

张 洁 费砚良 刘金鉴 等 编著



新经济作物——瓜尔豆



科学出版社

新经济作物—瓜尔豆

张 洁 费砚良 刘金鉴 等 编著

科 学 出 版 社

1987

内 容 简 介

瓜尔豆是近数十年发展起来并在我国引种成功的重要经济作物。它兼有蔬菜、饲料、工业原料等多种用途。

本书结合科学研究,搜集了各地区生产经验和世界重要文献,对瓜尔豆的起源、分布、生产概况、生物学特性、繁殖栽培、病虫害防治、瓜胶特性和应用等方面作了较详细的介绍。并附有田间记载标准及种子检验。

本书内容丰富,文字通俗易懂。可供生产、教学、科研部门的干部和大专院校农牧、生物专业的师生参考。

新经济作物——瓜尔豆

张 洁 费砚良 刘金鉴 等 编著

责任编辑 王龙华 童瑞平

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987年8月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1987年8月第一次印刷 印张: 4 1/2

印数: 0001—1,660, 字数: 98,000

统一书号: 13031·3590

本社书号: 4088·13—12

定 价: 0.88元

前 言

瓜尔豆(*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.)为蝶形花科瓜尔豆属的一年生草本植物。这种植物在十九世纪以前只是在印度和巴基斯坦等少数国家作为蔬菜、饲料和绿肥作物大量栽培。二十世纪以来,有十多个国家先后引种。第二次世界大战期间,由于美国从地中海地区进口的工业用胶原料——长角豆(*Ceratonia siliqua* L.)种子被封锁,价格上涨,长角豆胶不能满足工业需要,才开始寻找代用品并研究瓜尔豆作为工业用胶原料,首先是麦凯维伊(Mckelvey, 1947)等学者确认这种植物具有许多潜在工业用途。惠斯特(Whister, 1948)等对瓜尔豆种子的理化性质做了详细的研究,随着现代化学和技术的发展,经过多次实验和大量的研究工作,并在扩大应用的基础上,瓜尔豆逐步发展成为现代工业用胶的重要原料。瓜胶最先用于造纸工业,然后在纺织、食品等方面相继应用,1952年开始,用作石油水基压裂液原料以提高石油产量。

在石油化工部和中国科学院等有关部门的努力下,1974年春,瓜尔豆作为工业用胶原料植物从国外引种。开始在北京和云南试种,逐步扩大至湖南、广东、四川、湖北和广西等十六个省、自治区和直辖市的近500个试种点进行试验。大多数获得成功。云南省引种数量最多,他们将引种成功的瓜尔豆加工胶粉后于1975年首次在胜利油田进行压裂试验,获得石油显著增产。瓜尔豆的其他经济效用,也已取得良好的结果。总之,瓜尔豆具有非常广阔的发展前途,需扩大研究、推广和利用。

引种成功瓜尔豆并在生产实践中发展这一成果,必然会

对我国的工农业生产有积极的作用；瓜尔豆引种成功，也丰富了我国栽培植物种类，为栽培植物起源、物种形成和生物进化提供理论依据。

本书第一、二、三、十章及六、八、九章的部分内容和附录由张洁编写；第四、五、七、八章由费砚良和刘金鉴编写；第六章由程美仁编写；第九章由徐本美编写。书中插图分别由许梅娟、游光琳和赵淑琦三同志描绘。稿成后，承吴应祥先生审阅。本书因集体编写，章节内容不够平衡。又因受实践和理论水平限制，书中疏漏和错误一定很多，希望读者批评指正。

目 录

前 言

一、瓜尔豆的起源和地理分布.....	1
(一)起源.....	1
(二)地理分布.....	2
(三)主要分布区的气候.....	2
(四)在我国区域适应性.....	4
二、瓜尔豆的引种栽培.....	10
(一)历史.....	10
(二)生产发展概况.....	11
(三)在我国引种栽培.....	16
三、瓜尔豆的分类和品种.....	20
(一)植物学分类沿革.....	20
(二)种的外部形态特征.....	2
(三)类型和品种.....	24
四、生物学特性及对环境条件的要求.....	31
(一)生物学特性.....	31
(二)对环境条件的要求.....	36
(三)物候期.....	48
五、栽培管理技术.....	52
(一)选地与整地.....	52
(二)播种育苗.....	54
(三)灌水与排水.....	62
(四)施肥与根瘤菌.....	63
(五)间苗、定苗与中耕除草.....	67
(六)整枝摘心.....	69
(七)间作、套种和轮栽.....	70
(八)收获.....	72

六、病虫害的防治·····	74
(一)病害·····	74
(二)虫害·····	89
七、良种选育·····	92
(一)良种选育的意义·····	92
(二)选育的途径·····	93
八、瓜尔豆的综合利用·····	98
(一)蔬菜作物·····	98
(二)饲料作物·····	99
(三)绿肥作物·····	100
(四)其它·····	102
九、瓜胶·····	104
(一)加工原理和方法·····	104
(二)瓜胶粉的一般理化特性·····	106
(三)瓜胶粉的改性问题·····	111
(四)瓜胶粉的应用·····	113
十、今后展望·····	126
附录:田间记载标准及种子检验·····	128
(一)物候期记载·····	128
(二)形态特征考查·····	129
(三)生育动态考查·····	130
(四)经济性状考查·····	131
(五)特性鉴定·····	132
(六)病虫害调查·····	133
(七)种子检验·····	134

一、瓜尔豆的起源和地理分布

(一)起 源

关于瓜尔豆的起源问题，有几种说法，可归纳为起源于亚洲热带和非洲热带两种，但都缺乏充分证据，迄今没有一致的结论。瓦维洛夫(Вавилов, 1930)研究指出，瓜尔豆的地理分布中心是印度。萨布霍伊(Sarbhoj, 1977)报道，阿富汗是瓜尔豆的产地，印度的瓜尔豆可能是从阿富汗引入的。这些说法都确认亚洲热带是瓜尔豆的起源中心。根据近代的资料指出，在印度，海边沙丘和干涸河床，到处都可以看到瓜尔豆的半野生类型，但在荒野和印巴次大陆的任何旧石器时代遗址，都没有发现过瓜尔豆的野生种，文献中也没有报道过瓜尔豆的近缘种，这些事实，就不能有力地证明瓜尔豆起源于亚洲的可靠性。谢瓦利奥(Chevalion, 1939)认为，塞内加尔瓜尔豆可能是瓜尔豆的原始种。吉莱特(Gillette, 1958)也指出，非洲热带可能是瓜尔豆的起源中心，因为在那里发现了野生种。谢莫维奇(Т. Химович, 1972)又进一步论证了这一假说，认为在第九到十三世纪时，印度和阿拉伯之间贸易的发展，印度沿海地区，每年需要从阿拉伯进口大量的马，当时，运输马的交通工具是船，塞内加尔瓜尔豆被作为马的饲料从阿拉伯带到印度。印巴次大陆西部干旱地区的气候土壤条件很适合瓜尔豆繁衍生长，经过长期栽培选择，获得栽培基因，逐步驯化为现今的瓜尔豆。较多的学

者支持这一见解，确认非洲热带是瓜尔豆的起源中心。

(二) 地理分布

瓜尔豆地理分布区的形成与其系统发育过程对气候土壤条件的适应范围有关，同时也受人类活动的影响。

如果塞内加尔瓜尔豆是瓜尔豆原始野生类型这一论点能成立的话，那么可以推测，瓜尔豆的最初分布中心是非洲撒哈拉沙漠的西南部，塞内加尔河流域一带，经过阿拉伯商人的传布，带到印度，在印巴毗连的坦尔沙漠边缘繁衍，大约在十九世纪前后，瓜尔豆已占据坦尔沙漠周围的边缘地区。随着农业和文化的发展，各国之间贸易往来，文化交流，二十世纪以来，瓜尔豆已引种到缅甸、巴勒斯坦、马来西亚、斯里兰卡、孟加拉、泰国、越南、老挝、柬埔寨、苏丹、尼日利亚、巴西、刚果、澳大利亚和美国等，其分布地区不断扩大(图1-1)。由于瓜尔豆的经济价值，它的分布范围，随着时间和空间的转移，将会远远突破其原来的地理区域。

(三) 主要分布区的气候

瓜尔豆原产地和分布区大部分属于热带气候、热带草原和热带沙漠气候，因而瓜尔豆最适应于半干旱稀树草原的干热气候。瓜尔豆在印度、巴基斯坦和美国的部分地区已形成了历史最久、面积最大的分布区域，这些地区的主要气候特点如下：

印度，沿着坦尔沙漠周围的拉贾斯坦邦、古吉拉特邦、哈里亚那邦和奥里萨邦等地。地理位置约在 $18-30^{\circ}\text{N}$ ；年平均气温 $25-28^{\circ}\text{C}$ ；年降水量 $600-700$ 毫米，这个地区已形

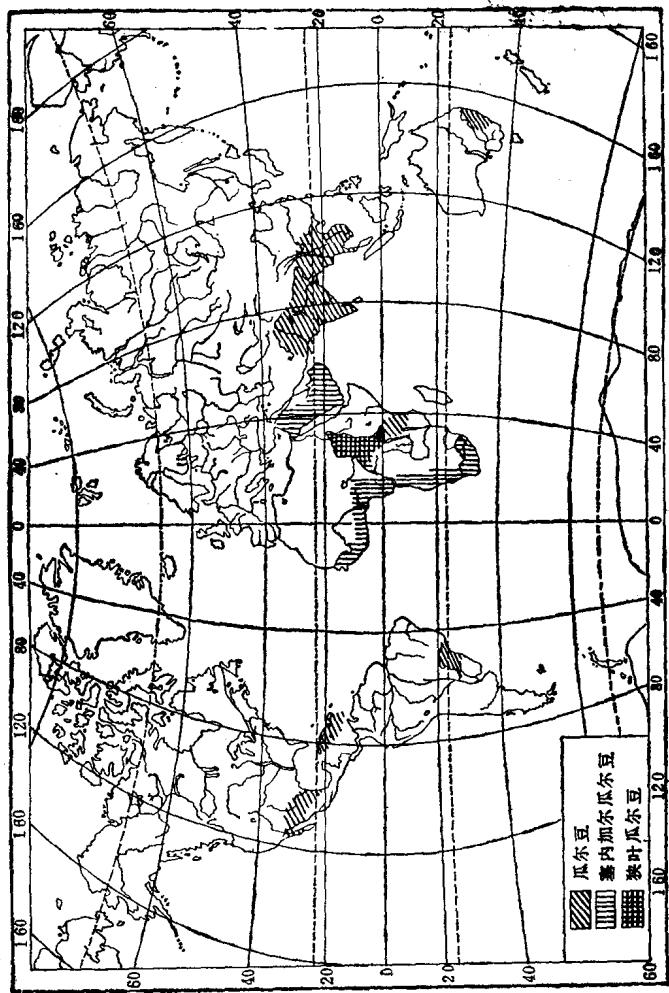


图 1-1 瓜尔豆属植物分布示意图

成栽培中心。

约位于 $24-33^{\circ}\text{N}$ 的巴基斯坦旁遮普省、信德省、拉哈尔和莱阿普尔等地区，均有较大面积栽培。这些地区的年平均气温为 $24-26^{\circ}\text{C}$ ；年降水量 $200-500$ 毫米。

美国的主要分布区在西南部，约位于 $29-33^{\circ}\text{N}$ ，年平均气温 $20-23^{\circ}\text{C}$ ；年降水量 $100-900$ 毫米，包括得克萨斯州、俄克拉何马州和亚利桑那州等地。

(四) 在我国 的区域适应性

几年来，在我国不同气候类型地区引种的实践表明，瓜尔豆喜热耐旱，对日照敏感的遗传特性，限制了它的区域适应性范围。试种情况可分为两大类：

第一类地区约位于 $19-32^{\circ}\text{N}$ 。年平均气温 $15-25^{\circ}\text{C}$ ；年降水量 $900-1500$ 毫米。包括云南省的元谋、元江、宾川、蒙自、勐腊和景洪等地；广东省的东方、遂溪等地；湖南省的祁东、祁阳、常宁等地；四川省的渡口、西昌地区；贵州省的正安；福建省的厦门、龙溪、长乐等地；广西自治区的南宁；江西省的庐山；湖北省的随县、房县等地；江苏省的南景以及上海等市县约500个试种点。在这些地区中，由于日照、雨量和气候不同，瓜尔豆的引种效果也不很一致。一般说来，在上述地区均能生长发育，开花结荚良好。但从技术经济效果考虑，每年能种植两次，获得优质高产，适用于胶用种子的地区，也就是说，可以大面积生产发展的地区，大致都在年平均气温 $18-24^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 1000 毫米左右的局部平原、干热河谷和小盆地气候，如云南省的元谋、元江坝；广东省的东方、乐东、遂溪等地；四川省的渡口市、会理等地(图1-2)。据云南省热带植物研究所试验报道，云

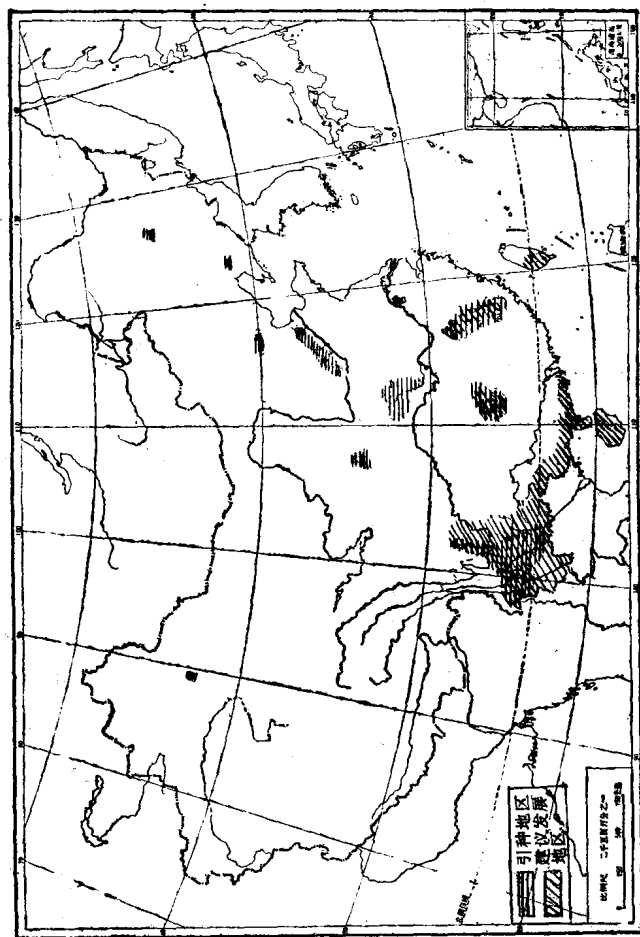


图 1-2 瓜尔豆引种区和设议发展地区

南省各地区影响栽培效果的主要因素是气温和降水量，他们将两者之间的相关性提出水热系数公式：

$$K_n = \frac{R}{T + 20}$$

以地区水热系数作为瓜尔豆适生类型的指

标之一。K = 水热系数值，R = 年降水量，n = 平均气温范围，T = 年平均气温。

根据各地区气候和地区水热系数值，将云南省瓜尔豆适生区划为四类：（1）干热良好生长区，该区的年平均气温 $> 21^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 < 800 毫米，地区水热系数 $K < 21 = 14 - 19$ 。包括元谋、元江、潞江坝等地，常年气温较高，降水量适中，是瓜尔豆栽培的较好地区；（2）干亚热夏作适生区，该区的年平均气温 $< 21^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 < 800 毫米， $K < 21 = 14 - 19$ 。包括宾川、南涧等地，该区全年 $> 20^{\circ}\text{C}$ 时间约有半年，适于夏作，种子品质较好；（3）湿亚热夏作适生区，年平均气温 $< 21^{\circ}\text{C}$ ；年降水量 $800 - 1,000$ 毫米， $K > 21 = 20 - 26$ 。包括开远、蒙自等地，只限于夏作；（4）湿热秋作适生区，年平均气温 $> 21^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 $> 1,000$ 毫米， $K > 21 = 27 - 40$ 。包括勐腊、景洪等地，适于秋作。以同样的水热系数公式，还可以求得瓜尔豆生育期水热系数值，求得各地全年中最适宜的种植季节，为生产栽培提供参考依据。

在 $19 - 32^{\circ}\text{N}$ 的同一纬度梯级内，年平均气温 $< 18^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 $> 1,200$ 毫米地区，包括湖北的房县，江西的庐山，江苏的南京以及上海市等地，这些地区每年只能种植一次，而且要适时播种，使收期处于晴朗少雨季节，以获得优质种子，如果收获时雨日多，不仅影响产量，由于豆荚霉烂变黑，种子制胶质量也会显著降低。

从这类地区一些瓜尔豆适生的代表性气候，如元谋、东

方、祁东等地区的年平均气温、年降水量和相对湿度(图1-3)分析,瓜尔豆生育期适宜的温度为 $20-26^{\circ}\text{C}$,降水量150—300毫米,相对湿度为70%左右的干热季节。如果降水量的地区分布和季节分配不均匀而影响瓜尔豆的生长发育时,进行适时灌溉是非常必要的。

第二类地区约位于 $33-45^{\circ}\text{N}$,年平均气温 $3.3-15^{\circ}\text{C}$ 年降水量22—750毫米。包括安徽省的宿县;山东省的禹城、惠民;陕西省的咸阳;河南省的南阳、鹤壁;辽宁省的沈阳;黑龙江省的哈尔滨;新疆维吾尔自治区的吐鲁番;北京市及其郊区县等近三十个试种点。这些地区气温较低,降水量少,生长季节每日日照时数大多超过13.5小时。瓜尔豆在这些地区能够生长,但植株由营养生长转入生殖生长时,缺乏适当的暗期积累,不能满足瓜尔豆短日照诱导,影响花芽分化和正常开花,又因这类地区的无霜期短,形成的荚果大多数未能成熟而受到早霜危害,收获的种子成熟度很差并有许多霉黑。新疆维吾尔自治区的吐鲁番,从1975年开始将少量成熟的种子连续播种试验,种子的成熟率不断提高,可达到90%左右,折合亩产150斤。从气候因子分析,吐鲁番的辐射状况良好,日照丰富,全年的日照时数为3,122.2,相对日照70%;热力资源也比同纬度其他地区丰富,而且吐鲁番夏季三个月的平均气温都在 30°C 以上,气温的年较差和日较差都比较大,气温日振幅平均在 $10-15^{\circ}\text{C}$ 之间,白天温度很高,可以加强植物的同化作用,有利于积累养分,晚上温度低,呼吸作用削弱,减少养分的耗损,对植物生长有利。吐鲁番降水量少,相对湿度低,但可以用高山积雪灌溉。因此认为,如能在当地选育出适宜的品种,在这个地区发展瓜尔豆是很有前途的,并且可以成为栽培中心。北京植物园的引种栽培试验也获得了类似的结果。哈尔滨1979年从西双版纳植物园引种

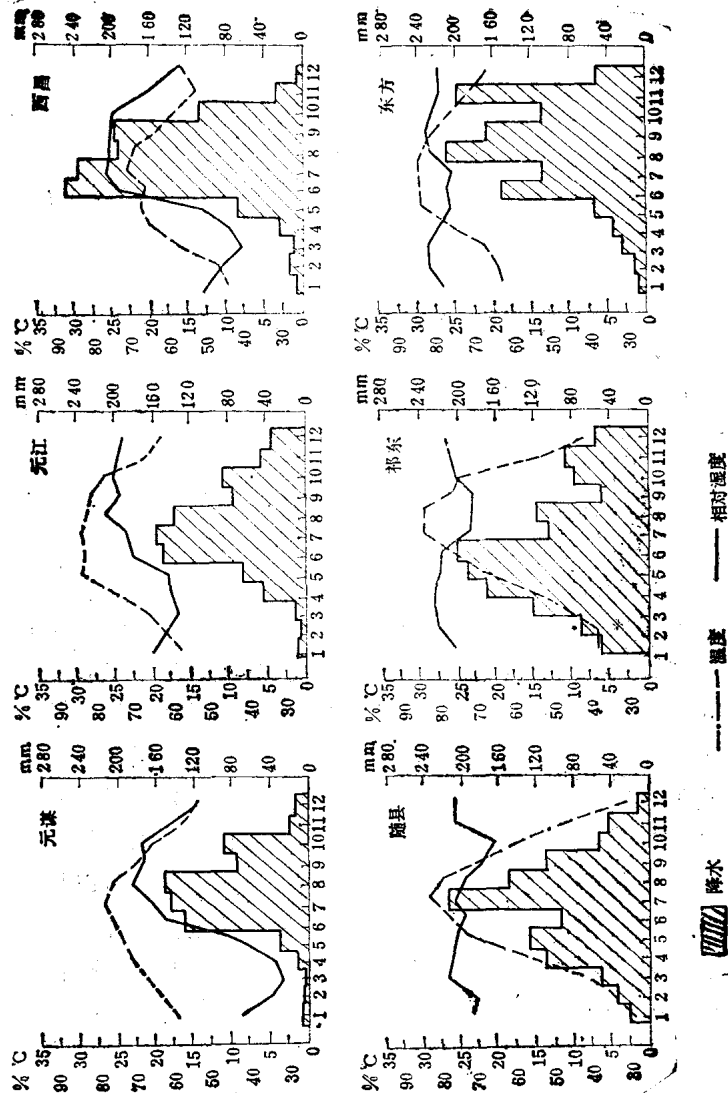


图 1-3 六个试种地区气温、降水量及相对湿度年变程

瓜尔豆种子，试种成功，其中15平方米面积用短日照处理的试验，获得种子386克，每株平均3克。这些实例说明，经过实生选种，是可以扩大瓜尔豆的种植区域。

二、瓜尔豆的引种栽培

(一) 历史

瓜尔豆的栽培历史很难推测，可以确定的是至少在印度和阿拉伯之间的贸易发展以后。根据罗克斯伯格(Roxburgh, 1814)报道，瓜尔豆于1797年首次引入加尔各答植物园种植，有的文献记载，印度、巴基斯坦和阿富汗已种植了好几个世纪。现今从印度半岛西部到喜马拉雅山麓的亚洲热带大部分地区都有栽培。

非洲一些国家引种栽培较晚，目前以坦桑尼亚种植面积最大，澳大利亚也是在本世纪初开始引种，栽培面积不大，多数限于农业方面的应用。

瓜尔豆开始引种主要作为蔬菜，在宅旁花园种植，逐步发展为饲料和绿肥作物，也用作覆盖植物给生姜遮荫。近三十年，印度和巴基斯坦才发展为种子生产作为工业用胶原料，供应国内和出口需要。

美国于1903年由农业部从印度的苏拉特(Surat)国家农场首次引入，并在加利福尼亚的契科(Chico)植物园内种植。在近八十年的历史中，美国先后从印度、斯里兰卡、巴勒斯坦、巴基斯坦、澳大利亚、巴西、缅甸、塞内加尔、南非、刚果和苏丹等十多个国家的五十多个地区引入瓜尔豆种子两百多号，包含了极广泛的种质资源和多样化的基因型。美国引种瓜尔豆可分三个时期：