

怎样利用根瘤菌

安徽省農業廳農業局編



安徽人民出版社

PDG

前 言

用根瘤菌拌种，提高豆類莊稼的產量，在偉大的社会主义苏联已有幾十年的歷史。我國解放后也已開始使用。幾年來在農業科学研究机关的試驗及廣大農民的生產實踐中，都証明了用根瘤菌拌种的增產实效：如山西曲沃秦村農業生產合作社，用根瘤菌拌种綠豆比不拌种的每畝多收214斤；黑龍江克山農業試驗場用根瘤菌拌种大豆，每畝收3,600斤，比不拌种的每畝多收460斤左右（1畝是15市畝，平均每畝增產30多斤）；華北農業科学研究所用根瘤菌拌种的花生比不拌种的每畝多收20斤。

我省去年推廣花生和大豆根瘤菌拌种，也收到良好的增產效果。根据鳳陽、灵壁等8个縣17个農業社，用根瘤菌拌种花生試驗对比的結果，平均增產26.6%；鳳陽縣黃溪鄉第一、第八两个農業社，用根瘤菌拌种比不拌种的每畝多收60斤。全椒縣民主鄉井冲農業社，經過拌种的，每畝要多收一倍多。又据太和、鳳台等12个縣46个農業社用根瘤菌拌种大豆試驗，結果拌种的平均增產17.4%。增產最高的如臨泉縣楊桥區誕進農業社，用根瘤菌拌种的每畝收318斤，比未拌种的每畝增產48斤。从这些实例來看，推廣根瘤菌拌种是豆類莊稼增產的最好办法。

我們編寫这本小冊子的目的，是在于使廣大農村羣众都懂得根瘤菌拌种的增產作用，掌握根瘤菌拌种的技術，把根瘤菌拌种运用到每一种豆類莊稼上去，發揮更大的增產作用，并为今后繼續推廣根瘤菌拌种和更廣泛地使用細菌肥料創造条件。

希望廣大讀者对这本小冊子提出意見，并把在生產實踐上的經驗不断告訴我們，以便綜合和交流，把我們的農業生產技術推進到新的階段。

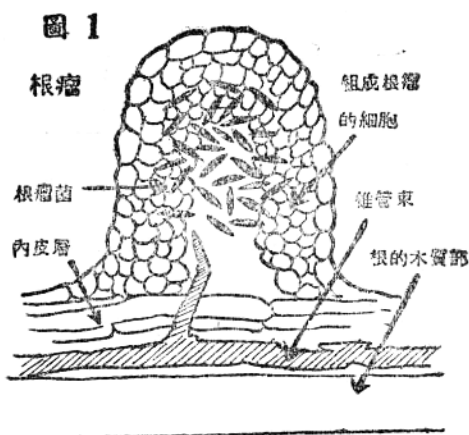
目 錄

前 言

什麼是根瘤菌和根瘤菌的作用·····	1
根瘤菌的形态及其生理習性·····	2
根瘤菌的類別·····	5
根瘤菌的利用·····	7
一、根瘤菌拌種劑	
(一) 培制過程	
(二) 使用方法	
二、根製品	
三、根瘤菌粉簡易培制法	
附帶說明的幾個問題·····	13

什麼是根瘤菌和根瘤菌的作用

豆類莊稼像大豆、花生、豌豆、苜蓿、泥豆、綠豆等，根上都生長着很多小疙瘩，這些小疙瘩就是“根瘤”。每個根瘤里生活着成千成萬的微生物，這種微生物叫做“根瘤菌”。根瘤菌能吸取空氣中氮素，並把氮素固定成氮素化合物，供豆類莊稼生長需要。這種作用叫做根瘤菌的“固氮作用”。豆類莊稼的氮素營養，除一小部分是从土壤中吸取外，差不多有三分之二的氮素營養是由根瘤菌的固氮作用从空氣中獲得的。沒有根瘤菌的莊稼，就不能利用空氣中的氮素。



根瘤菌不僅能供給豆類莊稼的養分，並且還能增加土壤的肥力。這是因為根瘤菌从空氣中吸取的氮素物有四分之三為豆類莊稼所利用，其餘約四分之一仍保留在根瘤內（豆類莊稼的枝葉也含有較多氮素），它們腐爛在地里就會增加土壤的含氮量。有經驗的老農知道在豆類地上接茬的莊稼，少施氮肥也能生長得好，他們常說：“豆茬地能長好莊稼”就是這個道理。

所以根瘤菌又叫“細菌肥料”。

根瘤菌能从空气中攝取多少氮素？这是根据根瘤菌的多少而决定的。根瘤菌多，攝取固定的氮素就多；根瘤菌少，攝取固定的氮素就少。我們用根瘤菌拌种豆类莊稼种子的目的，就是为了增加生活力强的根瘤菌，使根部多生長有效根瘤，增加“固氮作用”。經科学家們研究，各种豆類的根瘤菌一般固氮數量如下表：

豆类莊稼	每畝攝取氮量 (斤)	相当於硫酸銨 (斤)
大 豆	9.4	47.00
豌豆	19.1	95.50
豇 豆	13.1	65.50
苜 蓿	15.0	75.00
金 花 菜	13.3	66.50
苕 子	12.0	60.00
平 均	13.7	68.50

根瘤菌的形态及其生理習性

根瘤菌是我們用肉眼看不見的微生物，是桿狀菌，長只有1.2至3微米，寬0.5至0.9微米。把含有根瘤菌的东西塗在玻璃板上，染上顏色，用1千倍的顯微鏡放大，才看得清楚。在根

瘤菌整个生長發育过程中，有三种類型：

1.球狀型：根瘤菌是圓球形，不活動，是游子型的前身，如遇到適宜的環境，就生出鞭毛，自由游動。

2.無帶桿狀型：根瘤菌呈橢圓形，生着鞭毛一根或數根，能游動。這些呈現游子型的細胞總稱它為“游子”。在它遇到豆類莊稼時，便游到莊稼的根毛附近，從根毛尖端侵入根毛；如果沒有豆類莊稼，鞭毛便脫落而變成桿狀形。

3.有帶桿狀型：又稱為空胞形，菌體內部發生許多空胞，不活動，菌體破裂后又變成許多球型菌體。

這就是根瘤菌在土壤中一生形態變化的過程。根瘤菌通常生存在土中，當豆類莊稼下種後長出第一片真葉時，根部便分泌一種能吸引根瘤菌的化合物，使帶鞭毛游子型的根瘤菌聚在根毛附近。遇到一定時機，根瘤菌便從根毛尖端侵入根毛。侵入後向根的基部前進，同時鞭毛便自行脫落，根瘤菌便成為桿狀體，而開始大量繁殖，並分泌一種膠質體保護自己，排成一條侵入綫。在一定時間後，根瘤菌分歧，侵入到皮層細胞的內部，皮層細胞由於本身生長素及受根瘤菌刺激的關係，使根細胞不正常地、不斷地、強烈地分裂，漸次膨大而生長成為根瘤。

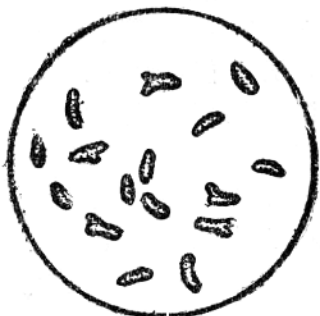
豆類莊稼利用日光的能與二氧化碳氣和水分，制成碳水化

圖 2
根瘤菌的生活史



合物，由根中維管束所生的兩條側維管束將碳水化合物及其他养分輸入根瘤。根瘤菌有了养分，便不斷繁殖，并且有一部分菌體起了畸形的變化，變成了“T”形或“Y”形的假菌體。這些假菌體利用豆類莊稼所供給的能量，固定空氣中氮素，制成氮素化合物，供給豆類莊稼生長發育所需要的养分。這種互相幫助的現象，就是根瘤菌與豆類莊稼的“共生作用”。

圖 3
假菌體



但是，當根瘤菌剛侵入豆類莊稼的根部時，它還不能固定氮素。它所需要的养分完全由豆類莊稼供給，它在豆類莊稼上還是寄生關係，對豆類莊稼有害無益。因此豆類根部皮層細胞就用加速繁殖的方法，把根瘤菌包圍住。這時根瘤菌與豆類莊稼之間的關係，是互相矛盾、互相敵對的。直到根瘤菌形成開始攝取空中游離氮素供給豆類莊稼的养分時，它們之間的關係才由矛盾變為“共生”，由對立變為互助。

根瘤菌的生理習性有以下幾點：

1. 根瘤菌是一種歡喜空氣的細菌（好氣性細菌），它們在土壤里的時候，是靠腐蝕分解有機物質來生活的。所以豆類莊稼應多施有機質肥料。

2. 太陽光對根瘤菌的活動和生命有很大影響，特別是直射的陽光，照射的時間越長，殺死的根瘤菌就越多。所以在使用根瘤菌粉時應以不受日光照射為原則。

3. 根瘤菌生長最適宜的溫度是攝氏20度到30度之間。零下的溫度能抑制根瘤菌的生長；50度以上的溫度只要幾分鐘根瘤

菌就被殺死。由于乾旱土壤不能抵抗高溫，所以天旱時土壤应注意灌溉。

4. 根瘤菌適宜在微酸性和微碱性土壤里生活。但土壤不能过酸过碱，过酸过碱也不適宜它們生長發育。一般適宜酸度是在6.5至7.5度之間，最低不过于3.7度，最高不过于7.8度。所以对酸性土壤需要施用石灰來中和酸性。

5. 根瘤菌对染色剂的反映：用“石炭酸復紅”可以染色，但对“剛果紅”却完全不着色；根瘤菌的菌落（一个菌体在培养基上繁殖形成的一个集落，叫做菌落），对“結晶紫”染色剂完全着色。我們在培制根瘤菌時，通常利用这种特性，以染色剂來區別根瘤菌和其他細菌。

6. 根瘤菌在土壤中和培养生長時不能固定空气中氮素，只有当它与豆類莊稼發生共生作用時，才能固定空气中氮素。

7. 根瘤菌有各种不同的種類，某种根瘤菌只適應某幾种豆類莊稼，而不是一种根瘤菌能与任何豆類莊稼發生共生关系的。

根瘤菌的類別

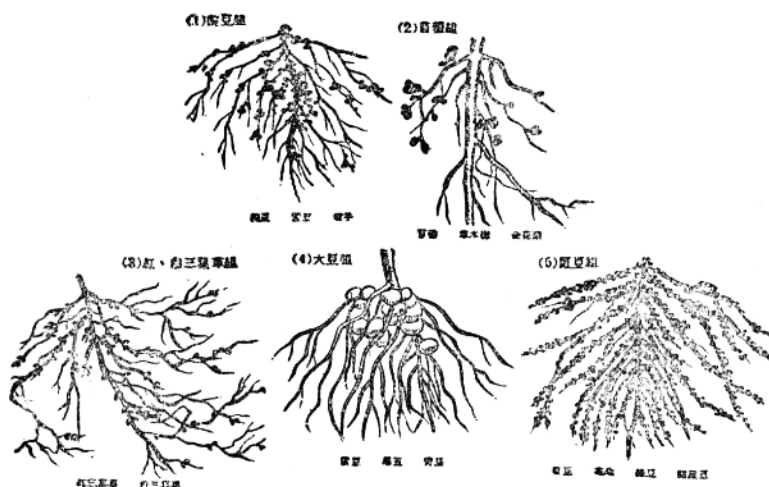
根瘤菌和豆類莊稼的初期關係是互相矛盾、互相敌对的，当根瘤菌向豆類莊稼根系進攻時，豆類根部細胞便進行反抗，有的根瘤菌進攻能力不强不能進入根毛，或者進入以后即被消滅；但有的却進入莊稼根系，建立了共生關係。这也就是說：不同的根瘤菌对各种豆類莊稼有不同的進攻能力；而不同的豆類莊稼对各种根瘤菌也有不同的反抗能力。每一种根瘤菌对于

豆類莊稼都有它的專擇性和適應性，這種專擇性和適應性，是在根瘤菌和豆類莊稼長期的共同生活、共同發育的過程中產生的。由於豆類莊稼的種類很多，根瘤菌也就有各種不同的種類。根瘤菌對於自己適合什麼豆類莊稼，選擇也很嚴格，所以必需把根瘤菌和適合於它的豆類莊稼拌種，才能起固氮作用，使豆類莊稼達到增產的目的。否則就不可能起作用。比如用大豆根瘤菌拌種花生，或用花生根瘤菌接種豌豆，苜蓿根瘤菌拌種大豆、花生等，就不起作用；而用花生根瘤菌拌種豇豆、綠豆等都有增產效果，這是符合上面所說的道理的。

所以我們使用根瘤菌粉和培制根製品來拌種時，就必須根據它們的組屬來選擇。根瘤的組屬如下表：

根瘤菌組屬	共生的主要莊稼
苜蓿組	紫苜蓿、苜蓿、天藍、黃花草木樨、金花菜等
大豆組	黃豆、青豆、黑豆、花豆、泥豆等
菜豆組	菜豆、紅花菜豆等
豇豆組	豇豆、花生、刀豆、豬屎豆、綠豆、胡枝子、葛藤等
豌豆組	豌豆、蚕豆、苕子、山豆、扁豆、野豌豆等
羽扇豆組	黃羽扇豆、白羽扇豆、藍羽扇豆、苜蓿等
三葉草組	紅三葉草、白三葉草、瑞士三葉草、土耳其三葉草等
紫雲英組	紫雲英

圖 4



根瘤菌的利用

空气中有80%是氮素，但庄稼不能直接吸取，须通过根瘤菌的作用才能摄取一部分供豆类庄稼的需要，所以根瘤菌越多，摄取空气中氮素也越多，豆类庄稼生长就越旺盛。可是一般土壤中不是处处都有很多很活跃的根瘤菌，特别是新开荒或长期没有种过豆类庄稼的地里，就很少或者没有适应我们所栽培豆类庄稼需要的根瘤菌，因此必须依靠人工培育根瘤菌来拌种，才能提高豆类庄稼产量。很多老农在生产实践中得到经验，把种过豆类庄稼的老茬表土搬到新垦田地里，可以提高庄稼产量。这实际也就是一种比较原始性的人工根瘤菌接种方法，只是缺乏科学的理解罢了。

我们用来拌种的根瘤菌有两种：一种是科学方法培制的，叫根瘤拌种剂；另一种是人工直接选择的豆类庄稼根瘤，叫根

制品。此外还有一种简易根瘤菌粉培制法。现在分别介绍它的培制过程和拌种方法。

一、根瘤菌拌种剂

(一) 培制过程

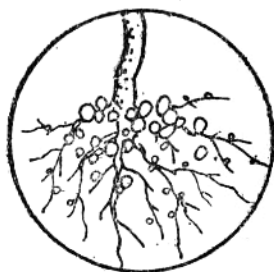
根瘤菌拌种剂简称“根瘤菌剂”或“根瘤菌粉”，它是由工厂或农业科学研究试验机关通过比较复杂的技术操作过程培制出来的。首先是从土壤中或根瘤里把根瘤菌分离出来作为“菌种”，然后进行培育繁殖。但一般都是从根瘤里分离菌种，手续比较简便。

根瘤菌之间有不同的品系，固氮能力强些，适应性也强些的根瘤菌，称为“有效菌”；反之，称为“无效菌”。

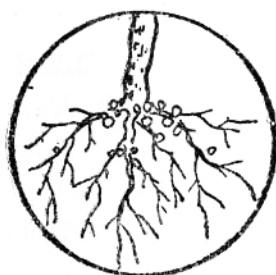
选择根瘤要在豆类庄稼开花盛期进行。叶色浓绿，株植高大的豆棵，在它主根上聚生的根瘤也才壮实。为着鉴别菌种的好坏，可切开一两个根瘤看看。一般是主根上或支根基部的大根瘤，切开后瘤内汁液是红色，这说明菌种良好，可以选用；在须根上的小根瘤，有的切开后瘤内汁液是棕色或青灰色的，这说明菌种不好，就不选留。

图 5.

好的大豆根瘤



不好的大豆根瘤



根瘤选好后，就進行“分离”工作，这就是把根瘤菌和其他細菌隔离開，選擇生活力和適應性强的优良菌种，把它放在“培养基”上去繁殖。根瘤菌的繁殖很快，是按幾何級數增加的，即1个变2个，2个变4个，4个变8个……一个根瘤菌本來長只有1.2至3微米，寬0.5至0.9微米，但經過繁殖幾天以后，就为一个1至2厘米直徑的菌落。“培养基”是用洋菜、甘露蜜、酵母水以及其他一些無机养分制成的。把大量繁殖的根瘤菌与草炭粉混合成为一种黑色的粉末，这就是根瘤菌粉。

在苏联用根瘤菌拌种已有幾十年的歷史，現在有很多制造根瘤菌粉的工廠，使用拌种的很普遍，使用量每公頃为0.5公斤（即15市畝用菌粉1市斤），質量标准也很高。如供大豆、花生、羽扇豆等的根瘤菌粉，每1克中所含的根瘤菌不少于500億个（1克等于市秤3分2厘）。我國在解放后才開始使用根瘤菌拌种，目前还少有制造根瘤菌的工廠，一般所用的根瘤菌粉，大多是由農業科学研究試驗机关培制出來的。如我省所用的大豆、花生、豌豆等菌粉，是由農業試驗總站培制的。按照每畝3錢的用量，拌种后每粒种子可附着1万个到2万个根瘤菌，与苏联比較，在數量和質量上都还相差很远，这是需要今后繼續研究改進的。

（二）使用方法：

1. 注意根瘤菌粉的保管：目前各地对菌粉的包裝还不統一，有用鉄筒裝的、瓶裝的、紙袋裝的等等。因此收到菌粉后，首先檢查一下包裝，如有破爛的就要重新包裝。最好用清潔的玻璃瓶、瓦罐裝好。如果發現菌粉乾燥，就要加一點清潔冷水拌和一下，經常保持含水率在30%左右的潤濕狀態。放置的地方要背陰，不可受風吹日晒，忽冷忽熱，以免造成根瘤菌大量死亡。菌粉包打開后，最好爭取一次用完；如有剩下的菌粉，

必須封閉裝好，以免失效。

2.拌種前的準備：首先要弄清拌種需要菌粉的分量（製造的菌粉，包裝上都附有簡單說明，使用時可按說明去做）。我省培制的大豆、花生、豌豆等根瘤菌粉，每畝用量3錢，兌清水多少，要根據種子數量決定。一般是大豆每畝用種子10斤左右，菌粉3錢，兌清水5至6兩；花生每畝用種子15到20斤，菌粉3錢，兌清水半斤左右；豌豆每畝用種子12斤左右，菌粉3錢，兌清水6至7兩。

拌種時，使用的器具如木盆、簸箕、蓆子等要洗刷乾淨。拌種地點要在屋里或樹蔭下太陽晒不到的地方。拌種用水要清潔的河水或塘水（最好用冷開水），如果是含鹼性的井水或很髒的塘水、溝水，都不能用。

3.拌種方法：先將種子放在盆內，再取磁碗裝上清水，把菌粉倒入清水里，用乾淨的筷子充分加以攪拌均勻，就制成了混濁的菌粉水。然後就把菌粉水倒入豆種上，立即進行翻拌。翻拌時要注意翻拌均勻，不要用手搓，以免傷壞種皮。拌好後如果豆粒太濕，就是因水加多了，可在蔭涼處攤在蓆上晾一晾。拌好的種子切不可受陽光照晒，應該用東西蓋上拿到地裡去播種。

在農業社需要大批拌種時，可採用分批調拌的辦法。先按比例準備種子和菌粉水，調拌時可由兩人操作，一人洒菌粉水，一人翻拌，邊洒邊拌，拌好一批再拌一批。

根瘤菌粉對人畜無害，拌種時多用一點也無害處，但需注意按照根瘤菌的組屬拌和豆類種子，才有一定效果。

4.種子要隨拌隨種：拌好的種子，要爭取在半天內種播入土。並且以早晚或陰天播種為最好。同時上午需播的種子早上拌好，下午需播的種子中午拌好，拌一批種一批。

一面播种，一面要盖土，不要使种子受陽光照晒，致使根瘤菌死亡，影响拌种效果。如臨泉縣黃嶺區先進農業生產合作社，在1955年拌种15畝大豆，其中有5畝因拌种后受日光照晒，收穫量与不拌种的差不多，其余10畝拌种后未受到陽光照晒，每畝較未拌种的多收35斤。

拌种后的豆粒，如果膨脹起皺，在用耬子播种時，就要適當放大耬門，使播种均匀，以免缺苗断壟。

二、根制品

直接利用豆類莊稼的根瘤制成的細菌肥料，一般称它为“根制品”（即直接利用根瘤拌种）。

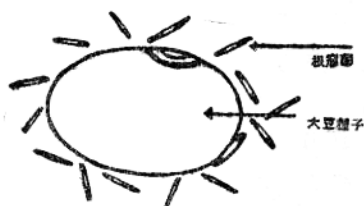
根制品的培制手續比較簡單。当豆類莊稼開花正盛時，選擇生長旺盛、沒有病虫害的植株，把它周圍約一尺直徑的土挖開，仔細的把植株連根挖起，輕輕弄去附在根上的泥土，用水洗淨；把枝葉、須根剪去，小的根瘤也摘掉，每株只留10个到20个大的好的根瘤，这样大約10到20株根瘤就可拌1畝地的种子。（鑑別根瘤的好坏時，也可以用小刀切開个别根瘤，看瘤內汁液顏色。）

选好的根瘤，需捆起來挂在陰涼处風乾，不能讓太陽晒。冬季要挂在屋里，不要受凍。也可以藏在地窖里，把窖口封好，但需注意不要接觸窖壁或窖底，并要隨時檢查，以免受潮霉爛。

保存到第二年使用時，先把乾根瘤摘下，或用小刀連根皮削下來，搗碎放在清潔的器皿中（瓦罐、碗、茶盅），大約按1錢碎根瘤加1錢5分到2錢水的比例拌和；加水后用乾淨的筷子攪拌均匀，用盖子盖上，放在背陰溫暖处（攝氏20到25度），以后每天攪拌兩三次，如發現乾燥，可酌量加一點清水，經過10天到15天就可用來拌种。

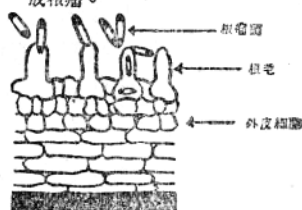
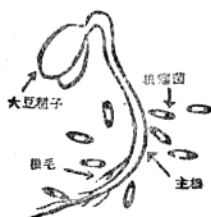
在拌种期如有当年新鲜根瘤，也可选来直接拌种。如春大豆的根瘤就可以拌夏大豆的种子。鲜根瘤比乾根瘤拌种效用还要好一些。

圖 6



(1)大豆用根瘤菌拌種後，種子上附着許多根瘤菌。

- (2)當大豆種子發芽生長後，根瘤菌就游到根毛附近，到適當時候就從根毛侵入。(3)根瘤菌從根毛侵入根部發育繁殖就結成根瘤。



这种“根制品”，每克含有根瘤菌10億到30億个。一般新鲜根瘤1克中有1億到10億个根瘤菌，乾燥后还可保存100万到200万个。

根制品与工廠中人工培制的根瘤菌粉差不多，但是根制品的选种成本大，所以買根瘤菌粉是比較合算的。

農民們通常習慣在屋边或菜園里种些豇豆（淮北叫豆角子）、刀豆、扁豆等來供日常食用。如果也能采用根瘤拌种方法下种，就也可以增加收穫量。

三、根瘤菌粉簡易培制法：

当春暖的時候，選擇肥沃的園地或溝邊播種少量大豆（此種大豆即是夏播大豆品種），種植時最好把粗肥和草木灰混合施入土中，然後放入種子，並保持土壤疏松濕潤，以便豆苗生長快、根瘤長得好。到播種夏大豆前一星期左右，即可按前述選豆棵、揀根瘤的方法選好根瘤。比如選了豆棵30株，每株上選根瘤5至10個，再把它們放在碗內，加半杯冷開水，把根菌搗碎，再加上一湯匙冷米湯或兩分到三分重的糖，以增加根瘤養分，制成“根瘤菌液”。

在培制根瘤菌液之前，要選約半斤菜園地的表土或塘泥、河泥等肥沃土壤，曬乾研細，加拌一酒杯草木灰，放在鍋內乾炒或放在碗內蒸煮（碗要蓋好，以免太乾）半小時或1小時，以殺滅土壤中的雜菌，用此做為根瘤菌的培養基。等土壤冷卻後，把根瘤菌液倒入土中拌勻，必要時用水或淨沙調拌，使土壤達到疏松濕潤的程度。拌好後用蓋蓋好，放在攝氏20至30度的室溫內，每天洒點清水或冷開水翻拌一下，根瘤菌便在培養基中大量繁殖，經過6天左右即可用來拌種。每畝用量1兩。用法與工廠制的根瘤菌粉相同。夏播綠豆或儲存乾根瘤都可採用這個辦法培制。

附帶說明的幾個問題

一、根瘤菌拌種豆類莊稼能够增產，已是在生產實踐上肯定的事實。但根瘤菌不是“萬靈丹”，要爭取高額豐產，還必須結合提高耕作技術、採用先進生產經驗、抓緊生產環節等等

一系列办法。

二、氮、磷、鉀是莊稼養分的三要素，用根瘤菌拌種的豆類莊稼，雖然可以少施或不施氮肥，但適量的施用有機質肥料（廐肥、堆肥）和磷、鉀肥料是必要的，這不僅對豆類莊稼有利，並能增加根瘤菌的繁殖活動，提高拌種效果，保證豐產。

三、用根瘤菌拌種的同時，不能再使用防治病蟲害的殺菌粉來拌種，如果用了會把根瘤菌也同時殺害。在地下害蟲多的地區，可採用對根瘤菌無害的“666毒谷”的防治方法。

“666毒谷”的製造和使用方法如下：

1. 用10斤谷子煮成半熟，加入6%的666藥粉3兩，拌勻，晾到七成乾，每畝用2斤，隨種子播入土中。

2. 用炒熟的豆餅3至4斤，加適量的水與6%的666藥粉約1兩5錢，拌勻後隨同種子播入土中。