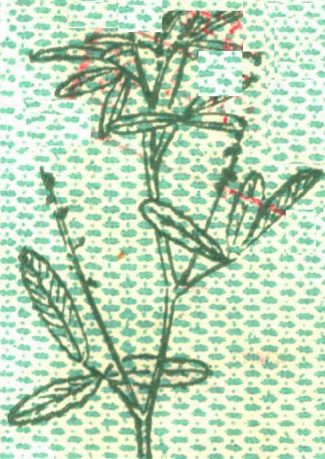


草 木 樨

张保烈 父荣威 编著



农 业 出 版 社

草 木 樺

张保烈
文荣威 编著

草 木 標

张保烈 编著
文荣威

• • •

责任编辑 黄慧民

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm32开本 7.5印张 166千字

1989年12月第1版 1989年12月北京第1次印刷

印数 1—1,438 册 定价 3.15 元

ISBN 7-109-01383-9/S·977

内 容 提 要

本书是我国第一本草木樨专著。作者根据自己多年从事于草木樨的研究资料，并搜集国内外科研单位和农牧业部门的科研成果和生产经验总结，分14章较为系统地从理论与实践结合上阐述了草木樨属植物的起源分布、分类和品种资源、特征特性及在农牧业生产中的地位。涉及面广、内容丰富、观点明确、论述清楚，是一本有学术和实用价值的专著。

本书可供农业院校师生、农牧业科技人员和草原工作者阅读。

前 言

草木樨是一种肥饲兼用的优良牧草绿肥作物，属于豆科草木樨属。由于它适应性广，抗逆性强，具有抗旱、抗寒、耐瘠薄、耐盐碱等特性，因此在世界上分布区域较广，受到普遍地重视。

该属植物目前世界上约有20余种，在我国现有白花草木樨、黄花草木樨、香甜草木樨、细齿草木樨、印度草木樨、意大利草木樨、伏尔加草木樨、离草木樨和雅致草木樨等9个种。至于我国草木樨栽培品种甚多，已进行了品种资源整理。

我国人工栽培利用草木樨始于本世纪40年代初，由于它具有各种优良特性，很快为人们所认识，引起了科研单位和生产部门及广大农民的重视和兴趣。但建国后，草木樨在我国农牧业生产中和保持水土方面才给予重视。从50年代末到60年代初在我国南北方各地迅速推广开来。随着草木樨在生产中的推广和应用，各地有关科技部门，从不同角度进行了大量的观察、试验和研究。经40多年的实践经验和科研成果证明，草木樨在改良低产土壤、提高土壤肥力、增加作物产量、提供优良饲草、建立良性农业生态系统、防止土壤侵蚀和进行集约经营等方面，均具有不可代替的重要效益。因此，草木樨已成为我国重要的牧草绿肥作物之一，定将在我国农业现代化建设中占有重要地位。

新中国成立以来，科技部门在总结生产经验和借鉴科研成果的基础上，曾编写和发行有关草木樨栽培利用技术方面

的科普读物。无疑，这对指导和推动草木樨的生产发挥了一定作用。但我们认为，无论从草木樨在我国栽培史上看，还是从对它研究的广度和深度上看，很有必要撰写一本草木樨的专著。这样，可以将散见于各种学术刊物和各地内部交流的文献资料上，有关草木樨的科研成果进行整理和论述，以扩大对草木樨的认识和利用。

虽然我们从事草木樨的研究和推广工作已有多年历史，但由于工作条件和业务能力所限，掌握第一手试验资料尚不甚多。尽管如此，本书还是以我们自己的试验资料为主，同时参考和引用了国内外有关草木樨的科研成果，共分为14章进行专题论述。由于掌握的资料繁简不一，而各章的详略程度也不尽一致。本书撰写过程中，得到了各有关单位和学术界人士的大力支持。例如，刘玉缸先生提供了几种草木樨核型模式图等图片及资料、高东昌先生帮助制作草木樨营养器官解剖切片、苏盛发等同志提供了一些照片。本书还引用了不少科研单位和专家的试验数据和资料，均在此一并致谢。

由于作者水平所限，时间又比较仓促，书中不足和不当之处在所难免，敬请学术界同仁和广大读者不吝指正。

张保烈

文荣威

1986年6月

目 录

前言

第一章 草木樨在我国发展概况及前景·····	1
一、草木樨在我国发展概况·····	1
二、草木樨发展前景·····	7
第二章 草木樨属植物的分类、特征及品种资源·····	13
一、起源与分布·····	14
二、种类和分类·····	15
(一) 种类·····	15
(二) 分类·····	17
三、草木樨形态特征·····	20
(一) 形态特征·····	20
(二) 种间主要形态特征差异·····	21
(三) 主要经济性状·····	21
四、我国草木樨种类及品种资源·····	24
(一) 我国草木樨的种类·····	24
(二) 我国草木樨品种资源·····	30
第三章 草木樨生长习性 & 干物质、营养积累特点·····	35
一、生长习性 & 干物质积累量·····	35
(一) 一年生草木樨·····	35
(二) 二年生草木樨·····	37
二、越冬芽的形成 & 生长习性·····	47
三、草木樨生长发育与几个因素的关系·····	51
(一) 光周期·····	51
(二) 温度·····	51

(三) 不同刈割期和留茬高度对草木樨生长发育的影响·····	53
第四章 草木樨属植物核型比较及组织形态结构·····	57
一、草木樨属主要种核型比较·····	57
(一) 几种草木樨染色体形态和核型模式·····	58
(二) 几种草木樨核型分析结果·····	58
二、草木樨营养器官解剖构造·····	63
(一) 根的外部形态及解剖构造·····	63
(二) 茎的解剖构造·····	65
(三) 叶子解剖构造·····	66
第五章 草木樨的固氮习性及氮素积累特征·····	69
一、草木樨的固氮习性·····	69
(一) 根瘤的形成及发育过程·····	69
(二) 共生固氮活性和固氮量·····	71
(三) 影响固氮活性的因素·····	73
二、草木樨的氮素积累特征·····	76
(一) 草木樨生长第一年的氮素积累与运转·····	76
(二) 草木樨生长第二年的氮素积累与运转·····	79
(三) 草木樨氮素积累特征的生物学和农学意义·····	81
第六章 草木樨对土壤水分的影响·····	84
一、草木樨生长第一年土壤水分变化规律·····	84
(一) 根系吸水影响半径·····	84
(二) 根系对深层土壤含水量的影响·····	86
(三) 与玉米间作的草木樨对土壤水分的影响·····	87
二、草木樨生长第二年土壤水分变化规律·····	89
(一) 根系吸水影响半径·····	89
(二) 根系对深层土壤含水量的影响·····	90
三、草木樨茬地土壤墒情的恢复·····	91
四、草木樨作绿肥利用方式与土壤水分的关系·····	92
第七章 草木樨绿肥翻压后的腐解过程及其影响·····	97
一、草木樨绿肥的腐解过程与条件·····	97
(一) 腐解过程·····	97
(二) 腐解条件·····	105

二、草木樨绿肥腐解过程所产生的积极影响	107
(一) 草木樨绿肥的腐解加强了土壤生物活性	107
(二) 绿肥腐解过程中有效养分的释放	109
(三) 对土壤其他理化性质的影响	112
第八章 草木樨中的香豆素	114
一、香豆素存在的形态	114
二、草木樨香豆素含量	116
三、草木樨香豆素含量变化	120
(一) 不同生育期和收获期的变化	120
(二) 不同土壤对香豆素含量的影响	121
(三) 不同温度下香豆素含量变化	121
四、香豆素毒害作用及防止措施	122
(一) 草木樨毒素的成分	123
(二) 草木樨对家畜的毒害作用	123
(三) 草木樨作饲料的效果及防止中毒措施	126
第九章 草木樨改土肥田及增产的效果	130
一、草木樨的改土肥田作用	130
(一) 对土壤物理性状的影响	130
(二) 对土壤农化性状的影响	134
(三) 草木樨绿肥对土壤有机质影响的分析	140
二、草木樨绿肥的增产效果	146
(一) 草木樨与主栽作物的共生关系	146
(二) 草木樨对主要粮食作物的增产效果	147
第十章 草木樨在农牧结合中的效益	154
一、利用草木樨根茬肥田	154
(一) 根系生长特点	155
(二) 根系干物质积累特点	155
(三) 根系养分积累特点	156
(四) 根系产量占地上部比例	156
(五) 根系分解速度及腐殖化系数	157
(六) 根系对土壤中磷素富集作用	159
二、根茬的增产作用	159

(一) 收籽后根差	160
(二) 生长第一年根差	160
三、绿色体养畜, 畜粪还田	162
(一) 草木樨养畜转化率	162
(二) 根差+畜粪的增产效果	162
四、农牧轮作与粮草轮作效益比较	164
(一) 几种轮作制周期产量比较	165
(二) 几种轮作制效益比较	167
第十一章 草木樨在农业生态系统中的作用	173
一、草木樨在农业生态系统中的基本作用	173
(一) 草木樨对更新和补偿土壤养分的作用	174
(二) 草木樨是农牧结合的中间环节	176
(三) 草木樨能覆盖地面保持水土	178
(四) 种草—养畜—沼气—肥田等综合利用	179
二、草木樨在耕作制度中的地位	180
三、几种轮作制中养分循环分析	183
第十二章 磷肥及微量元素对草木樨生长发育的重要作用	188
一、磷肥的作用	189
(一) 磷肥增产效果	189
(二) 磷肥增氮效益	193
(三) 磷肥促进草木樨氮磷营养循环	198
二、微量元素肥料的作用	200
(一) 几种微量元素的增产效果	200
(二) 微肥连应效益	203
(三) 微肥对草木樨饲草品质的影响	204
第十三章 草木樨种植方式及留种栽培和收种技术	206
一、草木樨种植方式的一般原则	206
(一) 因地制宜的原则	206
(二) 要尽量缩短占地时间, 发挥更大的经济效益原则	207
(三) 种植草木樨要坚持农牧结合的原则	207
(四) 充分利用时间和空间的原则	208

二、草木樨种植方式	208
(一) 粮草轮作	203
(二) 粮草间作套种	209
(三) 粮草复种	214
(四) 粮草混种	215
(五) 水旱轮作	215
三、草木樨留种栽培和收种技术	216
(一) 留种栽培技术	216
(二) 收获期及收种方法	219
第十四章 草木樨在保持水土、改良盐渍土和作为 果园绿肥方面的作用	220
一、草木樨保持水土的效益	220
(一) 草木樨具有水土保持的良好效益	220
(二) 草木樨在不同地貌类型上保持水土的作用	221
(三) 草木樨作为水土保持植物的几个问题	222
二、草木樨改良盐渍土的效果	224
三、草木樨作为果树绿肥的效果	226

第一章 草木樨在我国发展概况及前景

一、草木樨在我国发展概况

草木樨早在两千年前就在地中海地区作为绿肥及蜜源植物栽培^[1]。我国草木樨资源比较丰富,如香甜草木樨 (*Melilotus Suavedens* Ledeb.) 就原产于我国四川等省。草木樨在我国古代文献中已有记载。清朝初年陈扶摇著《花镜》称草木樨为“水木樨”、“指田”。吴其濬著《植物名实图考》中把草木樨称为“辟汗草”,并附有图鉴,将草木樨列为蔓藤和芳香类,作为观赏植物和装饰品。

草木樨作为一种新的牧草和绿肥作物在我国栽培,其历史并不很长。据陈布圣编《牧草栽培》一书中记载,草木樨在我国于1922年开始栽培^[2]。我们认为,草木樨真正作为一种绿肥作物在我国耕地上人工栽培,还是黄委会天水水土保持科学试验站的前身,即天水水土保持实验区算是最早发起者。据资料介绍^[3],1942年天水水土保持实验区就建立了牧草试验原始圃,并对草木樨等草种进行了引种观察。1943年边观察边作为保土植物在荒滩和荒沟等地繁种。1943年国家组织了西北水土保持考察团,对陕、甘、青等省进行考察,当时在天水水土保持实验区工作的叶培忠教授参加了这次考察。考察中叶教授等人在采集野生保土植物中,就含有多钟野生的草木樨,如细齿草木樨 (*Melilotus denta-*

tus) 和黄花草木樨 (*Melilotus officinalis*) 等。后来天水水土保持实验区又从国外引进北极白花草木樨 (*Melilotus albus*——Aritie) 等一些品种。试种结果以北极白花草木樨和黄花草木樨生育表现最好。1944年美国总统华莱士访华时, 在赠给天水水土保持实验区一些牧草种子中, 就有6个草木樨品种, 从而丰富了我国草木樨品种资源。

草木樨作为一种绿肥作物在耕地上栽培, 并推广应用, 在我国应起始于1943年。1943年甘肃省天水县杨家沟一户农民将天水水土保持实验区引进的白花和黄花草木樨试种在一块瘠薄地上, 由于它生长繁茂, 收柴多, 能肥田增产, 引起了附近群众的重视和喜爱。当时因种子少, 群众之间曾以1kg小麦兑换1kg草木樨籽在瘠薄地上种植。从此, 草木樨在天水附近地区开始零星种植利用。1946年天水水土保持实验区第一次有组织地向附近地区推广草木樨。当时共提供了212kg种子, 推广面积106亩。据1950年统计, 仅天水郊区农民自发种植的草木樨已达1万多亩。1952年中央农业部从天水收购了一批草木樨种子, 分发给陕西、青海、山西、新疆、内蒙古、黑龙江、山东、河北、河南、江苏、江西和广东等12个省区试种推广。1956年在全国第一次水土保持会上, 草木樨被大家誉称为西北地区的“宝贝草”。

由于草木樨以其耐瘠薄、耐干旱、抗逆性强、适应性强、繁殖快、固氮能力强、产草量高、用途广和肥田增产效果明显等优良特性, 建国后得到党和政府的极大重视, 并有组织地在我国北方地区推广。60年代发展速度较快, 70年代在南方一些地区也有相当大的种植面积。目前, 草木樨已成为我国分布最广的一种牧草绿肥和水土保持的草种。无论进行粮草轮作、粮草间套复种及作为稻田绿肥或者在荒山、沟

整、林间、果园及路旁地上种植，均表现出很强的生命力，深受广大农民的赞赏。

辽宁省西部地区在60年代初开始种植草木樨时，群众便得到了好处，当时流传着一首草木樨赞歌：

草木樨味真正好，不挑地味耐瘠薄，根深叶茂保水土，肥田改土产量高味，唉唉嗨哟。改变低产立功劳，人人夸它是宝贝草啊，那个宝贝草啊，唉嗨哟嗨，嗨嗨哟。

草木樨味就是好，作肥料味当饲草，花期酿蜜增收人，打籽秸秆当柴烧味，唉唉嗨哟。低产地区换新貌，人人夸它是宝贝草啊，那个宝贝草啊，唉嗨哟嗨，嗨嗨哟。

草木樨味实在好，农牧结合离不了，粮丰畜旺全发展，人民生活步步高味，唉唉嗨哟。良性循环当先锋，人人夸它是宝贝草啊，那个宝贝草啊，唉嗨哟嗨，嗨嗨哟。

由于草木樨在发展农牧业生产和恢复生态平衡中发挥了一定作用，目前北起黑龙江省的黑河地区（北纬 51° ），南至广西的玉林地区（北纬 22.5° ）皆有草木樨的分布。据粗略统计，近年来全国每年草木樨播种面积均在1000万亩左右，仅次于传统的绿肥品种紫云英和苕子。

随着草木樨种植面积的不断扩大，我国农业科研机关和生产单位陆续开展了草木樨的科学研究和技术推广工作，并取得很大成就。从搜集到资料看，建国后对草木樨研究工作概括起来有以下几个方面。

1. 初步摸清草木樨生长发育特性及对环境要求的生物学特性 通过研究明确了草木樨不同生长年限和不同生育阶段的耐旱性和耐盐碱的临界值。对二年生白花草木樨整个生育期间地上部和根系的生长规律及其干物质积累特点作了较深

人的研究，尤其对草木樨生长第一年的根系，从形态结构、生长规律及养分积累过程上观察较细，这就为合理利用草木樨的根茬肥田提供了科学依据。

在生产中解决了二年生草木樨生长当年于秋末翻压，第二年早春再生长这个习性。即在翻压前每亩喷2, 4-D丁酯30g，就可以达到防止返青再生长的特性。

2. 对我国草木樨品种资源进行了搜集、整理和鉴定 草木樨在我国推广应用以来，品种混杂，资源不清。通过全国绿肥协作网的协作，基本上摸清了我国草木樨品种资源，并对草木樨属植物进行了种的鉴定。

另外，根据鉴定出来的种对其染色体和核型进行了比较，为深入研究草木樨品种和选育种方面提供了科学依据。

3. 开展了草木樨固氮量及根瘤固氮酶活性方面的研究 据陕西省农科院土肥所测定，一亩草木樨能固定氮素10.25kg，其中地上部固氮量占42.7%，根系占7.3%，遗留在土壤中的部分占50.0%。

据吉林省农科院土肥所调查，在施磷肥的草甸土上，草木樨根瘤固氮酶活性10倍乃至100倍地高于其他土壤。在轻碱土和风沙土上草木樨根瘤固氮酶活性为一般，而在石灰性黄沙土上最低。

4. 因地制宜地提出了草木樨与农作物的轮作方式及其相应的栽培技术。归纳起来主要有以下几种栽培方式：

(1) 粮草轮作 在我国北方地区的瘠薄地上多采用1年草2年粮或1年草3年粮的粮草轮作周期。一个轮作周期3年或4年，可使粮食总产提高50%乃至1倍。内蒙古一些半干旱地区采用在休闲地上种植草木樨，于当年8、9月份雨季来临时翻压，代替了固有的自然恢复地力的休闲耕作制。

(2) 间、套和混种 各地均研究出草木樨与粮、棉和油

料作物的间、套和混种的栽培方式。如黑龙江省和内蒙古自治区一些春麦区，采用春麦田套种草木樨，小麦收后让草木樨再生长一个时期，于秋后翻压。小麦当年不减产或减产很少，而第二年却大幅度增产。

另外，还解决了在幼龄果树行间种植草木樨一些栽培技术，并解决了果产区果树与粮食作物争肥的矛盾。

5.明确了草木樨肥田作用和增产效果 大量试验数据表明，种植草木樨能扩大氮素来源，活化土壤中磷素，增加土壤有机质含量。另外，一些科研单位对草木樨翻入土壤后，在更新和补偿土壤腐殖质和氮素营养方面进行了较深入的研究。草木樨无论是压青或利用根茬，对后作物均有明显的增产作用。通常翻压500kg鲜草可增产50kg粮食，后效可维持2—3年。仅利用草木樨根茬肥田增产效果也很明显。草木樨在改良盐碱土方面也做了大量的研究工作。

6.开展了草木樨作为稻田绿肥的研究 广西玉林地区用草木樨作为稻田底肥，效果很好。在淮南低产稻田上利用草木樨作冬季绿肥，也有明显的增产效果。草木樨由北方转移到南方，由旱田进入到水田，这是草木樨在生产上应用科研成果一大成绩，使草木樨的应用又打开一个天地。

7.草木樨高产栽培技术方面的研究 有关草木樨播种保苗、防治病虫害、适宜密度、提高产草量、安全越冬及采收技术等一系列栽培管理措施，各地都进行了大量研究，并在生产中得到了普遍应用。

8.草木樨作为饲料方面的研究 研究了青贮技术、饲喂方法、营养价值及用草木樨对家兔饲喂的毒性试验。提出了防止草木樨中香豆素转化为双香豆素一些技术措施，为合理利用草木樨作饲料提供了依据。

9.草木樨在保持水土方面的研究 研究表明，草木樨是

一种较好的保土植物,比一般农作物可减少径流量20—30%,减少泥沙冲失量50—70%。草木樨越冬茬也有明显的保土作用。

10. 草木樨综合利用方面的研究 一些科研单位开展了种草—养畜—沼气—肥料等合理循环,综合利用的研究。测定了草木樨在综合利用中转化率及经济效益。

为了总结和交流建国以来草木樨科研、生产和推广方面的经验,使草木樨在现代化农业生产中发挥更大作用。1981年由黄委会天水水土保持试验站和中国农科院土肥所及河南、辽宁、陕西和甘肃省农科院土肥所,共同发起举行一次“全国草木樨学术讨论会”的倡议。此倡议立即得到中国农学会土壤肥料研究会的积极支持,经过筹备于1982年8月在天水市召开。参加这次会的代表是来自全国20个省区从事草木樨研究和推广的科技工作者,以及高等农业院校的教授和专家等,共111人,代表面极为广泛。从专业上看,有农业、畜牧业、水土保持和沙漠治理等专业。这是建国后第一次全国性的、内容专一的“草木樨学术讨论会”影响面很大。这次会是建国后30年来草木樨科研和生产经验一次交流和总结,并形成汇编资料;同时会议又指出了在新形势下草木樨科研的主攻方向和基本任务,号召力争在短期内在科研和生产上有一个新的突破。这次会在我国草木樨发展史上留下了光辉的一页,意义是深远的。

我们认为,这次会在我国草木樨发展史上可以说是一次承前启后的学术讨论会,将使我国草木樨的发展走上一个新的阶段。草木樨今后的研究工作除了开展一些基础理论研究外,应围绕农牧结合、保持生态平衡和综合利用等方面开展研究,以便提高其经济效益。这样才能保持草木樨在生产中稳定发展。