定的二个样品分别增加了0.12和0.09原子百分比，而六个根样品，除一个以外，都表现出正常的含氮量。这样，每克鲜根瘤在24小时内所固定的氮为4.4微克，这与以上Bergersen和Costin在4小时内测定0.25微克比较是高的。按照Becking的看法，根未有明显的标记氮的出现是奇怪的，因为在24小时内由根瘤固定的氮还未向根转移到可计算的数量。这或许是因同位素方法没有应用在它最敏感的方式上之故。

总之，罗汉松有固氮作用的主要证据，目前有四个用 ^{15}N 的单独试验获得了结果。当然，要最后肯定这一大类的根瘤植物具有固氮作用之前，还必须作固氮证明的补充工作。

(三) 其它菌根植物

在评论某些杜鹃花科植物的菌根结构的文献之后，Harley认为还没有任何可靠的固氮作用证据来说明所固定的氮能供给高等植物的正常生长所必需的。然而，利用新改进的 ^{15}N 方法，有可能再检定这些植物，即使其固氮量是很微小的，可能仍有其某种生态学上的意义。Morrisom发现真菌与*Pernettya*植物形成结合体，是非常有利于寄主植物的生长，虽然，植物生长的土壤受限制的主要是缺磷而不是缺氮。

在其它科属中，Baylis曾报道*Griselinia*和*Coprosma*具有囊状—树枝型的菌根，非常利于植物生长；Mosse评论了其它类似的结果；当氮素受到限制时，在这些植物体内就会看到有趣的现象发生。

苏铁科植物的根瘤

苏铁是热带和亚热带植物，这是大家所熟知的，化石标本已清楚地证明了现在的苏铁是侏罗纪和白垩纪出现的一大群优势植物的残存者。苏铁有节状根，常常由于分枝的产生，发展成珊瑚状，外表与桉木属，美洲茶属的根瘤簇相似。苏铁科共九属90余种，其中三分之一已记载有根瘤簇的。Allen与Allen已列举了这类记载的根瘤植物。

苏铁根瘤大部处在土壤表层，其中某些根发展成块根状，且向上生长，这是一种尚

未肯定性质的热带自然特性。*Watanabe*发现苏铁(*Cycas revoluta*)根瘤簇的直径为11厘米。地下根瘤簇也有。有关苏铁根瘤内部结构的早期文献曾被*Schaede*评论过。最近,*Wittman*, *Bergersen*和*Kennedy*对这类根瘤有了十分明确的阐述。它们的基本特征就是根瘤内存在着一种蓝绿藻,被鉴定为项圈蓝藻属(*Anabaena*)或念珠藻属(*Nostoc*),这种藻类在根瘤瓣中部皮层形成深蓝色区带,当切开它时就能凭肉眼很清楚地看到。在这组成区带中,皮层细胞经过辐射状伸长,它们之间的空隙被分泌粘液和嵌入的藻类充满。藻类的入侵方式是不清楚的。他们把伸长的藻带细胞说成是一种变形的表皮,其外层说成为永存的根冠组织。

无藻类的根瘤簇也会出现,据*Watanabe*和*Schaede*的看法这种根瘤是短命的,但可以肯定根瘤的形成不取决于藻类的入侵。某些早期作者认为细菌会存在根瘤内,根瘤的形成应归于细菌的作用,但*Schaede*和*Wittmann*等人未能鉴定到细菌的存在。所以似乎认为珊瑚状根的产生是苏铁发展中的一种正常特性。某些作者还把这种根认为是原始呼吸器官或气腔。

由于存在苏铁根瘤中的藻类,不管是属于念珠藻属或项圈蓝藻属的,它们在自生条件下都是活跃的固氮者,推测它们在根瘤内的固氮完全有可能的。*Winter*, *Douin*等报道了从根瘤中分离的藻类仍能固氮。更有力的证明是从实际的根瘤试验中得到的。这类试验最先只是简短的报道,*Ceratozamia*和*Encephalartos*属植物的部分根瘤簇在七月间从苏格兰格拉斯库植物园取得,把它们接触在含有34原子百分超 ^{15}N 的10%氮,20%氧,70%氩的混合气体中二小时。玻璃容器放置在温室内48小时,估计由根瘤呼吸放出 CO_2 的可能会满足藻类光合作用。所得结果列于表I,样品增加的氮及固氮作用,在植物中是高的,计算平均总固氮量达到样品总氮的1.6%,这要比离体的被子植物根瘤所得的效果更高些;这是不足怪的,因为苏铁根瘤包含一个光合作用系统,虽然*Winter*和*Douin*报道了从苏铁根瘤分离的藻类表现出弱的光合作用,然而当供以糖时,光合强度立刻就大幅度增加。*Encephalartos*植物的固氮无疑是存在的,但是很弱。它的无根瘤的正常的根样品,在接触以上混合气体后证明无固氮能力,因此,可以认为根周微生物污染在根瘤固氮中不起主要作用。但这种观察没有揭示固氮产物进入寄主植物。

表 I 苏铁根瘤 ^{15}N 的测定结果

种 名	样品含氮* 量(毫克)	暴露后所示的总样品 氮**的原子百分超 ^{15}N	固定氮, ^{14}N 和 ^{15}N (微克)	固定氮占样 品氮的%
<i>Ceratozamia</i> <i>mexicana</i>	(a) 15.5	0.581	260	1.7
	(b) 11.8	0.709	247	2.1
	(c) 13.9	0.264	129	0.9
<i>Encephalartos</i> <i>villosus</i>	(a) 18.6	0.010	6	0.03
	(b) 16.0	0.062	29	0.18

注: * 每个样品鲜重为2.5克。

** 根瘤样品没有暴露在表示正常 ^{15}N 含量的混合气体中。

Watanabe和Kiyohara把一种苏铁属植物和大苏铁属 (*Encephartos*) 与大泽米属 (*Macrozamia*) 各二种植物的根瘤簇暴露在含有20原子百分超 ^{15}N 混合气体中。只有苏铁材料的固氮是显著的, 尽管是相当小量的。暴露时间不少于五个星期, 那是一个很长的时间, 以便继续观察离体根瘤簇的内部变化, 根瘤簇的最终情况没有阐述, 但可能由于根瘤组织的饥饿导致蛋白质的分解, 以前固定的 ^{15}N 也随之挥发了。

Bergersen, Kennedy和Wittmann使用 ^{15}N 技术, 对*Macrozamia communis* 根瘤的固氮进行了广泛的研究。有藻带区的成熟根瘤簇, 当放在光照条件下时出现强烈的固氮作用, 固氮速率每小时每克鲜重为5.2微克, 当根瘤处在暗中时, 固氮速率降低一半多。(本评论者用角泽米属 [*Ceratozamia*] 所测得的固氮相对数值为2微克, 这是昼夜平均值)。缺乏藻类的幼小根瘤簇表明无固氮能力。当幼龄的全株植物暴露在含有标记氮的大气中48小时, 随后测定表明最高的标记氮吸收是在根瘤; 茎、叶基、叶柄和根均有低剂量的吸收, 但叶片内的含量在此时间内极为微弱, 难于测出。这一发现清楚地说明了在根瘤中发生的氮, 很快地向植物体内其它部分转移, 这也与被子植物根瘤情况一样。

因此很清楚, 在苏铁植物根瘤内可能存在着大量的固氮作用, 并供给苏铁植物以一种特殊的氮素营养源。这种转移无疑地通过藻类细胞分泌的含氮物质是容易的。至于藻类利用寄主的碳水化合物达到何种程度还是不清楚的。

叶片细菌结合体

(一) 叶瘤

热带植物茜草科的大沙叶属 (*Pavetta*), 九节木属 (*Psychotria*) 和*Chomelia*属的某些种, 其叶片上有肉眼可见的许多黑色或褐色斑点, 这是由于细菌的稠密生长充满了叶片组织的空腔之故。所谓“叶瘤” (*leaf nodules*) 就是指每张单叶片上可能存在有100至200个的这种结构而言。Bremekamp曾对大沙叶属和九节木属中出现的这类叶瘤进行了专门研究, 他发现大沙叶属350种的大多数植物都有叶瘤, 而九节木属数百种植物中鉴定到有叶瘤的有50种。这些有叶瘤的植物在非洲和马达加斯加地区最易见到。Bonnier介绍了在刚果的森林中有着丰富的叶瘤。

叶瘤的早期生物学工作已被Schaede作过评论, 他指出细菌有机体是经常存在的, 但不是一定存在的, 自然状无这种叶瘤细菌的植物, 或者通过适当的热处理去掉这种细菌, 甚至供植物以结合态氮时都生长得很弱, 因此认为这种瘤的作用不是单纯地提供固定的氮素; 并可观察到对于寄主植物所必需的某些生长物质可能由细菌供给。据报道有叶瘤的植物当在缺氮的培养基上生长得很弱, 但这期间的某些固氮的可能性是不能排除的。叶瘤中分离出来的内生菌已被早期的工作者进行了多方面的鉴定。Ziegler用电子显微镜对大沙叶属叶瘤细菌进行了研究。

Silver, Centifanto和Nicholas再次检定了*Psychotria bacteriophila*的叶瘤, 他们反复地从自然感染的幼苗中分离得一种细菌, 被定为克氏杆菌 (*Klebsiella*) 的一

种,他们提议定名为茜草克氏杆菌 (*K. rhizocarum*)。原初未感染的植物在用这种微生物接种之后就出现了叶瘤。这种菌在嫌氧条件的无氮培养基上生长得很好,并用 ^{15}N 技术证实了它们能固氮。加上丙酮酸大大促进了固氮作用,而且表示着磷酸裂解反应的存在,同时释放出氢气与二氧化碳。*Silver*等以后报道了一个与上述结果相反的情况,发现某些叶瘤植物在无氮培养基上生长六个月,无任何氮素缺乏症出现,可惜没有足以证实这一事实的详情和分析数字。当用均匀的带瘤的叶片暴露在高标记的氮中时只出现0.03原子百分比。这是在有氧条件下进行的,若在无氧条件下可能会更高些。以前*Bond*曾报道用同位素对带有220个瘤子的九节木完整的离体叶片进行了测定,叶片暴露含有36原子百分比的 ^{15}N 的10%氮气,20% O_2 ,5% CO_2 和65% Ar 的混合气体中,在温室条件下继续72小时。对于含瘤的脉间叶肉和叶脉组织分别予以制取和测定。从整个样品氮的测定表明没有增加。不论是提高测定方法的灵敏度或者仅测定瘤内的氮,都没有弄清楚。*Silver*等证实了无叶瘤的植物,在供以结合态氮时,仍不能满足其生长的早期研究,也支持了细菌可能把某些生长物质供给给寄生植物的看法;当赤霉菌供以无叶瘤的植物时就能使生长得到某些改善。

*Stevensen*报导茜草科 *Coprosma* 属的许多新西兰植物,在它们的托叶上发现有充满细菌的瘤,它们在缺氮的土壤上生长得很旺盛。他进一步报道了 *C. robusta* 切枝暴露,在标记的氮气中七天时,就出现了显著的增加,开始时,在托叶腺体摘除的切枝上,氮的增加更高。这和预计的情况相反。

在紫金牛科的某些植物上发现的叶瘤与九节木属的叶瘤相似,它们主要也是热带和亚热带的科属,因而它们出现在紫金牛属 (*Ardisia*) 和 *Crispardsia* 亚属中,其它某些属可能亦有。*Schade* 曾对 *Miehe* 等人所研究的紫金牛属的叶瘤未获得固氮的证明进行过评论,虽然他忽视了 *Hanada* 的工作。后者报道有叶瘤的百两金 (*Ardisia hortorum*) 植物在用无氮培养液浇灌的沙土上生长二年很正常,他认为这是叶瘤固氮所致。一种细菌被命名为 *Xanthomonas hortoricola* 新种,已从这个叶片上分离出来了。且用克氏定氮法获得能够固氮的证明。这种细菌在培养时表现出一种兼性嫌氧菌的行为,这与作者根据构造上的理由,判断它存在于瘤内也可能有着某种程度上的嫌氧性的看法是一致的。企图把分离出来的细菌又重新感染给主植物经常导致失败,但已有某些成功的报道而缺乏具体的叙述。*Ziegler* 对紫金牛属叶瘤细菌进行过电子显微镜的研究。

(二) 叶境微生物

另一种类型的叶片—细菌结合体的研究首推 *Ruinen* 的工作。她在爪哇和苏立南潮湿的热带和亚热带地区观察到贝氏固氮菌 (*Beijerinckia*) 和固氮菌 (*Azotobacter*), 伴随着其它各种类型的微生物,大量地存在于乔木,灌木的广大的叶面上;她认为这些微生物,利用从叶片上分泌的或渗出的碳水化合物,可能固定大量的氮。所谓“叶境”(Phyllosphere) 是指为微生物繁殖提供了潮湿的叶面环境而言。*Ruinen* 认为叶片吸收这些氮和根吸收从雨、露浸洗叶片下落的各种物质,可能会有利于植物生长。

这种看法已获得证实，她在苏立南收集的各种植物叶片上的露或从叶片上流经的雨水都已证明含有一定的碳水化合物和氨基酸。从可可叶片上收集的10毫升露水样品，在放置48小时后，总氮的含量从0.18毫克增加到0.5毫克，这属于生物固定的氮。把叶片翻过来浮在盛有无氮培养液的大培养皿内所作的简单试验也获得了固氮的进一步证明。实验是在 *Wegeningen* 做的，所用的材料是菜豆和咖啡。培养皿放在温室内二星期，目的在发现由原来存在叶片上的细菌能否固定氮，这是因为随着叶片的光合作用而可能使碳水化合物滤入溶液内所致。*Ruinen* 没有解释固氮微生物是如何来到所试验的叶片上，但毫无疑问，它们可能附着在风吹来的灰土上；或者从菜豆的叶子来说，所摘取的试验叶片在幼苗出土时是经过土壤的。用克氏定氮法可以测定叶片和培养皿溶液内所增加的任何含氮量，然而，对于培养皿内试验叶片的初始氮是很难得的，只能测定其它可比较的叶片来鉴定。*Ruinen* 提出了用叶片干重和含氮量的相对数据来表示，因要用绝对值来测定变化程度是比较困难的。通过光合作用，叶片干物重在培养皿内的增加是相当大的，有时是成倍的；同时，叶片干物重的氮也以比例增加，所以绝对含氮量也必定会显著的提高，每叶片可能有几毫克。在某种情况下，培养皿内接种以固氮菌，会导致氮的更多增加。

在 *Ruinen* 试验中，没有作叶片表面灭菌或叶片在控制细菌条件下生长的对照培养皿。从分析角度看，某些菜豆叶片的含氮量初始就占有它干物重的12%（这是很高的数值——译者注），就不足为怪了。尽管这样，但这工作仍然是极为重要的，要知道，这种结果也必然会在许多类型的固氮工作中碰到。希望其他工作者将会证实 *Ruinen* 的有趣发现。

结 束 语

本评论所讨论的高等植物就是指那些有，或者可能有其“专有”（‘*Private*’）或“共有”（‘*built-in*’）的结合氮源的高等植物。如果篇幅允许，还可能包括其它某些例子。一种明显的例子就是认为高等植物通过存在于根周的固氮微生物供给所需的氮素。

所评论的全部系统为进一步研究打开通路，几乎所有非豆科具根瘤的被子植物与豆科植物之间有许多相似性，并在某些方面，还为研究许多有关共生固氮尚未解决的问题，提供了比豆科植物可能更好的试验材料。整个系统无论在今天和在过去，作为生物固氮资源来说是有其重大的生态学意义的。（参考文献从略）。（续完）

管康林译自 *Ann. Rev. Plant Physiol.*

加尔金编 卷18:107—125, 1967

(S. S. Ravenel)