

大豆和大豆根瘤菌

張憲武、許光輝編著

中國科學院林業土壤研究所編輯

科學出版社出版

大豆和大豆根瘤菌

張憲武、許光輝編著

中國科學院林業土壤研究所編輯

科學出版社出版

1953年5月

本書內容提要

豆科植物，能吸收空中的氮素而行自身營養。空中氮素的固定作用，是由於土壤中微生物的活動的結果。這種微生物侵入到豆科植物根部組織中，形成根瘤，以其共生進行氮素的固定作用。根瘤菌有固定空中遊離氮素的功能，因此，在不施氮素肥料的土地上，豆科作物依然能良好的生長。豆科作物栽培地裏殘留的氮素很多，它能使土地變成肥沃，改良土壤，提高作物的產量。

本書內容就是介紹怎樣有效的利用根瘤菌進行人工接種，來增進土壤的肥力，提高作物的生產量。

由於著者等對於大豆根瘤菌已作多年的研究，所以本書除綜合地介紹了一些關於根瘤菌的一般知識，對大豆與大豆根瘤菌特作重點的介紹。書中對根瘤菌的分離培養方法，人工接種的效果及推廣應用的價值，都作了簡要的說明。其中有關理論方面的解說，尤多以蘇聯的先進米丘林生物科學觀點為依據。全文內尚包含有著者等實際研究結果的資料及插圖多幅，可供研究土壤肥科學、土壤微生物學、生物學和農業科學的學者，及推廣農業豐產技術的工作同志們的參考。

大豆和大豆根瘤菌

原著者	張 憲 武 許 光 輝
編輯者	中國科學院林業土壤研究所
出版者	科 學 出 版 社
	北 京 朝 陽 門 大 街 117 號
	北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號
印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠
總經售	新 華 書 店

1953 年 5 月第 一 版 書號：0 13 印張：2 8/27
1956 年 8 月第四次印刷 開本：787×1092 1/27
(京)5,351-9,355 字數：33,500

定價：(10) 0.38 元

目 錄

一. 大豆在我國農村經濟上的重要性·····	1
二. 大豆的形態、品種和含有的成分·····	3
三. 大豆在食用及工業上廣泛的用途·····	9
四. 豆科作物在草田輪作制中的特殊功用·····	13
五. 根瘤菌的發現和根瘤的形成·····	17
六. 根瘤菌的種類及其固氮的學說·····	22
七. 怎樣提高大豆的產量·····	27
八. 大豆根瘤菌的分離與培養·····	33
九. 大豆根瘤菌的形態、培養基上的性質和生理習性··	36
十. 大豆根瘤菌接種的效果·····	40
十一. 改善大豆根瘤菌活動力和有效性的條件·····	43
十二. 大豆根瘤菌素的製造和應用·····	49
十三. 如何保持和提高根瘤菌的活動性·····	53

大豆和大豆根瘤菌

一. 大豆在我國農村經濟上的重要性

大豆是我國的特產。遠在四千多年前我國就有了大豆。左傳上說：“周子有兄而無慧，不能辨菽麥。”孟子說：“后稷教民稼穡，樹藝五穀。”所謂五穀，即稻、黍、稷、麥、菽。而菽就是大豆。本草綱目中李時珍說：“豆菽皆莢穀之總稱也。”現在世界各國稱大豆為 соя Soja 或 Soya，就是從“菽”字翻譯過去的。后稷當是中國農業的始祖，與傳說上的帝堯同時；帝堯距今可能已經 4,270 多年了。由此可見大豆在我國栽培至少已經有 4,200 多年的歷史了。

大豆的原種也許是野生的踰豆，已無從考查。踰豆在古書記載名稱很多，有：落豆花、山黃豆、鹿藿等名。據說古時是當作祭祀貴品。遠在有史以前，其他豆類的子實遺物，在古代民族的古墳裏已經發現，追溯它的發源地，是在中國的東北。相傳大豆在紀元前七世紀就已經廣佈於東北，以後華北、朝鮮與日本也普遍栽培。歐美各國栽培大豆的歷史很短，直到十八世紀的末葉才開始種植。大豆是 1740 年傳到法國，而美國在 1854 年才開始栽培。但當時耕地的面積很小。1873 年，奧京維也納開萬國博覽會，我國的大豆產品也參加了展覽，從那時候起才開始引起世界各國的重視，並且都把它推廣成為各國很重要的經濟作物。

大豆在我國的栽培區域很廣，東北、華北、黃河下游、淮河流域

以及長江沿岸各省，都是主要的大豆產區。尤其是東北，土地廣闊，氣候適宜、土質肥沃、產量豐富。而大豆品質也比其他地區優良，豆粒勻正、肉堅、脂濃、乾燥潔淨、光澤奪目，因此東北的大豆是世界聞名的。

全世界每年大豆的產量，據統計平均約一千一百萬噸，我國全國每年大約生產大豆八百餘萬噸，佔全世界產量75%以上；而我國東北年產大豆平均約在四百萬噸以上，佔我國大豆產量的50%。日本帝國主義過去侵佔東北時，平均每年就要由東北搶走二百多萬噸大豆。就因為中國大豆的產量是居世界的首位，因此各國人民提到中國常會聯想到中國的大豆。

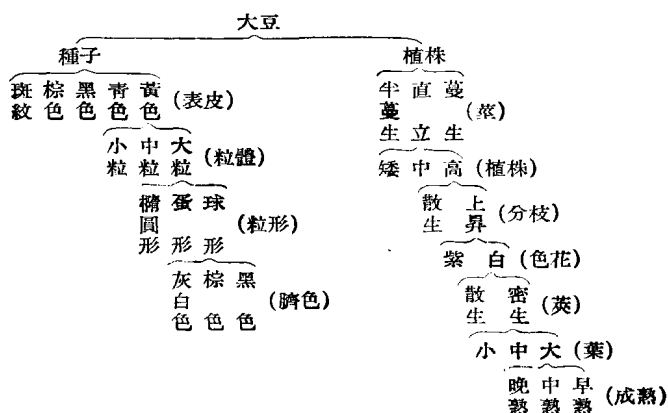
根據古書的記載，知道大豆向來就是我國勞動人民的主要糧食，戰國策裏面有一句話：“民之所食，大抵豆飯藿羹。”足見我國利用大豆已很久遠。後魏賈思勰撰之“齊民要術”記有作醬法，作豉法，作家理食豉法，“食經”也有記載作豉法，作大豆千歲苦酒法，作小豆千歲苦酒法等等，都是豆類加工製造的方法，本草綱目李時珍說：“大豆有黑、白、黃、褐、青、斑數色。黑者名‘烏豆’可入藥及充食作豉，黃者可作腐、榨油、造醬、餘但可作腐及炒食而已。”所以大豆在我國人民經濟生活中很早就佔有重要的地位。

大豆是一種主要的食糧，也是一種重要的工業原料。我國大豆用途約有50%作食糧，50%作工業原料，我國每年不但外銷大量的大豆，而且也輸出很多的大豆油和大豆粕，因此大豆又是我國對外貿易的主要輸出品。

二. 大豆的形態、品種和含有的成分

大豆(學名 *Glycine max* Merr.) 俗稱黃豆, 屬於豆科植物的蝶形亞科(Papilionaceae), 是一年生草本植物, 普通高一尺至數尺, 葉互生, 花自各葉腋間生出, 有花瓣 5 枚, 爲蝶形花冠, 花色爲淡紅色、紫色或白色, 有雌蕊 1 枚, 雄蕊 10 枚。雌雄蕊都包被在堅硬的龍骨瓣中。果實成莢, 灰色或黑色, 形狀扁平, 大小不一, 長約一寸許, 每一莢內含有種子 2 粒到 3 粒, 也有到 4, 5 粒的。子實橢圓形或扁圓形; 色澤、大小依品種不同而有區別, 自淡黃色、綠色、而至黑色, 也有二色同粒的。種子裏面沒有胚乳, 但兩片子葉特別肥大, 貯藏有多量的養分, 就是我們食用和榨油的部分。大豆根部有根瘤, 俗稱豆丹或土豆。根瘤大小, 形狀不一致, 豆根上根瘤越多, 收成一定也越好, 所以老鄉們常說: “土豆長的多, 豆子收成好。” 平常每株大豆能生四百多粒種子。

表1 大豆簡要分類表*



* 表中僅列一項爲代表, 其餘未列 各項大都相同。

我國各省都栽植大豆。由於地區不同，栽培年代已很久，大豆已經有幾百種的變種。僅東北一區已有二百多種品種，雖然都通稱大豆或黃豆，但它們的形狀，花的顏色，種子的形狀和顏色都不相同，由表 1 中可以看出大豆的品種變異複雜的情形。

東北地區著名的大豆品種約有下列幾種：

1. **滿倉金** 又名黃金四，東北農業科學研究所用黃寶珠(♀)與金元(♂)雜交育成，成熟期比黃寶珠約早兩個星期，花白色，子實中粒橢圓形，黃色，品質良好，含油量高，乾物中粗脂肪含量約 24%。多收，每畝產量約在 2,000 公斤左右，推廣地區為哈爾濱、佳木斯、綏化、牡丹江地區。適宜栽培於黑土、黑油砂土或少帶碱性的土壤。

2. **紫花四號** 克山農業試驗場選種，紫花。子實橢圓形小粒，黃白色。莢與子實顏色相同。品質良好，早熟，多收，每畝可產一千五百多公斤。黑龍江北部海倫、克山、敦化地區的黑土地帶適宜於栽培。

3. **福壽** 開原原種，稍晚熟，花紫色，毛茸白色，子實橢圓黃白色，莢色與子實同，品質良好，多收，每畝能產 2,400 多公斤，生育中蚜蟲危害很少，遼西省北部鐵嶺、法庫地區適於栽培。

4. **豐地黃** 東北農業科學研究所培育成，花白色，子實與莢都是黃色，中粒，近橢圓形，植株較矮小，收穫量與品質均良好，食心蟲害少，適宜栽培於長春、吉林、延吉地區。

5. **小金黃一號** 東北農業科學研究所由金黃系大豆培育成，為中熟種，花白色，子實橢圓形，中粒，黃色有光澤，莢淡褐色，富耐旱性，食心蟲害少，每畝約可收 2,200 公斤；白城子、洮南等乾燥地

區多栽植。

6. **金元一號** 東北農業科學研究所選種育成，中熟種，花白色，子實球形或近於橢圓形，黃色有光澤。臍淡褐色，質量、收量均好，抗旱，乾燥地帶的黑土或少帶碱性土質都適於栽培。開原、西豐地區及黑龍江白城、洮南一帶種的最多，每畝產量約在 2,000 公斤左右。

7. **滿地金** 東北農業科學研究所由黃寶珠(♀)與金元(♂)雜交育成。花白色，子實與臍均淡黃色，近橢圓形，收量與品質很好，適宜栽培於瀋陽地區。

8. **金元二號** 克山農業試驗場培育成，為早熟種，花白色，子實黃色，臍淡褐色，黑龍江省富裕地區多栽培，收穫量與品質都很好。

9. **西比瓦** 哈爾濱王兆屯農業試驗場培育成，為極早熟種，花紫色，子實小粒，球形黃色，有光澤，臍白色，良質多收，每畝產量約 1,600 多公斤，無霜期間短的地區，如海倫、克山、敦化及佳木斯以北一帶多栽培。

10. **克霜** 克山農業試驗場培育成，為極早熟品種，紫花，子實與臍均黃白色，黑龍江地區多栽培。

11. **紫花一號** 東北農業科學研究所培育成，為極早熟種，紫花，子實小粒，橢圓形，黃白色光澤較差，臍白色，海倫、克山、敦化及佳木斯以北地區栽培較多，每畝產量約 1,500 多公斤。

大豆種子含有豐富的養分，其中含有大量的碳水化合物、蛋白質與脂肪，因此，大豆為重要的食用植物。大豆富於植物性蛋白質，不但具有很高的營養價值，而且容易消化。豆油是我國人民主要的

食用油,含有多種維生素,如維生素甲、丁及戊。維生素甲、丁對動物生長不可缺少,而維生素戊是生殖上所必需。實驗證明豆油的營養價值實遠超於豬油之上,下面是 1949 年東北農業科學研究所對數種東北產大豆品種的子實所含成分的分析結果,以及大豆與其他食用動植物的成分的比較。

表 2 數種東北產大豆子實的化學成分*

品 種 名	風乾物的水分含量 (%)	風乾物化學成分 (%)			
		粗 脂 肪	粗蛋白質	糖 類	灰 分
黃 寶 珠	6.825	21.224	43.834	30.078	4.864
金 元 一 號	7.925	22.024	41.308	32.270	4.398
小金黃一號	7.650	22.566	42.384	30.487	4.603
小金黃二號	7.875	21.971	41.438	31.893	4.693
福 壽	6.952	19.587	44.600	31.172	4.641
豐 地 黃	7.150	19.973	41.722	33.432	4.873

表 3 大豆與他種食用植物成分比較**

類 種	粗蛋白質	可消化蛋白質	種 類	粗蛋白質	可消化蛋白質
大 豆	33.4	30.1	大 麥	10.1	8.0
粗 稻 米	8.6	7.7	玉 蜀 黍	9.5	7.6
粗 梗 米	9.6	8.6	蕎 麥	9.0	6.8
白 米	7.7	6.9	粟	11.8	8.9
小 麥	13.0	11.7	豌豆	22.4	20.2
蠶 豆	25.5	23.0	赤 小 豆	17.9	15.2

* 豆種已選粒。

** Wolf 氏的分析結果

表4 大豆與肉類成分比較

種 類	水 分	蛋 白 質	脂 肪	碳水化合物	礦 物 質
大 豆	9.92	38.06	17.80	12.06	4.44
牛 肉	52.50	16.16	17.50	—	0.90
羊 肉	51.20	15.20	15.00	—	0.80
豬 肉	66.5	18.90	13.00	—	1.00

大豆的植株、青株或乾稽都是家畜的良好飼料，與別種作物的飼料比較，最不同的是大豆植株中含氮物質、油分及礦物質極多。大豆植株各部所含營養物質百分率如下：

表5 大豆植株中所含的營養物質(%)

	青 株				乾 稽			
	莖	葉	莢	全株	莖	葉	莢	全株
總 含 量	25.45	40.18	34.37	100.00	26.87	41.35	31.78	100.00
水 分	18.62	29.38	25.98	73.98	—	—	—	—
氮 素 全 量	0.05	0.19	0.29	0.50	0.21	0.71	1.00	1.92
粗 蛋 白 質	0.34	1.15	1.63	3.12	1.29	4.43	6.24	11.96
含 氮 物 質	0.27	1.03	1.38	2.68	0.34	3.98	5.29	9.61
脂 肪	0.07	0.42	0.57	1.06	0.28	1.62	2.18	4.08
碳 水 化 合 物	2.19	2.39	2.34	6.92	8.29	9.25	8.98	26.52
無 氮 物	1.33	3.49	1.38	6.20	5.01	13.50	5.29	23.80
纖 維	2.81	1.91	1.87	6.62	10.81	7.39	7.48	25.68
灰 分	—	—	—	—	1.29	5.09	2.08	8.46

表 6 100 公斤重大豆乾株所含礦物質成分

	莖(公斤)	葉(公斤)	莢(公斤)	全部(公斤)
礦 物 質	26,90	41,35	31,75	100,00
灰	12,91	50,87	20,50	85,28
砂	0,07	1,46	0,12	1,65
磷 酸	1,24	1,58	3,33	6,15
硫 酸	2,24	2,61	1,71	6,56
鈣	3,33	18,39	2,47	24,19
鎂	1,91	5,40	2,16	9,47
鉀	2,13	4,01	7,45	13,59
鈉	0,20	0,07	0,89	1,16
氮	2,65	7,08	10,00	19,73

大豆蛋白的成分主要有以下數種：

1. 大豆素
2. 水晶豆素
3. 水化衍生素
4. 菜豆素

若以大豆所含全碳水化合物共佔 21,69% 為例,其各種成分如下：

1. 蔗糖 5,92%
2. 四糖類(地蘆糖) 3,50
3. 阿拉伯糖膠(生樹膠糖) 3,80
4. 分解乳糖膠 4,62
5. 粗纖維 3,85

大豆的脂肪由下列各酸組成：

- | | |
|---------|-------------------|
| 1. 硬脂酸 | $C_{18}H_{36}O_2$ |
| 2. 棕櫚酸 | $C_{16}H_{32}O_2$ |
| 3. 亞麻仁酸 | $C_{18}H_{32}O_2$ |

灰分中以鉀為最多，磷酸次之，氧化鎂、氧化鈣、硫、氯及鐵更次之。其他物質，已證明可以在大豆中獲得的有：

- | | |
|---------------|----------------------|
| 1. 卵磷酯 | $C_{44}H_{90}NPO_8$ |
| 2. 膽鹼 | $C_8H_{15}NO_2$ |
| 3. 六羥六甲烯基六磷酸酯 | $C_6H_{18}P_6O_{24}$ |

三. 大豆在食用及工業上廣泛的用途

大豆的用途很廣，除了本身可以食用外，還可用以製造豆乳、豆腐、豆腐皮、豆腐乾、油豆腐、凍豆腐及腐乳等。由大豆製成的豆乳，養分豐富，不次於牛乳。如把豆乳與牛乳的養分作一比較，就可看出豆乳及牛乳兩者的成分相去不遠，而豆乳價格較牛乳低廉，因此可以作為牛乳的代用品。

表7 豆乳與牛乳的成分(%)

	水分	粗蛋白質	粗脂肪	糖類	灰分
牛乳	86.08	4.00	3.05	5.00	0.70
豆乳	89.35	3.16	3.10	3.03	0.45

豆乳微呈酸性，加酸或數種無機鹽類，都能使它凝固，和牛乳

極相似，若加溫後，表面的蛋白質及脂肪即凝結成豆油皮。但豆乳含糖分少，而且有不快感的豆臭，所以不如牛乳受人歡迎。其他如豆油皮、豆腐皮、豆腐乾等等，都是優良的滋補食品，味美可口。大豆又可以製造醬油、豆粉等，還可以作為家畜的飼料。

豆油是從大豆種子中榨取出來的。中國明代崇禎年間(1628—1644)，關於大豆榨油方法，已經有詳細記載，但過去大豆油多為食用或燈用。大豆油含有多量的脂肪，而且還含有動物生長及生殖所必需的維生素甲、丁及戊。因此它的營養價值很高。豆油是半乾性植物油，與各種動物油脂混合，可以製成牛脂代用品、乳酪代用品等，在製糖業中也常用豆油、椰子油等製造巧克力糖，其味與可可完全相似。

大豆油在現代工業上已經成為重要的工業原料。它不僅可供燈用、烹飪用，而且可以應用於機械動力與工藝製造上。豆油可以製成氧化豆油，以代替礦物質的石油潤滑油，它的着火點及黏滯性遠超過美國所定的潤滑油標準。氧化豆油的引火點在 500°F 以上，而黏滯性在 100°F 時為 860 秒 (Saybolt)，所以可用以代替普通潤滑油。大豆油在工藝製造上可與桐油及胡麻油摻合製造塗料。以大豆油合成的塗料富有韌性，能增強漆膜，因此適合於戶外油漆。大豆油又作為製造人造汽油、火藥、肥皂、電木、電玉等原料，而且它還可以與酒精等合成製造人造橡膠。由此可見大豆油的用途在工業上是非常廣闊。

由壓榨或溶提豆油時所剩的豆粕，在中國很早便用作肥料與飼料。大豆粕中含肥料三要素很豐富，氮的含量是 6.95%，磷酸的含量是 0.70%，鉀的含量是 2.40%。此外還含有多量的有機質，

其含量為 8.34%。大豆粕作為肥料應用的價值，不僅直接供給植物的營養，而且因為有機質在土中的分解作用，發生二氧化碳及腐植質，有改良土性的功效，間接有益於植物的生長。因為腐植質使重黏土膨軟輕鬆，幫助過量水分的排除、空氣的流通，又可使砂土增加膠質，促進水分的吸收，肥分的保持。

大豆粕富於營養價值，其中含蛋白質 43.0%，脂肪 7.1%，粗纖維及碳水化合物 36.5%。據前北京大學農學院的試驗，豆粕所含的蛋白質在飼養白鼠時，其營養價值超過牛肉或豬肉的蛋白質。所以大豆粕用作家畜、家禽的飼料都非常適宜。

蘇聯農業專家盧森科同志曾經指出：中國對於用豆粕作肥料是一種極大的浪費，他說：“在蘇聯豆粕是被禁止直接用作肥料的。因為如果用豆粕餵豬，豬糞的含氮量比豆粕好，並且可以多產許多豬肉。一頭豬一年約吃 500 斤豆粕，能產 2 噸糞便。豆粕的含氮量為 6—7%，豬糞的含氮量是 2—3%。500 斤豆粕只含氮肥 35 斤，如以 500 斤豆粕餵豬所得 2 噸（4,000 斤）豬糞，却含氮 120 斤。因此用豆粕作基肥比餵豬是不合算得多。”

大豆粕除了可以作家畜家禽的飼料，也可作人類的食料。大豆粕已被大量地應用於啤酒釀造，大豆粉、醬油及豆醬的製造。

大豆粕不僅在肥料、飼料、食品上廣泛利用，目前在工業上的用途也非常的廣。乾酪工業是近代形成的重要工業之一，過去的原料完全是用牛乳，而今天逐漸的以價值低廉的豆粕來代替，因為大豆中所含的大豆素是一種與牛乳中所含的乾酪素極相類似的蛋白質。所以大豆素通常也稱為植物性乾酪素，它具有滋養、耐潮、粘合種種特性，正和乾酪素一樣在纖維素代用品、可塑體、乾酪膠及造

紙各種工業上都是重要的原料。

由植物性乾酪素製成的可塑體，其耐火、強韌的特性，及挫轉磨鑿而製成的美觀光滑器皿的性質，較纖維素及其他樹膠更出色，也是電木的最好代用品。

大豆粕又是乾酪膠的重要原料，乾酪膠在今日的用途很廣，是木材、玻璃、石器良好的膠接劑，廣汎應用於航空、汽車器材的製造、膠合板工業等。

由大豆粕製成的蛋白羊毛是近年來一種新興的工業。大豆粕的蛋白製成的羊毛品質優良，其製成的毛線柔軟與天然的羊毛線可以比擬。蛋白羊毛的主要缺點為其強度較差，這一點隨着科學技術的進步是可以改善的。

大豆粕除了上述的許多用途外，最近又用作救火化合物的原料。這種救火物稱為浮沫，通常多在軍艦及其他船隻失火時急救用。另外，大豆粕也是味精的原料。由大豆粕所製成的味精，和應用麵粉或麵筋所製成的是完全一樣。

隨着科學的進步，大豆應用範圍也日益廣大。今天，在醫藥上應用大豆乾酪素，可以製備軟膏，敷貼傷口。大豆粕蛋白質中含磷特多，所以可製滋補藥劑，市上出賣的營養乳素，及原生酪素，都是用大豆粕製成的乾酪來配製成的。此外，大豆粕製成的乾酪素，又可用於瓶口的封塞，酒類的精製，照相片的製造及紡織工業等。

大豆的植株含有豐富的含氮物質，油分及礦物質，是一種良好的牧草，可以作為家畜的飼料。如果把大豆青刈，掩入土內作為綠肥，可以增加土壤腐植質，提高土地的肥力，對作物的生長有很好的作用。

表8 大豆的用途

