



大豆根瘤菌

黃 和 容

科学普及出版社

本書提要

大豆除了供应人民食用外，在工業上还有许多用处。这本书除了談大豆的一般增产方法外，着重談什么是大豆根瘤菌，为什么利用大豆根瘤菌能增产，以及怎样进行大豆根瘤菌接种或拌种，書中也介紹了大豆根瘤菌剂的制造和保存問題，可供农业技术推广站干部和农业生产合作社的技术員閱讀。

总号：483

大豆根瘤菌

著 者：黄 和 容

出版者：科学普及出版社

(北京市西直门外新象湾)

北京市書刊出版業營業許可証出字第091号

發行者：新华书店

印刷者：北京市印刷一厂

(北京市西便門大街乙1号)

开本：787 × 1092 1/32

印张：15

1957年5月第1版

字数：12,000

1957年5月第1次印刷

印数：3,200

統一書号：16051·20

定 价：(9) 1 角

科学普及出版社出版

肥料知識	尤德敏著	0.11元
开辟肥源	农业部粮食生产总局肥料处編	0.08元
高温堆肥	馬复祥著	0.07元
草炭的利用	沈正誼著	0.06元
水稻綠肥	顧荣申著	0.08元
棉田綠肥	楊 瑛著	0.07元
微生物在土壤中的作用	婁隆后著	0.06元
利用人尿增产粮食	馬复祥著	0.07元
細菌肥料	胡济生著	0.08元
农作物的根外追肥	朱华璋譯	0.10元
固氮細菌及其在农業上的作用	M. B. 斐多罗夫著	0.10元
顆粒肥料对提高作物产量的作用	B. Y. 普切尔金著	0.12元
有机質与磷灰土粉的混合肥料	M. A. 科罗夫金著	0.11元

新华書店發行

大豆通常叫做黃豆，按顏色的不同又有叫做青豆或黑豆的。它是我国主要特产之一。我国栽培大豆已經有很悠久的历史，根据历史材料的記載，大約在四千多年前我国就已經开始栽培大豆了。

大豆原产于我国的东北，后来逐漸傳到华北以及南方各省分。世界上其他国家栽培大豆的历史較短，欧洲各国到二百年前才开始栽培大豆。这些国家栽培大豆大多是由我国傳播去的。目前大豆已經成为世界各国重要的經濟作物之一。

目前我国大豆产区分布很广：东北起自黑龙江省，南达福建、广东，西南至云南都栽培大豆。其中以东北、华北、黄河下游、淮河及長江流域各省为主要大豆产区。近年来在西北新疆試种东北的大豆品种，也获得了良好的收成。新疆省已逐漸扩大了栽培大豆的面积。

我国每年出产的大豆占全世界大豆总产量的四分之三。而东北所产的大豆又占我国大豆总产量的半数。东北所产大豆是世界聞名的。东北产的大豆不仅产量高，并且大豆的品質优良，是东北地区主要农作物之一，全区大豆栽培面积約占作物总栽培面积四分之一强。东北农民都知道栽培大豆不仅收获大豆，还可以增进地力。因此，輪作中大豆是重要的換茬作物。

在長江流域一帶有專門播种早熟品种的菜用大豆。浙江的南部和福建地区在早稻收割后栽种秋大豆。有些地区就栽培大豆專作飼料或綠肥用。

我国每年出产的大豆，除供应国内人民食用及工業用途外

还向外国大量輸出，它是我国重要的出口物資，換回来大量的物資，对于国家經濟建設也有很大的好处。

大豆的用途

無論是大豆子粒或是收获后的秸秆以及青株都是有用的。大豆子粒的用途更大，可以食用，也可以作某些重要工業的原料。下面分別介紹它的主要用途。

(一)食用：大豆子粒含有丰富的蛋白質（約40%）、脂肪（約20%）、糖（約10%）和一些無机鹽类及維生素等。因此，它是一种富有营养的食品。大豆除直接用做粮食或菜肴外，还可以加工制成豆漿、豆腐乳、豆腐、豆醬和調味用醬油等。这些都是价廉而又滋养的食品，能增进广大人民的身体健康，是人民日常生活所不可缺少的。

(二)大豆油的用途：从大豆榨取的豆油是一种主要的植物性的食用油，它的养分很高，从大豆油还可以加工制成人造奶油或人造猪油。

大豆油又是現代某些工業上的重要原料，可以用来制造豆油漆，塗在物体上不脫落、不变黃，使用起来也方便；又可以制成人造汽油和氧化豆油。制成的氧化豆油可以用来塗刷防雨用具，又可以代替机械上用的普通的潤滑油。精煉的豆油是制造肥皂、蠟燭的原料。在很多工業部門都广泛地利用大豆油。此外，从大豆油中还可以提取甘油，可以用来制造人造橡膠，所以它在国防工業上也是很重要的原料。

(三)大豆粕的用途：大豆經榨取大豆油后剩下来的就是大豆粕。大豆粕是制造豆腐、醬油、味精等的原料；同时还可以

作为家畜的飼料和农業肥料等。大豆粕里面含有50%以上的蛋白質，將这些蛋白質提取出来可以作为工業上重要的原料。在紡織工業中利用大豆蛋白紡制人造毛綫，紡成的毛綫柔軟得和羊毛一样；在膠合板工業上和汽車器材制造業及飞机工業中，广泛地应用大豆蛋白所制成的膠接剂；大豆蛋白又可以制造消防上重要的防火用具——泡沫灭火剂，灭火效能很大；在造纸工業中，大豆蛋白可以作为紙張表面的被复剂，增加紙張表面的光滑；在油漆工業中大豆蛋白可作为各种水性塗料的膠粘成膜剂和油漆中的展色剂；在农業上，把大豆蛋白加在农药杀菌剂噴射液中，可以延長药剂杀菌能力；在制造蛋白塑料方面，可以制汽車零件、机械零件、电工器材以及日常用品等；在橡膠工業上也用大豆蛋白做安定剂。

(四)大豆青株可以做家畜的飼料又可以用来压綠肥。干秸除做飼料外还可作燃料或肥料（其中含有丰富的鉀質肥料）。就是殘留在地里的根部也能增進土壤里的有机質和氮肥，因而提高了土壤肥力，使大豆的后作物得到增产。

从上面情况看来，大豆和我国人民生活及国家的經濟建設有着很密切的关系。随着科学的發达，大豆的用途是越来越多的，在經濟建設中的重要性也是越来越大的。解放以后，大豆的播种面积和單位面积的产量也逐年有所增加。多增产大豆一方面直接增加了农民的收入；另一方面可以供应更多的工業原料，还可以輸出更多的大豆換回国家工業建設所需要的鋼材和机器，也就更快地加速我国的工業建設。

大豆的增产方法

提高大豆产量可以从下列几方面着手：首先應該掌握大豆

栽培的技术，主要是：

(一)精細整地，实行深耕：播种前用新农具(馬拉农具)精細整地是很重要的。过去曾有种錯誤的看法，認為大豆不需要象麦类等作物那样精細耕作，整地可以粗放些。但是根据黑龙江克山县和平村及宾县宾安区永利农業生产合作社大豆丰产的經驗証明：要获得大豆的丰收和精細整地是有很大的关系的。因此播种前精細整地是必要的。

东北地区可以在春季化冻后进行翻地，耕深約15公分为最好。翻地后及时进行耙地耨地，使表土平整，土壤疏松，大部分土地上沒有大的土塊，这样就能保持水分，有利于大豆的發芽。

(二)注意播种的深度、時間和密植問題：播种要掌握适当的深度，同时复土要均匀。播种太深或者太淺，对大豆發芽都有影响。播种太深，幼苗出土很慢，容易使幼芽腐爛；播种过淺，种子扎根淺，幼苗容易干死。因此必須根据地勢和土壤干湿情况的不同，适当地調节播种深度。在东北一般以1.2—1.5寸最适宜，但山崗地或春旱时复土要深些；低窪地或多雨水时要淺些。

适期播种对于增产和提高大豆質量也是很重要的。播种过晚，容易遭受霜害而影响到大豆的成熟，因而降低产量和大豆質量；播种过早，地温还很低，發芽緩慢，幼苗又容易遭受冻害的威胁。所以必須根据气温、土壤水分的情况，准确掌握時間，做到适时播种。

适当密植，增加株数，也是提高大豆产量的有效方法之一。合理的密度是要根据地力、地勢、品种和耕作方法等具体条件来决定的。土壤肥沃的，每公頃播种23—26万株，就能获得較高的产量。地力差的土壤，應該更密一些，每公頃播种27—30万株，就能获得較高的产量。使用新农具以27—30万株

产量较高。山岗地应该密些，低洼地应该稀些。用分枝少的品种，也应该种得密些。

一般行距以 1.35 尺左右为适宜，在东北采用行距 1.35 尺单苗眼的新农具播种，增产成绩较大。应该适当间苗，使植株分布均匀，每株都有足够的营养面积，通风透光也良好。这样大豆生长繁茂，分枝和结荚也比较多。

(三)根据土壤肥沃情况和地势的不同进行合理施肥：大豆由于根部根瘤菌的固氮作用，一般说来是不用多施氮肥的；但是在幼苗期，根瘤未形成之前，还是需要施用少量的氮肥。所以在山岗地较瘠薄的土壤上，施用含有机质和氮素较多的土黄粪做肥料，对于大豆的生长是有益的。

平川黑土地带的土壤中含氮较多，但磷、钾的含量较少，多施磷、钾肥能提高大豆产量和质量。如黑龙江省宾县宾安区永利农业生产合作社的丰产地，除连年施肥外，在 1955 年种大豆时，每亩地又施猪粪和土黄粪 4,000 斤。猪粪含磷、钾养分较多，使大豆生育繁茂，对促进结实和子粒饱满都起了很大的作用，获得了大豆丰产。

(四)割趟要及时：最好出苗后先趟一遍（有用割趟机装上 3 寸半小铧趟一遍的），并做到深趟浅培土。这样能增进地温，疏松土壤，又能除去小草，促进幼苗发育，此外应及时进行中耕除草，并要求在开花盛期前完成三次割趟工作。

(五)建立正确轮作制度：应该避免重茬和迎茬^①，因为重茬和迎茬能使残留在这地段内的病菌、害虫得到合适的生活条件，使大豆容易得上病虫害，磷、钾肥又连年被吸收消耗净

① 重茬：连年栽培大豆。迎茬：隔一年种一次大豆。

尽，妨碍豆株的生长，减低产量。

除正确地掌握大豆栽培技术外，还应该注意培育优良大豆品种和选用良种。农业生产合作社或国营农场可以根据本地区气候土壤条件选用适合于当地栽培的优良品种，并建立留种地，以便年年进行选择纯种和选择优良品种的工作。对于留种地的管理应该特别细心，要在生育期间淘汰那些品种不纯和生育不良的植株。这样就提高了留种地选出的种子的质量。

播种前种子还需经精选，要保证种子发芽率^①在95%以上。此外，积极地应用大豆根瘤菌进行人工接种也是提高大豆产量的有效措施之一。

大豆根瘤和大豆根瘤菌

人工接种大豆根瘤菌既然是提高大豆产量有效措施之一，我们就需要把它弄清楚，大豆根瘤菌人工接种是怎么一回事？它为什么能够提高大豆的产量呢？

当我们栽种豆科植物例如大豆、花生、蚕豆、豌豆、豇豆以及苜蓿、三叶草、紫云英、苕子等的时候，我们常会看到这些作物的根部和其他作物的根部有些不同；我们甚至会觉得奇怪，这些作物的根上为什么长了一颗颗或成串形的小瘤子。

远在两千多年前，我国勤劳的农民在他们长期从事耕作的过程中累积了这样的经验：种豆子可以少施肥料，就是在新开垦的或荒蕪的土地上，栽种豆科作物如大豆、苜蓿、紫云英、豌豆等。不但这些植物生长得好，还可以使土壤肥沃，在豆根

① 发芽率：取一只碟子，垫一张粗纸，放上任意取出来的100粒种子，碟内灌足了水。如果这100粒种子能发芽95粒以上，叫作发芽率在95%以上。这样的种子是比较优良的。

地上种其他的庄稼可以得到丰收。当时人们只知道这样的事实，可是对于为什么会这样，并没有得到任何的解释。

大家知道作物生长必须吸收土壤里的肥料，一般作物最需要的肥料有氮肥、磷肥和钾肥。要是在土壤里这些肥料含量很丰富，那么作物就能生长得旺盛，因而得到丰收。可是豆科作物只需要土壤里有磷肥和钾肥，虽然缺乏氮肥，还一样生长得好。

在上一世纪初期，外国的农学家，也发现豆科植物可以很好地在缺乏氮肥的土壤里生长。这件事引起他们的注意，他们就深入钻研为什么豆科植物会有这样特殊的现象？

直到1866年，俄国学者M.C.沃罗宁首先注意到豆科植物根上长有一些特殊小瘤（这些小瘤后来人们就叫它根瘤），他还发现到这些根瘤里包含有无数微小的、能活动的杆状的细菌。这就是我们现在所叫的“根瘤菌”（图1）。

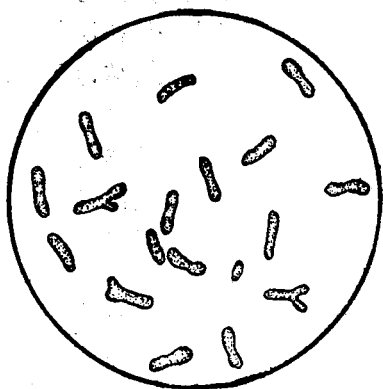


图1 在显微镜下的根瘤菌。

在学者们的深入研究中，证明了豆科植物所以能够在缺乏氮肥的土壤里

生长得好，是同它们根部所着生的根瘤有关系的。要是没有根瘤的生长，豆科植物同其他作物一样也需要土壤里的氮肥。

但是为什么有了根瘤的豆科植物就能生长得好呢？这个秘密是和沃罗宁所发现的根瘤里面存在的那些微小的、用肉眼看

不見的微生物，也就是能活动的杆狀的“根瘤菌”有关。

其实豆科植物在它們生育过程中还是需要氮肥的，只是这些氮肥的来源不是从根部直接由土壤中吸收来的，而是借着根瘤里面那些微小的“根瘤菌”从空气中攝取来的。

在这种情况下我們可以把根瘤看作是奇妙的氮肥制造工厂，而氮肥的生产者是根瘤菌。这些根瘤菌在根瘤里面繁殖，就在它們生命活动的过程中从空气中固定了氮素，变成含氮的化合物。所固定的氮素除了作为根瘤菌本身的营养外，同时也供給豆科植物的营养用；还有一部分通过根瘤的表層分泌到周圍的土壤中去。

根瘤菌由空气中所固定的氮素四分之三是輸送到植物体各部去，只有四分之一留在根瘤中。根瘤菌用如此大量的氮素供給豆科植物，因此豆科植物才能在缺乏氮肥的土地上生長得好，获得高产量。

由于根瘤菌的活动还能使土壤富有氮肥，按苏联普連尼士尼科夫院士的計算：豆科植物的三叶草在收成好的时候，一年在一公頃土地上可以积存150—160公斤^①的氮素。这个数量的

表一

豆 科 植 物	每公頃平均固定 氮量（公斤）	豆 科 植 物	每公頃平均固定 氮量（公斤）
甜三叶草	130.10	草 藤	87.84
苜 蓿	111.19	大 豆	70.05
紅三叶草	98.96	碗 豆	146.77
豇 豆	95.62	混合牧草	135.66

① 160公斤的氮素相当于800斤的硫酸銨（肥田粉）。

氮素半數是和根部殘余一起留在土壤中，而另一部分則同糞肥一起回到土壤中，供給植物的需要。

可是根瘤菌自己必須生活，它們不單只是幫助豆科植物生長，而且也靠着植物體供給它們生活所必需的一些其他不含氮的有機質的養分。這樣在根瘤菌和豆科作物之間形成了一種密切的“共生”^①關係。也只有在這種“共生”的條件下，根瘤菌才能夠固定空氣中的氮素。假如根瘤菌單獨存在，或是在植物根部沒有形成根瘤的情況下，無論是根瘤菌或是豆科植物，都不能夠攝取空氣中的氮素。

從上面的敘述我們就能夠明白，為什麼種豆子不用多施氮肥和種豆子能肥田的科學道理了。

那麼根瘤是怎麼樣長成的？

通常根瘤菌是存在土壤中；當豆科種子發芽以後，根部就分泌一種能夠使根瘤菌趨向根部的分泌物，這種分泌物吸引了根瘤菌聚集在根部根毛的附近，它們在這裡很快地發育，使根毛彎曲，然後通過根毛而侵入到豆科植物的根里。

根瘤菌在豆科植物根部裡面大量的繁殖，刺激了根部細胞起不正常的，迅速的分裂，形成了無數的小細胞，因此根部逐漸膨大而長成了我們所看到的“根瘤”。

科學家們不僅發現了豆科根上的根瘤和根瘤菌的特性，他們還用許多方法將根瘤菌從根瘤里或土壤中分離出來。因而提供了人們有可能利用這些細菌在農業生產上面，來提高豆科作物的產量。

各種豆科植物有它各自相適應的根瘤菌：並不是一種根瘤

① 共生：不同的兩種生物互相依賴而生存着，雙方都能得到好處的。

菌就能够在所有的豆科植物根上形成根瘤的。这是由于根瘤菌对某一豆科植物長期共生、互相适应的結果。

从外表看来，各种根瘤菌的形狀虽然很相似，但是它們对于本身所适应而“共生”的豆科植物的选择是比較严格的。例如三叶草根瘤菌只在三叶草上形成根瘤；大豆根瘤菌只在大豆上形成根瘤；花生根瘤菌就不能在蚕豆上形成根瘤；綠豆的根瘤菌不能在豌豆根上形成根瘤等等。一般是根据豆科植物的不同而將根瘤菌分为以下几組(表二)。

表二 各种豆科植物根瘤菌和它們所共生的主要植物

植 物 細 菌 組	所 共 生 主 要 的 植 物
苜 蓿 組	紫苜蓿，苜蓿，天蘭等
三叶草組	紅三叶草，白三叶草等
豌豆組	豌豆，山豆，春苽，冬苽，蚕豆，扁豆等
菜 豆 組	菜豆
羽扇豆組	黃羽扇豆，藍羽扇豆，白羽扇豆等
大 豆 組	大豆
豇 豆 組	豇豆，刀豆，綠豆，木豆，花生等

根瘤菌对豆科植物的适应性不仅表现在不同种的豆科植物上，就是同一种豆科植物上，根瘤菌对不同品种也有不同的适应性。中国科学院長春綜合研究所从东北地区几个主要大豆品种分离选择出几株适应于几个主要大豆品种的优良菌株，使不同品种的大豆获得增产。如：B15 菌能使小金黄的大豆增产23%，D511 菌能使金元一号增产13%等。

各种豆科植物根瘤的形狀、大小各不相同。大豆根瘤比較大，球形如豌豆般大小，多是單个生長的；豌豆的根瘤形狀象

聚子，常几个聚生一起；三叶草的根瘤很小，椭圆形；羽扇豆根瘤膨胀得很大，包围整个的根颈上。通常着生在主根上的根瘤比较大，支根上的根瘤较细小(圖2)。



圖2 几种豆科植物根瘤。

从根瘤外观形态和着生部位，往往可以鉴别根瘤里的根瘤菌活动性的强弱。活动性强的菌株能够固定大量氮素。一般着生在主根上或侧根靠地表部分的形大、粉红色、坚实而且数目较多的根瘤，其中根瘤菌活动性一定较强；相反的，分布在整个根系上的形小、色绿、皱缩的根瘤，其中根瘤菌活动性一定弱，它们只能固定少量的氮甚至不固定氮素。

在大豆植株根部，如果有大量形大而粉红色的根瘤形成，是由于根瘤菌活动的结果，能够由空气中摄取大量的氮素供给大豆生长的需要，使大豆结荚多，获得增产。

由于科学家们通过实验，了解大豆根瘤菌对大豆生长的作用，同时也找出了如何把这些活动的、细小的根瘤菌从根瘤里面或土壤中分离出来和进行大量培养的方法；就提供了利用人工大量培养活动性强的“菌种”，接种到大豆的种子上，来提高大豆产量的所谓“根瘤菌剂”人工接种的方法。这种方法就是将

經大量繁殖后的根瘤菌制成菌剂，播种前將菌剂感染大豆种子，这样活动的根瘤菌沾在大豆的种子上一同播到土壤里。当种子萌芽生根时，种皮上所沾的活动的根瘤菌就能优先地鑽入根部、形成根瘤。土壤中活动性較弱的根瘤菌就不能再侵入根部了。

这种方法在苏联以及其他国家里已經用得非常广泛了。我国东北区自 1953 年起已經大面积推广应用。近年随着农业生产提高和合作化运动的开展，全国各省农业部門也积极使用根瘤菌进行人工接种。根瘤菌剂已成为目前細菌肥料之一。

并非所有分离出来的根瘤菌的活动性都一样强，各个菌株对不同品种的大豆适应性也不相同。因此用来制备菌剂的菌种需要先經過比較、选择的过程。必須从許多分离得到的菌株中結合不同品种的大豆，选择固氮能力强的、增产效果大的菌株，然后才能用来制备菌剂。否則使用活动性不强的菌株制备菌剂进行人工接种往往是浪费人力、物力而得不到效果。这一点在生产菌剂时应特別注意。

大豆根瘤菌剂的制造与应用

在正确的栽培技术下，配合根瘤菌人工接种是提高豆科植物产量既有效又经济的措施。根据 1953 年中国科学院長春綜合研究所大豆根瘤菌剂培制时核算，用这种方法費錢不多，效果很大。应用于一公頃土地上的大豆根瘤菌剂制造成本，大約只需人民幣 5 分左右（用紙袋包裝，運費不計在內）。如果接种后获得 5—10% 的增产，每公頃收益就有 7—15 元。如果全国大豆耕地上全面施用大豆根瘤菌剂，那么增产所得是一笔龐大的数目了！

在苏联根瘤菌剂的制造是在特殊的細菌肥料工厂内进行的。一般采用洋菜固体培养，或是在灭菌的土壤上培养；也有部分用液体深層培养^①的方法。生产程序是遵守国家所规定的技术规程来进行。成品須經質量檢定合格后，才能銷售到农村。

我国运用根瘤菌剂接种的办法比較晚，1950年华北农业科学研究所开始制造够10万亩土地用的花生根瘤菌剂。1952年东北农业科学研究所及黑龙江省农业試驗場也制造了够几十万公頃（每公頃等于15市亩）土地用的大豆根瘤菌剂。至1953年东北区才大量生产大豆根瘤菌剂，供应东北区150万公頃的播种面积使用。近年来各大行政区农业科学研究所及农业試驗站也制造少量菌剂供应附近地区应用。另外还建立小型細菌肥料工厂，在这些小型工厂中除生产根瘤菌剂外，也生产其他細菌肥料，如固氮菌剂、磷細菌剂等。

我国目前采用大量培养根瘤菌的方法多是洋菜固体培养的方法。也有少数单位如湖南农业試驗場，采用土壤灭菌做为培养基，来培养綠肥根瘤菌；克山农业試驗場用液体搖瓶培养^②的方法。至于大型液体通气培养的方式还在試驗过程中，沒有正式投入生产。

固体培养的方法是将根瘤菌培养于克氏瓶中的固体培养基上。

① 液体深層培养就是将根瘤菌培养于液体培养基中，液体培养基常用豌豆、菜豆或禾本科植物煎煮汁，加适量的糖和磷、鉀鹽类做成的。在無菌条件、下通入無菌的空气，根瘤菌就在这种情况下生長繁殖。

② 液体搖瓶培养也是液体培养的一种，使用振蕩的方式增加培养瓶中培养液的空气。

培养基的成分:

甘露蜜醇(可用葡萄糖或紅糖代替)10 克^①

磷酸鉀 K_2HPO_4 0.5 克

硫酸鎂 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 克

氯化鈉 $NaCl$ 0.2 克

硫酸鈣 $CaSO_4$ 0.1 克

碳酸鈣 $CaCO_3$ 0.1 克

酵母浸出汁^② (可用米糠浸出汁代替)

100 毫升(1/100 濃度)

洋菜

15—18克

水

900 毫升

將培养基內各成分先溶于水中，并加洋菜熔融，然后灌入克氏瓶中，每瓶約 100 毫升。塞上棉栓，置加压釜（密封的鋼

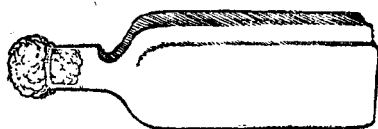


圖 3 克氏培养瓶。

鍋，受蒸汽压力）中經15磅压力30分鐘的灭菌。灭菌后將克氏瓶平置案上，冷却就成固体培养基（圖 3）。

未进行大量培养之前，需先培养一批种菌，然后在無菌的操作室(四周密閉的小房，室內用紫外光灯照射兩小时灭菌，或用 2/1000 升汞水或 5 % 石碳酸灭菌)內用灭菌过的特制的毛笔

① 克：国际通用的重量單位。1,000克等于我們常用的 2 市斤。每 1 市兩約等于 31.3 克。

② 酵母浸出汁制备方法：用 10 克干酵母加水 100 毫升蒸煮一小时，澄清后倒出上面的清液就是。