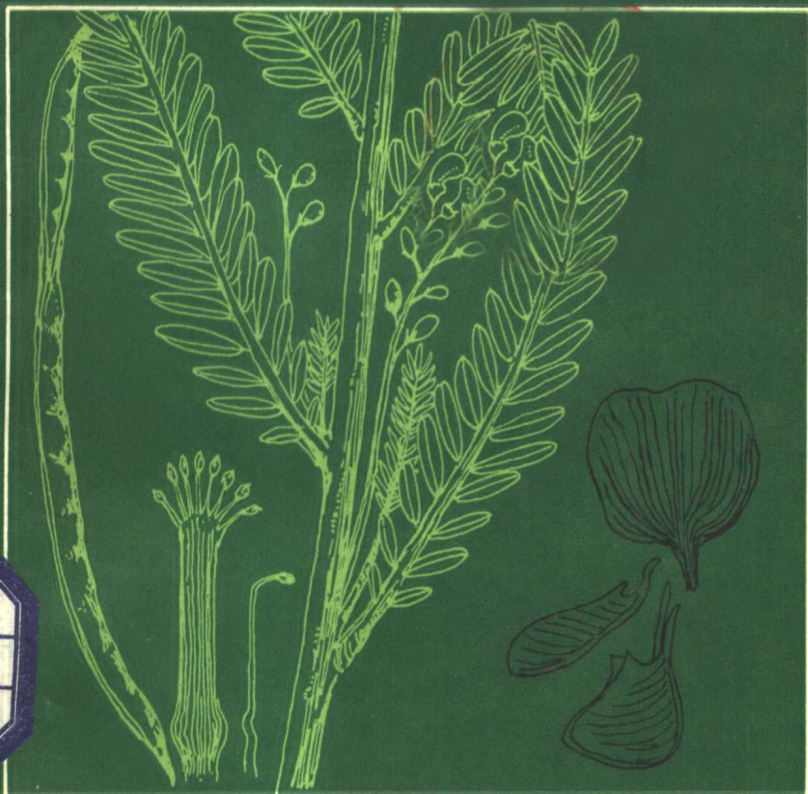


田菁胶及其应用

王宗训 黄启华 编著
李欣 华瑾



科学出版社

田菁胶及其应用

王宗训 黄启华 编著
李欣 华瑾

科学出版社

1982

内 容 简 介

田菁胶是从田菁的种子加工提取的，我国有丰富的原料来源。本书着重论述了田菁胶的来源、田菁胶的化学和田菁胶的利用各方面的基础知识。田菁胶在石油、矿冶、炸药、造纸、纺织等多方面的应用都有专门介绍。本书可供具有中等文化程度的广大工人、农民、科技人员和有关专业的师生参考。

田菁胶及其应用

王宗训 黄启华 编著

李欣华 译

责任编辑 王龙华

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街127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

1982年11月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1982年11月第一次印刷 印张：3 5/8

印数：0001—1,100 字数：77,000

统一书号：13031·2114

本社书号：2885·13—8

定价：0.48元

序 言

半乳甘露聚糖类型的植物胶，在国外已有七十年以上的研究利用历史。起初是长角豆胶，到了四十年代以后瓜尔豆胶（以下简称瓜胶）取代了长角豆胶，在研究和利用上占了绝对的优势。据1975年统计，世界半乳甘露聚糖胶的商品销售量已达49,500吨。用于石油、矿冶、炸药、造纸、纺织、建筑、涂料、化妆品、医药、食品、农药等数十种工业。各个国家登记的有关半乳甘露聚糖胶的专利已有数百项，目前每年仍在不断增加。

我国生产和利用半乳甘露聚糖胶都较晚，可以说自发现皂角、槐豆及田菁胶以来才算有了批量的生产和利用。经研究，田菁胶的化学组成、分子结构和理化性能都与国外产的瓜胶相近，仅分子量稍低。经在石油、矿冶、炸药等工业中试用，也充分证明国产的田菁胶可代替国外产的瓜胶在工业中应用。因此，根据国外对瓜胶的应用情况来看，田菁胶还应在我国更多更多的工业中加以利用。而且我国田菁胶的原料资源十分丰富，目前已利用的还不到若干分之一。必须大力推广普及，增加生产，扩大利用，使我国丰富的田菁胶资源对“四化”建设发挥更大的作用。这就是编写本书的目的。

田菁胶的研究和发现以及在几种工业上应用的试验，是中国科学院植物研究所与几个协作单位共同进行的。参加研究试验的协作单位有：上海土产公司、胜利油田科研所、北京矿冶研究院、本钢钢铁研究所、南芬露天铁矿、北京有色金属研究院、金川有色金属公司等单位。中国科学院植物研

究所参加此项工作的除作者四人外，还有吴承顺、戴伦凯、冯廉彬、苑明娟、单雪琴、冯永华、高文淑、张国文、石皖阳、卢馥荪等同志。

本工作的研究试验结果，大部分已写成论文分别发表在有关刊物上，但本书中还包括了一部分未发表的研究试验结果。

本书整理汇编了历次有关田菁胶的研究试验结果，在第一章田菁胶的来源中还根据国内外文献补充了部分有关田菁的分类、分布和栽培的材料。在第二章田菁胶的化学和第三章田菁胶的利用两章中，还部分采用了国外有关瓜胶化学和利用的材料。

本书第一章是由李欣同志执笔的，第二章是由黄启华、华瑾同志执笔的，第三章是由王宗训同志执笔的。全书的统稿工作是由王宗训同志担任的。

由于本书牵涉到的知识领域很广，作者水平有限，错误之处在所难免，诚恳希望读者提出批评指正。

目 录

序 言

第一章 田菁胶的来源

第一节 田菁在我国栽培的历史与分布 (1)

第二节 田菁的生物学特性 (8)

(一) 对日照的要求 (8)

(二) 对温度的要求 (4)

(三) 对水分的要求与耐涝特性 (4)

(四) 对土壤的要求与抗盐耐瘠特性 (5)

(五) 物候期与开花结果习性 (5)

第三节 田菁的栽培技术 (6)

(一) 大田耕作法 (6)

(二) 零散土地及荒山种植田菁 (8)

第四节 田菁胶的加工 (9)

(一) 干法加工 (9)

(二) 湿法加工 (11)

第五节 田菁的综合利用 (12)

(一) 茎秆 (12)

(二) 韧皮纤维 (13)

(三) 种子提胶后的副料 (13)

第六节 国产其他含半乳甘露聚糖胶的植物 (14)

第二章 田菁胶的化学

第一节 田菁胶的提纯 (20)

第二节 田菁胶的化学组成 (20)

第三节 田菁胶单糖组成的定性 (21)

(一) 多糖的水解 (23)

(二) 总糖含量测定 (23)

(三) 田菁胶组成单糖的定性	(24)
(四) 田菁胶中半乳糖和甘露糖的配比	(24)
第四节 田菁胶的化学结构	(26)
(一) 甲基化胶的制备	(27)
(二) 甲基化多糖的水解	(28)
(三) 甲基化单糖的分离鉴定	(29)
第五节 田菁胶的主要性能	(34)
(一) 水溶性	(34)
(二) 粘度	(34)
(三) 交联性能	(39)
(四) 耐盐性能	(40)
(五) 絮凝和沉降性能	(41)
第六节 田菁胶的分子量	(41)
(一) 渗透法	(43)
(二) 粘度法	(44)
(三) 超速离心沉降法	(45)
(四) 凝胶过滤法和光散射法	(53)
第七节 田菁胶的化学改性及其性能和应用	(54)
(一) 反应原理及其合成工艺	(54)
(二) 合成工艺条件的选择与讨论	(57)
(三) 羧甲基钠盐田菁胶的性能及其应用	(60)
(四) 改性田菁胶成品的分析和测定	(63)
第三章 田菁胶的利用	
第一节 田菁胶利用的历史	(67)
第二节 在石油工业中的应用	(69)
(一) 水基压裂液	(69)
(二) 钻井液体	(75)
(三) 井下临时封闭和堵塞剂	(77)
第三节 在浆状炸药中的应用	(78)
第四节 在选矿中的应用	(80)
(一) 用于镍矿	(80)

(二)	用于镍铜矿	(82)
(三)	用于钾矿	(83)
(四)	用于金矿	(86)
(五)	用于铀矿	(86)
第五节	在造纸工业中的应用	(87)
(一)	在槽法上胶中的应用	(87)
(二)	在制作重袋用牛皮纸中的应用	(92)
(三)	在上质纸制造中的应用	(93)
(四)	作为提高纸张湿强度的添加剂	(97)
(五)	用于提高照相纸的湿强度	(97)
第六节	在其他工业中的应用	(97)
(一)	在纺织工业中的应用	(97)
(二)	在涂料中的应用	(98)
(三)	在烟草工业中的应用	(98)
(四)	在森林灭火剂中的应用	(99)
(五)	在铸造砂泥脱水中的应用	(99)
(六)	在澄清浊水中的应用	(100)
(七)	在建筑工业中的应用	(100)
(八)	在化妆品中的应用	(101)
(九)	在农药中的应用	(101)
(十)	作为减少流体摩擦阻力的药剂	(101)
第七节	田菁胶利用的展望和存在的问题	(101)

第一章 田菁胶的来源

田菁胶是半乳甘露聚糖类型的植物胶，是从田菁种子中提取的。因此，必须首先对田菁有所了解。

第一节 田菁在我国栽培的历史与分布

田菁为豆科田菁属 (*Sesbania* Scop) 植物。本属植物根据文献记载我国有五种。即：田菁 (*S. cannabina* Pers.)、刺田菁 (*S. aculeata* Poir)、埃及田菁 (*S. aegyptiaca* Pers.)、沼生田菁 (*S. paludosa* Prain.) 和大花田菁 (*S. grandiflora* Pers.)。其中以田菁在我国栽培最多，分布最广，几乎全国各省区均有栽培，资源丰富。其次为刺田菁，多为野生，主要分布在广东、广西和云南等省区。其余各种分布很少，资源贫乏。

国产五种田菁分种检索表

1. 荚果不在种子间收缩，不作波状，不呈关节状。
 2. 花药长达4毫米，花长8厘米，旗瓣长远过于阔，花瓣无耳……………1. 大花田菁
 2. 花药长1毫米或较短，花长2.5厘米或较短，旗瓣长与阔相等；翼瓣与龙骨瓣有耳。
 3. 花长约25毫米；花瓣有渐尖头；花药椭圆形，黄色，种子球形……………2. 沼生田菁

3. 花长9—15毫米。

4. 花长15毫米或较短。小叶20—30个。小枝与叶轴无刺……………3. 田菁

4. 花长9—12毫米。小叶41—81个。小枝与叶轴有细刺……………4. 刺田菁

1. 荚果在种子间收缩，显著成波状，并呈关节状。花药长于15毫米，旗瓣横椭圆形，基部截形。小灌木……………

……………5. 埃及田菁

田菁又名滂豆、咸青。为灌木状草本，高达2—3米，开花后茎干基部木质化，生长周期120—180天。根系发达，入土深度可达1米以上，侧根系多集中在40厘米土层内，根上着生大量根瘤。叶为偶数羽状复叶，小叶20—60对，条状矩圆形，长12—14厘米，宽20—30毫米，先端钝，有细齿，基部圆形。花2—8朵排成腋生疏松的总状花序，花萼钟状，萼齿近三角形，花冠蝶形，黄色，旗瓣扁圆形，长稍短于宽，有紫斑或无。荚果圆柱状条形，长15—30厘米，宽2—4厘米。内生20—40粒种子，种子长约4毫米，直径约1.5毫米，千粒重为17—20克。种皮绿褐色至红褐色，约占种子重量的20%左右，胚乳白色，占种子重量的30—33.5%（田菁胶就是从种子中分离出来的胚乳再经粉碎制成的），胚芽、子叶黄色，两者共占种子总重量的46.5—50%

田菁原来是我国广东、福建、浙江等省沿海地区的野生植物，后来逐步进行人工培植，作为燃料和改良盐碱地之用，有的地区群众称田菁为“塘柴”，并认为田菁能使盐碱地变淡，故称为“拔淡”，所以在我国东南沿海地区种植田菁有悠久的历史。解放前林家菜教授曾于1944年在福建进行过少量的栽培试验（报告中写的是埃及田菁）。建国初期1951年，江苏省农业科学院曾从浙江温州地区引进田菁在南京市种植，

并将采集到的种子，寄往各地进一步试种。还有在苏北盐垦区荒芜的地里，在五十年代初期也发现有些田菁生长。由于田菁适应性强，耐盐、耐涝是改良盐碱地的优良绿肥作物。在苏北盐碱区种植田菁改良盐碱土已获得可喜的增产效果。因而在苏北地区种植田菁的面积不断扩大。在五十年代前期山东和中南、华北等地区从苏北引去田菁籽。五十年代中期在华北地区种植的田菁还不能结籽，经过数年驯化到五十年代后期已能结少量成熟种子，到六十年代辽宁盐碱地改良利用研究所，进一步将田菁引到东北地区栽培，并培育出了一些早熟品种。现在全国各省市自治区几乎都较普遍地种有田菁，而且绝大多数省市种的田菁均能开花结果，都可收到成熟的种子。

第二节 田菁的生物学特性

(一) 对日照的要求

田菁原产于低纬度的热带和亚热带地区，对日照长度的反应非常敏感，据辽宁省盐碱地利用研究所1963—1964年在辽宁省盘锦地区试验，在当地自然条件下，5月24日出苗的田菁，到8月4日才开始现蕾。如进行短日照处理，则表现出营养生长期大大地缩短，生殖器官发育也显著提早，同样是5月24日出苗的田菁，在8—12小时短日照条件下，出苗后21天（6月15日）就开始现蕾，比当地自然光照下的苗提早55天现蕾，成熟期提前74天，整个生长期比自然光照下的苗缩短一半。

不同品种的田菁开花临界日照长度也要求不同，如原产厦门（北纬24.5度）的花籽田菁，临界日照长度为14小时，从

东辛(北纬34.5度)引入的早熟种东辛田菁则要求临界日照长度较宽为15小时,日照长度只要低于15小时,即能现蕾,开花。达到或超过15小时即处于无花状态,继续营养生长。在盘锦地区7月6日日照长度为15小时以下,东辛田菁生殖器官开始发育,逐渐进入现蕾期,能收到成熟的种子。而该地区到8月6日日照长度才达到14小时(花籽田菁临界日照长度),花籽田菁生殖器官开始发育,于9月6日现蕾,因此在盘锦地区收不到花籽田菁成熟的种子。

(二)对温度的要求

田菁是一种喜高温的夏季绿肥作物,它对外界温度的要求,随着品种与各个不同的生长发育时期的不同而有所区别。种子发芽需要的温度一般在15°C以上,20—30°C时发芽最快,且整齐一致。如在春季播种遇到低温,则种子容易腐烂,不能发芽;在北京地区需要在15—20°C才能出苗,春播田菁由于春季气温低,种子出苗晚,生长也极为缓慢,一个月仅长10厘米左右,而夏播田菁由于气温高,3—5天便可出苗。

(三)对水分的要求与耐涝特性

田菁原产南方高温多雨地区,喜湿润的环境,在夏季高温多雨季节,田菁生长迅速。在田菁根茎外部有一层白色海绵状组织,既有防止水分浸蚀的作用,又有良好的通气条件。因此,有较强的耐涝特性。在水淹的情况下,田菁通过海绵状组织,进行正常的呼吸作用,使二氧化碳的输入和放出氧,不受影响。据国营淮海农场1954年的调查,田菁的耐涝程度可分以下几种情况:(1)全株淹没水中达一周者,生长极慢,如继续一周以后,停止生长,下部叶子发黄而脱

落。脱水后10天内幼苗还是不长，最后大部分死亡。其中苗高达30厘米者，每天生长0.5厘米左右；（2）虽积水20—40厘米，但顶端露出水面的幼苗一周内，每天生长2—5厘米。两周后生长更慢，每天生长仅0.5—2厘米。脱水后很快恢复了生长速度；（3）积水很浅，植株高出水面15—45厘米者，一周内生长较快，每日生长2—5厘米。二周后生长稍慢，每日生长减为0.5—3厘米，排水后很快又恢复了原来的生长速度。

（四）对土壤的要求与抗盐耐瘠特性

田菁枝叶繁茂，根系发达，根瘤又多又大，能大量固定空气中氮素供自身生长发育的需要，因此，田菁适应性较强，对土壤条件要求不高，它既可在有机肥料甚少的盐碱地上种植，也能在红壤荒山荒地上生长，但以在砂壤土或粘壤土中生长较好。

在一般情况下土壤含盐量在0.4%以下的盐碱地上，田菁还能正常开花结实。据陆炳章(1955年)分析，土壤氮盐含量在0—6厘米为0.46%，7—20厘米含量为1.44%时，田菁株高为183.0厘米，每株结荚数为37.5，每荚结籽20.9粒，亩产鲜草可达1440斤。而土壤氮盐含量0—6厘米为0.27%，7—20厘米含量为0.22%时，田菁生长良好，株高可达216.1厘米，每株结荚数为48.3，每荚结籽21.3粒，亩产鲜草3.030斤。由此可见田菁耐盐碱能力较强。

（五）物候期与开花结果习性

田菁的物候期，随着品种和栽培地区的不同而有很大的差异，目前我国栽培的田菁品种较多，大致可以分为三大类。早熟品种，生长期100—120天。中熟品种，生长期140—

160天。晚熟品种，生长期180天以上。

在北京地区种植田菁，一般4月中、下旬播种。早熟品种6月中、下旬就开始现蕾开花，8月中旬就可收到成熟的荚果，中熟品种在8月中旬现蕾开花，10月中、下旬果实成熟，而晚熟品种，多在9月份秋分以后开花，11—12月果实成熟。由于北京11月初即开始出现霜冻，因此，晚熟品种田菁，在北京一般难以收到成熟的种子。

田菁为腋生疏松的总状花序，基部花先开，然后逐渐向花序顶端开放，整个植株开花次序也是由下而上，随着植株顶端和侧枝的不断生长，而不断出现新的花蕾。田菁为自花授粉植物，花谢后45—50天种子即发育成熟。超过60天荚果将逐渐爆裂，种子多为铁籽(顶粒种子)，种皮上有很厚的一层蜡质，种皮的栅栏细胞壁加厚，透水性差，未经处理过的种子，一般当年不会出苗，播入土中甚至要数年才能发芽。由于田菁花期较长，种子成熟也不一致，先开花的荚果已成熟爆裂，而后开花的种子尚未成熟，田菁的此种特性，造成采收种子时损耗较大。

第三节 田菁的栽培技术

田菁可作植物胶原料，造纸原料，又可作麻用纤维，绿肥等方面的用途。其栽培技术也应根据不同的用途和要求利用不同的植物部分而不同。本文主要介绍作为植物胶原料，以收籽为目的的栽培方法。它又分为大田耕作方法与荒山荒地(包括四边十旁)的粗放栽培法两种。

(一) 大田耕作法

1. 整地 田菁枝叶繁茂，植株高大，根系发达，整地

应做到深耕细耙，低洼地做好开沟排水工作。在新开垦的荒地上种植田菁，如在冬季开垦的芦苇地，应在11月中、下旬封冻前进行初耕，深度约16厘米；次年解冻后，3—4月间，采用重耙耙一遍；到播种前再浅耕一次。如在冬季开垦莎草、虾须草等杂草地，深度也是16厘米左右，但耕后不耙，至次年早春用重耙耙一次即可播种。如果在春天开垦杂草地，地面较平整，进行一次交叉耙耕，即可播种。

在熟地上种植田菁，于11月下旬整地，耕作深度达20—22厘米，早春再耙地一次。播种前再根据土壤情况，适当的耙地，以利保墒。

2. 播种 田菁的播种期因品种和各地气候条件的不同而有差异，一般来说在清明节4月5日到5月下旬，地温能稳定在 15°C 以上时播种较好。播种后5—10日便可出苗。如地温不够 15°C ，则需要15—20日才出苗，而且烂种现象严重。因此，当地的地温能否稳定在 15°C 以上可作为确定田菁播种期的主要依据。

播种量和密度，也随品种和土壤肥力的不同而差异较大；一般情况下，每亩2—4公斤种子，采用宽行稀播较好。行距60—90厘米，株距20—30厘米，有利于通风透光，种子产量较高。如采用穴播，每穴播10—15粒种子即可。播后覆土1厘米左右。

如果条件许可的话，在播种前每亩施15—30斤过磷酸钙和50斤草木灰做基肥，有利于早日形成根瘤能提高种子产量。

3. 管理 田菁适应性强，管理省工。主要管理工作是间苗、中耕除草及病虫害的防治。在田菁幼苗期易遭蚜虫、地老虎、蝼蛄等危害，可采用乐果300倍液或1605农药2000倍液，喷洒叶面可防治蚜虫。地老虎、蝼蛄虫危害可用666

防治。后期斜纹夜蛾、豆叶青，卷叶虫等危害，其中尤以斜纹夜蛾危害较重，可在初发阶段，用90%敌百虫1斤，加水800—1000斤，再加洗衣粉2两喷雾。

田菁苗期的根系发育情况对后期产量关系较大，在苗期结合间苗进行一次中耕除草，有利于多发根系使苗健壮。

田菁虽然有一定的抗旱能力，在干旱情况下，仍能继续开花结实，但产量较低。如果能够进行灌溉，生长迅速，产籽量大增。

4. 采收 田菁花期较长，种子成熟不一致，采收过早大部份种子未成熟，采收过迟大部份荚果开裂种子掉落，而且硬粒增多。因此，掌握适当的采收期显得很重要。从种子发芽率看来以花后45天的紫色饱满荚的种子发芽率最高，为99%，其次为花后35天的绿色初饱荚，发芽率为91%。所以要以大部份果荚饱满变硬，有一半左右果荚变黄时采收为好。

采收时间以早上较好，因早上有露水荚果湿润不易开裂。采收时将田菁割倒，捆好，竖在田里，后熟7—10天就地脱粒。种子晾晒1—2天，当含水量达到12%时即可入库贮藏。

(二) 零散土地及荒山种植田菁

田菁植株高大，适应性强，牲口不喜嗜食。因此适于在沟边、路旁等零散土地上种植。在江苏省灌云、灌南两县年产田菁籽一千余万斤，主要来源于四边十旁零散土地上种植田菁。当地栽培非常粗放。每年春季将沟边、路旁的土地用铁齿耙耙松，撒上田菁籽，稍加覆盖便可出苗生长，以后就基本不需要进行管理，直到秋天种子成熟后进行采收。

在红壤荒地上种植，最好进行穴播，每斤种子先用3—

5 斤鈣鎂磷肥拌种。每穴播种种子10—15粒，然后用草木灰盖土。由于有磷鉀肥作基肥，促进了根系的生长和根瘤的形成。氮素营养逐步可以从固氮菌中获取。因此，虽然红壤荒山土地比较瘠薄，但田菁仍能正常开花结实。

第四节 田菁胶的加工

田菁种子主要由种皮、胚乳、子叶三部份组成，胚乳部份经粉碎即为田菁胶，其主要化学成分是半乳甘露聚糖。因而提取田菁胶的方法是从田菁种子中除去种皮与子叶选出胚乳，然后将田菁胚乳进一步粉碎，达到一定的细度，即成为田菁粉。

(一) 干法加工

现在国内大量生产田菁胶的加工方法，都是采用干打法。利用田菁种子三大部份的理化性质不同而进行分离。田菁种皮的主要化学成分为纤维素，田菁子叶部分的化学成分主要为蛋白质，此两部份均性脆易碎。因此，将种子直接投入锤片或粉碎机中，由于种皮与子叶易碎很快地被粉碎，经过筛孔由风机吸出，而胚乳部分因有韧性还未破碎仍留在机内，此时将风机关闭，即可得到胚乳片；然后进一步将胚乳片粉碎过100目筛即得到田菁胶1号粉。具体工艺流程如图。

加工工艺流程大致可以分为加热去杂，破碎分离、胚乳成粉三个工序。

1. 加热去杂 采用普通加工大米的碾米机，慢慢加入田菁籽，进行碾轧，以不破碎并产生烫手高温即可，然后冷却至常温为下一道工序备料。

采用碾米机加热的过程，同时也除去了混入田菁籽中的