

豆科植物根瘤菌剂 及其利用



中国农业科技出版社

联合国
粮食及农业组织

豆科植物根瘤菌剂 及其利用

美国热带豆科作物固氮课题计划组

粮农组织土地及水利开发司肥料及作物营养处

本手册得到粮农组织作物及牧草司协助

中国农业科学院科技文献信息中心

根据其同

联合国粮食及农业组织

的协议出版

粮农组织

实用技术手册

中 国

农业科技出版社

北京 1988



联 合 国
粮食及农业组织

豆科植物根瘤菌剂及其利用

责任编辑 段道怀

中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国农业科学院科技文献信息中心印刷厂印刷

开本: 130×184毫米 1/32印张: 2.5 字数 56千字

1988年11月第一版 1988年11月第一次印刷

印数: 1—3000册 定价: 3.00元

ISBN 7-80026-086-0/S·56

本书原版为联合国粮农组织的实用技术手册《豆科植物根瘤菌剂及其利用》

(FAO LEGUME INOCULANTS AND THEIR USE, M-53, ISBN
92-5-501441-2.)

本书中所用名称及材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对于其边界的划分表示任何意见。

使用“发达经济”和“发展中经济”这两个词是出于统计上的方便，并不是对某个国家或地区在发展过程中已达到的发展阶段作出的判断。

CPP/87/4

ISBN 7-8 0026-086-0/S. 56

版权所有。未经版权所有者的事先许可，不得以电子、机械、照相复制等任何方法或其他程序全部或部分翻印本书，或将其存入检索体系，或发送他人。申请这种许可应写信给联合国粮农组织出版司司长（意大利罗马 Via delle Terme di Caracalla, 00100）并说明希望翻印的目的和份数。

© 粮农组织

北京 中文版 1988年

前 言

更多地利用根瘤菌(*Rhizobium*) 共生固氮将有助于以最经济的方法提高籽粒用和饲用豆科作物的产量。

由于需要普及这一生物过程所提供的潜力及相应的技术知识,联合国粮食及农业组织(FAO)的专业技术司和美利坚合众国的热带豆科作物固氮课题计划组(NiFTAL)联合编写了本手册。NiFTAL 的 Joe Burton 博士撰写了本书的基本内容,并提供了插图。

希望本手册对农业推广人员、进步农民以及促进籽粒用和饲用豆科作物生产的机构有所帮助。

本手册可由粮农组织的任何成员国以粮农组织的正式语言或地方语言在当地出版,但需说明本书为粮农组织和 NiFTAL 撰稿。在此情况下,前言可以重新编写,专门谈谈当地条件并可增加一段谈及当地条件的文字。

欢迎提出意见和建议,以期对本手册进一步改进。

目 录

	页 数
第一节、固氮豆科植物	1
第二节、氮素的循环	3
第三节、根瘤菌 (Rhizobia)	7
根瘤形成	8
根毛侵染	8
根瘤的类型和分布	9
根瘤的颜色	9
根瘤的检查	18
根瘤菌的种和小种：寄主植物的专一性	19
效率分类	20
第四节、菌剂及接种	24
有效菌剂的质量	25
菌剂的类型	26
质量检查及标准	27
成活根瘤菌的测试	29
包 装	31
标签要求	31

存放期限及标注日期	32
购买和贮存菌剂的注意事项	32
第五节 确定是否需要接种	34
田间测试	34
反应和解释	35
第六节 接种方法	35
种子接种	38
种子菌剂的类型	38
种子菌剂的使用方法	39
土壤接种	47
什么情况下需要接种	47
土壤菌剂的类型	49
第七节 根瘤菌同农药及微量元素的亲和性	50
杀菌剂的影响	51
杀虫剂的影响	52
微量元素的影响	53
第八节 共生关系要求的矿物营养	53
酸度、钙、铝、锰	54
磷、硫及钾	55

氮	56
微量元素	57
第九节、接种的成本	58
第十节、接种的推广工作	60
制定计划	60
进行示范	60
大田试验	62
种子接种	62
附 录 换算系数	69
插 图	
1、根瘤发育良好的菜豆 (<i>Phaseolus vulgaris</i>) 植株	2
2、各种豆科植物的平均固氮量 (公斤/公顷/年)	4
3、豆科植物在氮素循环中的作用 (10 ⁶ 吨)	6
4、大豆 (<i>Glycine max</i>) 根部受侵染过程及根瘤的发育	11
5、籽粒用豆科作物的根瘤类型	13
6、饲用豆科作物的根瘤类型	15
7、有效和无效根瘤	17

8、大豆 (<i>Glycine max</i>) 根瘤剖面	18
9、种子和土壤泥炭菌剂	28
10、泥炭菌剂中大豆根瘤菌 (<i>Rhizobium japonicum</i>) 贮存温度下的成活时间	30
11、豆科植物接种试验的实验设计模式	36
12、种子糊浆拌种法接种	40-41
13、大豆 (<i>Glycine max</i>) 种子：糊浆接种和不 接种	43
14、苜蓿 (<i>Medicago sativa</i>)：不接种和石灰菌 剂接种	44
15、土壤接种	48
16、适于对少量豆科作物种子接种的量具及 容器	61

表 格

1、各种豆科作物在大田条件下的固氮估计 量	5
2、根瘤菌 (<i>Rhizobium</i>) 的种	21
3、豆科作物的有效率分类	22-24
4、接种试验田间出现情况的解释	36-38
5、各种大小的豆科作物种子糊浆拌种对接 种物和水需要量	42
6、各种大小的豆科作物种子涂层对菌剂、 水、糊浆及石灰粉的需要量	45
7、美国各种豆科植物种子的接种成本(1983 年)	58

8、各种豆科作物种子的平均重量	63
9、各种豆科作物的行距、播种量及栽培密度	64
10、接种方法与建议	65-67
11、各种豆科作物接种试验对菌剂和水的需要量	67
12、各种豆科植物按每公斤种粒数和每粒种子所需根瘤菌（大约）数之间的关系	68

第一节 固氮豆科植物

豆科植物(Leguminosae 属的植物)是世界上最重要的作物之一。豆科植物向全世界的人和家畜提供身体生长需要的营养食品。豆科植物除含有丰富的蛋白质以外,还含有大量用于骨骼生长的矿物质和主要用于强身健体的维生素。

豆科植物的植株可以利用大气中大量的气态氮获得所需要的大部分氮素。空气中含有80%的氮,每公顷地面和水面上空约有6,400公斤氮。豆科植物的植株通过与根部根瘤中的特种细菌(根瘤菌)的共生作用采集和利用这种氮素。根瘤菌侵染豆科寄主的根毛,形成根瘤,在豆科植物的根上建成小型氮素加工厂(图1)。

寄主植株为根瘤菌提供一个栖所并为固定或采集空气中的氮素(N_2)供应能量。反过来,植株从根瘤获得固定的氮素并生产食用和饲用蛋白质。豆科植物还将固定的氮素留在土壤中,供下一茬作物利用。由于氮素通常是粮食生产中最主要的限制因素,也是最昂贵的一种肥料,所以,豆科植物这种通过与根瘤菌的共生作用生产蛋白质的特殊能力,在世界农业中变得日益重要。

豆科约有20,000个植物种,分属650个不同的



图1 根瘤发育良好的菜豆 (*Phaseolus vulgaris*) 植株

属。其中只有15%左右的种得到了研究。很多重要的经济作物属于这一科。如大豆、落花生一类作物是依靠这些豆科作物与其根部根瘤中的根瘤菌相结合 共生固氮才取得几十亿美元的经济成果的。

人们估计，全世界豆科植物利用空气中广泛存在的氮素，每年获取或固定8,000万吨氮。其中豆科作物约占3,500万吨，其它草地、牧场及森林等豆科植物约占4,500万吨。相比之下，肥料工厂以昂贵的成本每年只生产5,000-6,000万吨氮。图2说明了某些重要的豆科植物与根瘤相结合的固氮量。固氮量随豆科植物、根瘤菌小种和土壤不同而有很大的差异。表1和图2说明了某些豆科植物及其已知的固氮量。

目前的能源危机导致了矿质肥料价格的上涨。发展中国家缺乏进口这些肥料所需要的外汇，因此，要想满足世界上对食品和饲料的需求，就必须大大增加豆科作物固氮的作用。

第二节、氮素的循环

氮是一切植物和动物生命的要素。氮是惰性气体，很难与其它元素发生化合反应。由于生物学或化学的作用，引起氮化物不断发生变化或分解。图3说明了某

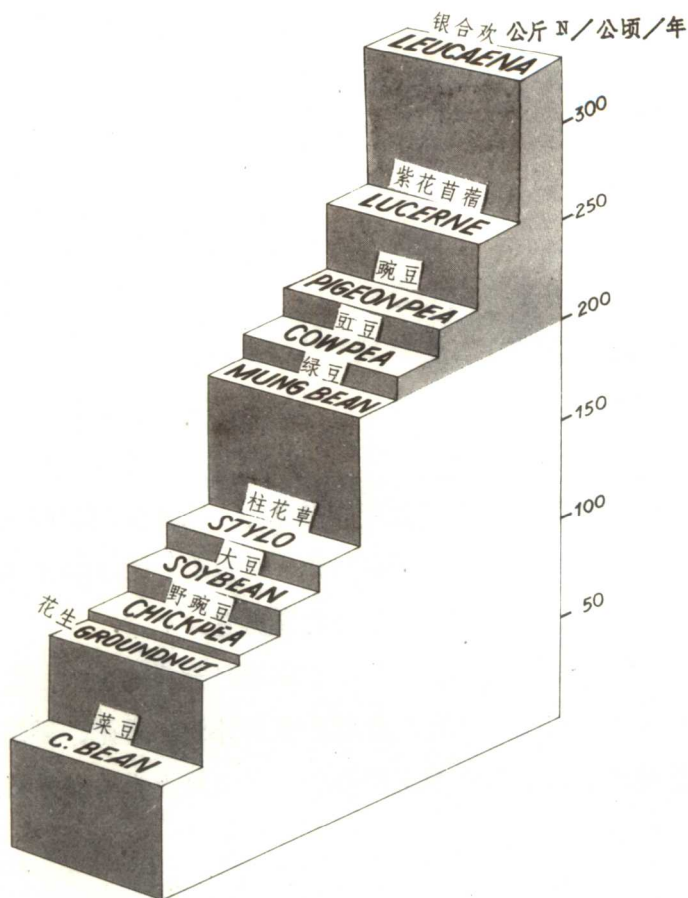


图 2 各种豆科植物的平均固氮量 (公斤氮 / 公顷 / 年)

表 1 各种豆科植物在大田条
件下的固氮估计量①

植 物	固 氮 量
公斤氮/公顷/年	
粒用豆科植物	
毛茛豆	<i>Calopogonium mucunoides</i> 370-450
蚕 豆	<i>Vicia faba</i> 45-552
木 豆	<i>Cajanus cajan</i> 168-280
苾 豆	<i>Vigna unguiculata</i> 73-354
绿豆	<i>Vigna mungo</i> 63-342
瓜尔豆	<i>Cyanopsis tetragonoloba</i> 41-220
大豆	<i>Glycine max</i> 60-168
鹰嘴豆	<i>Cicer arietinum</i> 103
兵 豆	<i>Lens esculenta</i> 88-114
落花生	<i>Arachis hypogaea</i> 72-124
豌豆	<i>Pisum sativum</i> 52-77
菜 豆	<i>Phaseolus vulgaris</i> 40-70
饲用豆科作物	
山 蚂 蝗	<i>Desmodium intortum</i> 897
田 菁	<i>Sesbania cannabina</i> 542
银合欢	<i>Leucaena leucocephala</i> 74-584
距瓣豆	<i>Centrosema pubescens</i> 126-398
紫苜蓿	<i>Medicago sativa</i> 229-290
地下车轴草	<i>Trifolium subterraneum</i> 207
白三叶草	<i>Trifolium repens</i> var. <i>gigantea</i> 165-189
白车轴草	<i>Trifolium repens</i> 128
柱花草	<i>Stylosanthes</i> spp. 34-220
毛苕	<i>Vicia villosa</i> 110
野 葛	<i>Pueraria phaseoloides</i> 99

① 豆科植物的固氮量随寄主的类型、根瘤菌的效率、土壤及气候条件以及估计固氮量和使用的方法有很大的差异。上述资料是从最近的两份报告中得出的：La Rue and Patterson (1981), 和 *Advances in Agron.*, 34: 15-36 and P.S. Nutman (1981) Hannaford Lecture, WAITE Agricultural Research Inst., 澳大利亚。

些这样的变化。元素氮或气态氮可以通过在根瘤中的根瘤菌(*Rhizobium* sp. 及 *Frankia* sp.)起作用，通过蓝绿藻蓝细菌同一种很小的蕨类植物——绿萍(*Azolla*)——的共生作用以及通过某些互生和自生细菌被固定或其它元素化合。另一种氮的途径是化学反应，利用一种催化剂和矿物燃料提供反应必需的高压和温度。这种方法需要很多能量。大气中的闪电失荷也可以导致某些天然固氮。

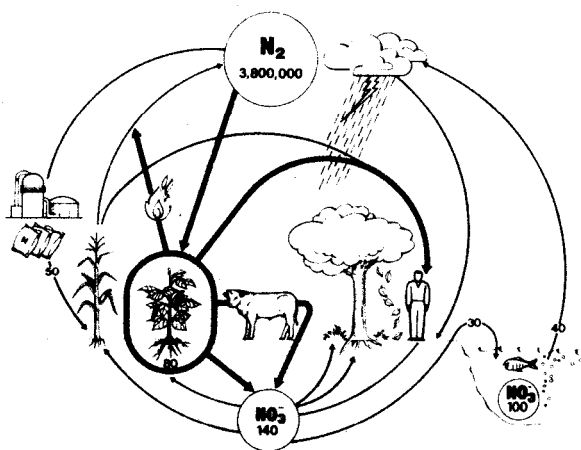


图3 豆科植物在氮素循环中的作用 (10^6 吨)

取自大气中的氮素可以进入植物蛋白内供家畜食用并转变成成为动物蛋白或供人类食用的肉类。家畜体内的某些氮素作为肥料被排出，从而重新回到土壤中。

加进土壤中的氮素可能被其它作物利用，也可能由于排水或径流而损失。某些细菌也可以使土壤和植物中的氮化物变成气体，因此，氮素又可能重新回到大气中去。氮素进行的这些变换是很重要的。管理应该始终以保存固定的氮素用于作物生产为目的。

第三节 根瘤菌 (RHIZOBIA)

根瘤菌是一种土壤细菌，其特点是有侵染豆科植物根毛并在根部诱发形成可固氮根瘤的特殊能力。土壤中通常有根瘤菌存在，但由于数量很少或者土壤中的根瘤菌不能同栽种的豆科作物有效地发生作用，因而往往不能导致有效地形成根瘤。

根瘤菌是存在在植物上的有生命的杆状微生物。根瘤菌与很多其它土壤微生物不同，不产生孢子，是好气性和运动性细菌，通过单细胞分裂进行繁殖。“速生型”的世代时间为2 - 4小时，一般在3 - 5天形成较大的菌落（直径2 - 4毫米），“慢生型”的世代时间为6 - 8小时，在7 - 10天内形成的菌落直径为1