



# 中国萝卜



---

汪隆植 何启伟 主编

---

 科学技术文献出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

# 中 国 萝 卜

主 编 汪隆植 何启伟  
副主编 郭素英 龚义勤 柳李旺

图书在版编目(CIP)数据

中国萝卜/汪隆植,何启伟主编.-北京:科学技术文献出版社,2005.6  
ISBN 7-5023-4791-7

I. 中… II. ①汪… ②何… III. 萝卜-研究 IV. S631.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 102403 号

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
图书编务部电话 (010)68514027,(010)68537104(传真)  
图书发行部电话 (010)68514035(传真),(010)68514009  
邮 购 部 电 话 (010)68515381,(010)58882952  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 袁其兴  
责 任 编 辑 袁其兴  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王芳妮  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 富华印刷包装有限公司  
版 ( 印 ) 次 2005 年 6 月第 1 版第 1 次印刷  
开 本 787×1092 16 开  
字 数 805 千  
印 张 33.25  
印 数 1~3000 册  
定 价 68.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

# 前 言

中国萝卜是原产于中国的一种重要蔬菜。通常所称的“萝卜”是指萝卜属中的栽培种(*Raphanus sativus* L.),不包括野生种。

萝卜在中国栽培的历史悠久,有文字记载就有 2700 多年的历史,显然,人们实际食用萝卜的时间更长;日本对萝卜的古称为“唐物”(力于毛 |),意为中国传去之物,说明日本最早栽培的萝卜品种是从中国引入的。长期以来,萝卜一直是中国人民重要的蔬菜之一,在人们心目中有着特别重要的地位,因无论常年食用、药用,还是救灾救荒,或是在特别困难的饥馑环境中难以度日时,萝卜都起过特别重要的作用,对其赞誉不胜枚举,对其生产和利用也累积了丰富的经验。

近年来,随着农业结构调整与外向型农业的发展,我国萝卜生产面临着新的发展机遇。为了更好的承前启后,我们力图在本书中总结中国长期以来对萝卜种植、新品种选育及贮藏、加工、利用等方面的经验,并结合自己的研究工作,较全面、深入地介绍了当前国内外萝卜研究的新技术、新成果与新动向,使读者对中国萝卜科学研究、生产和利用等方面的理论和实践有一较全面了解,为推动今后萝卜生产与科学研究提供重要的参考。

本书中总结的经验是中国历代萝卜的生产者和从事这方面的研究、技术推广工作者共同创造的,成书过程中参考引用了大量的国内外相关研究资料,在这里谨向同仁们表示衷心的感谢。我们特别怀念中国萝卜研究的奠基人——原南京农业大学教授李鸿渐先生,自从1955年国家农业部发出“从速调查收集农家品种,整理祖国农业遗产”的通知后,他是中国第一位承担中国萝卜资源调查的学者,并对中国萝卜开展了多方面研究,取得了许多宝贵的资料和创新性成果。

本书也是编著者多年科学研究与推广工作成果的总结,研究工作得到了国家和部、省各级科研项目,如国家自然科学基金项目(30300238)、农业部丰收计划项目(200073020201)、江苏省自然科学基金(BK2004418)、上海市科技兴农重点课题(农科攻字2000第1~4号)以及山东、北京、广东、山西、湖北等省(市)有关科研课题资助,在此一并表示感谢。

本书稿的完成虽经历了两年多的时间,但还是显得仓促,加之编著者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

汪隆植 何启伟

2005年5月

# 目 录

<b>第1章 绪论</b> .....	(1)
第1节 萝卜的栽培价值及发展前景 .....	(1)
第2节 中国萝卜研究简况 .....	(6)
第3节 萝卜的栽培历史 .....	(8)
第4节 萝卜的起源和资源概况 .....	(13)
<b>第2章 萝卜资源的整理与利用</b> .....	(22)
第1节 种质资源的收集与整理 .....	(22)
第2节 种质资源的保存与研究 .....	(24)
第3节 萝卜种质资源的利用 .....	(34)
<b>第3章 萝卜的生物学特性</b> .....	(40)
第1节 植物学特征 .....	(40)
第2节 生长与发育 .....	(45)
第3节 肉质根形成与产量构成 .....	(50)
第4节 丰产优质的生理特性 .....	(52)
第5节 丰产优质与环境 .....	(54)
<b>第4章 萝卜栽培技术原理</b> .....	(56)
第1节 栽培季节 .....	(56)
第2节 土地选择 .....	(61)
第3节 整地与播种 .....	(63)

第4节 施肥原理与技术 .....	(65)
第5节 灌溉与排水 .....	(72)
第6节 生长中的障碍因素与解决途径 .....	(78)
<b>第5章 黄淮海地区萝卜栽培 .....</b>	<b>(83)</b>
第1节 自然条件与萝卜生产 .....	(83)
第2节 主要栽培品种 .....	(85)
第3节 栽培技术特点 .....	(93)
<b>第6章 长江中下游地区萝卜栽培 .....</b>	<b>(104)</b>
第1节 自然条件与萝卜生产 .....	(104)
第2节 主要栽培品种 .....	(106)
第3节 栽培技术特点 .....	(114)
<b>第7章 东北、西北地区萝卜栽培 .....</b>	<b>(126)</b>
第1节 东北地区的萝卜栽培 .....	(126)
第2节 西北地区的萝卜栽培 .....	(136)
<b>第8章 华南、西南地区萝卜栽培 .....</b>	<b>(156)</b>
第1节 华南地区萝卜栽培 .....	(156)
第2节 西南地区萝卜栽培 .....	(170)
<b>第9章 萝卜新型栽培技术及其应用 .....</b>	<b>(184)</b>
第1节 萝卜无公害生产 .....	(184)
第2节 立体种植 .....	(191)
第3节 叶用萝卜与萝卜芽菜生产 .....	(201)
第4节 出口萝卜生产 .....	(205)
<b>第10章 萝卜主要病虫害及其防治 .....</b>	<b>(217)</b>
第1节 病虫害的发生及防治概况 .....	(217)
第2节 主要病害及其防治 .....	(218)
第3节 主要虫害及其防治 .....	(231)
第4节 病虫害综合防治 .....	(286)

<b>第11章 萝卜主要性状的遗传</b> .....	(292)
第1节 主要植物学性状的遗传 .....	(292)
第2节 品质性状的遗传 .....	(297)
第3节 抗病性的遗传 .....	(300)
第4节 耐热性与耐寒性的遗传 .....	(301)
第5节 耐抽薹性的遗传 .....	(303)
第6节 自交不亲和性的遗传 .....	(304)
第7节 雄性不育性的遗传 .....	(305)
<b>第12章 萝卜优势育种</b> .....	(310)
第1节 优势育种的概况 .....	(310)
第2节 优势育种的程序 .....	(314)
第3节 雄性不育系利用 .....	(326)
第4节 自交不亲和系利用 .....	(342)
第5节 杂交组合选配与 F <sub>1</sub> 品种育成 .....	(347)
第6节 育成品种简介 .....	(350)
<b>第13章 萝卜主要目标性状育种</b> .....	(356)
第1节 品质育种 .....	(356)
第2节 多抗(病)育种 .....	(365)
第3节 熟性育种 .....	(370)
<b>第14章 细胞工程技术在萝卜育种上的应用</b> .....	(374)
第1节 细胞与组织培养 .....	(375)
第2节 花药培养与游离小孢子培养 .....	(376)
第3节 原生质体培养与体细胞杂交 .....	(380)
第4节 植物细胞突变体的离体筛选 .....	(382)
第5节 理化诱变技术 .....	(383)
<b>第15章 基因工程技术与萝卜遗传育种</b> .....	(390)
第1节 基因分离克隆技术 .....	(390)
第2节 萝卜基因分离克隆概况 .....	(391)
第3节 萝卜几个重要基因的分离与克隆 .....	(402)
第4节 萝卜遗传转化 .....	(409)



<b>第16章 遗传标记技术与萝卜遗传育种</b> .....	(416)
第1节 分子标记 .....	(416)
第2节 遗传标记技术在萝卜遗传育种中的应用 .....	(421)
第3节 萝卜种质资源遗传多样性的 SSR 标记分析 .....	(426)
第4节 萝卜胞质雄性不育恢复基因标记分析 .....	(429)
第5节 萝卜遗传连锁图谱构建与性状标记 .....	(430)
<b>第17章 萝卜种子生产</b> .....	(436)
第1节 萝卜品种退化与提纯复优 .....	(436)
第2节 萝卜采种方法 .....	(439)
第3节 一代杂种的制种技术 .....	(443)
<b>第18章 萝卜贮藏原理与贮藏技术</b> .....	(448)
第1节 贮藏原理 .....	(448)
第2节 贮藏技术 .....	(456)
<b>第19章 萝卜加工与食用方法</b> .....	(463)
第1节 加工品分类 .....	(464)
第2节 加工原理 .....	(464)
第3节 加工用原料、设备与用具 .....	(474)
第4节 腌制加工 .....	(477)
第5节 干制加工 .....	(493)
第6节 糖制加工 .....	(496)
第7节 其他加工方法 .....	(501)
第8节 食用及食疗方法 .....	(502)



Section 5	Environment for high yield and excellent quality	(54)
<b>Chapter 4</b>	<b>Technology Principle of Radish Cultivation</b>	(56)
Section 1	Cultivation season	(56)
Section 2	Land and soil selection	(61)
Section 3	Farmland preparation and sowing	(63)
Section 4	Fertilization	(65)
Section 5	Irrigation and drainage	(72)
Section 6	Limiting factors and solutions	(78)
<b>Chapter 5</b>	<b>Radish Cultivation in Huang-Huai-Hai Region</b>	(83)
Section 1	Natural conditions and radish production	(83)
Section 2	Primary cultivars	(85)
Section 3	Characteristic of cultivation technology	(93)
<b>Chapter 6</b>	<b>Radish Cultivation in Middle-low Reaches of Yangtse River</b>	(104)
Section 1	Natural conditions and radish production	(104)
Section 2	Primary cultivars	(106)
Section 3	Characteristic of cultivation technology	(114)
<b>Chapter 7</b>	<b>Radish Cultivation in Northeast and Northwest of China</b>	(126)
Section 1	Radish cultivation in northeast of China	(126)
Section 2	Radish cultivation in northwest of China	(136)
<b>Chapter 8</b>	<b>Radish Cultivation in South and Southwest of China</b>	(156)
Section 1	Radish cultivation in south of China	(156)
Section 2	Radish cultivation in southwest of China	(170)
<b>Chapter 9</b>	<b>Novel Cultivation Technology and It's Application</b>	(184)
Section 1	Non-environmental pollution radish production	(184)
Section 2	Stereo planting for radish	(191)
Section 3	Production of leaf radish and seedling radish	(201)
Section 4	Exporting radish production	(205)

<b>Chapter 10</b>	<b>Management of Main Diseases and Pests of Radish</b>	(217)
Section 1	Overview of occurrence and management of disease and pests in radish	(217)
Section 2	Main diseases and their management	(218)
Section 3	Main insect pests and their management	(231)
Section 4	Integrated management of diseases and insect pests	(286)
<b>Chapter 11</b>	<b>Inheritance of Important Traits in Radish</b>	(292)
Section 1	Inheritance of chief botanical traits	(292)
Section 2	Inheritance of quality traits	(297)
Section 3	Inheritance of disease resistance	(300)
Section 4	Inheritance of heat-tolerance and cold-tolerance	(301)
Section 5	Inheritance of bolting tolerance	(303)
Section 6	Inheritance of self-incompatibility	(304)
Section 7	Inheritance of male sterility	(305)
<b>Chapter 12</b>	<b>Heterosis Breeding in Radish</b>	(310)
Section 1	Introduction of heterosis breeding	(310)
Section 2	Procedure of heterosis breeding	(314)
Section 3	Utilization of male-sterility line	(326)
Section 4	Utilization of self-incompatibility line	(342)
Section 5	Selection elite cross and breeding for F <sub>1</sub>	(347)
Section 6	Brief introduction of some cultivars	(350)
<b>Chapter 13</b>	<b>Radish Breeding for the Important Traits</b>	(356)
Section 1	Quality breeding	(356)
Section 2	Multiple disease resistance breeding	(365)
Section 3	Different ripening-time breeding	(370)
<b>Chapter 14</b>	<b>Cytological Engineering and Radish Breeding</b>	(374)
Section 1	Cell and tissue culture	(375)
Section 2	Anther and microspore culture	(376)
Section 3	Protoplasmic culture and somatic hybridization	(380)
Section 4	<i>In vitro</i> screening for somaclonal mutant	(382)

Section 5	Physical and chemical induction in radish breeding .....	(383)
<b>Chapter 15</b>	<b>Application of Genetic Engineering in Genetics and Breeding of Radish</b> .....	
	.....	(390)
Section 1	Gene isolation and cloning .....	(390)
Section 2	Overview of gene isolation and cloning in radish .....	(391)
Section 3	Isolation and cloning of several important genes in radish .....	(402)
Section 4	Genetic transformation in radish .....	(409)
<b>Chapter 16</b>	<b>Genetic Markers and Genetic and Breeding of Radish</b> .....	(416)
Section 1	Molecular markers .....	(416)
Section 2	Application of molecular markers in genetic and breeding of radish .....	(421)
Section 3	Genetic diversity analysis of radish germplasm resources with SSR .....	(426)
Section 4	Marker analysis of restoring gene of CMS in radish .....	(429)
Section 5	Genetic linkage map construction and gene mapping in radish .....	(430)
<b>Chapter 17</b>	<b>Seed Production in Radish</b> .....	(436)
Section 1	Cultivars degradation and purification and rejuvenation .....	(436)
Section 2	Methods of radish seeds production .....	(439)
Section 3	Technology of F <sub>1</sub> hybrid seed production .....	(443)
<b>Chapter 18</b>	<b>Principle and Technology of Radish Storage</b> .....	(448)
Section 1	Storage principle .....	(448)
Section 2	Storage technology .....	(456)
<b>Chapter 19</b>	<b>Processing and Edibility Methods of Radish</b> .....	(463)
Section 1	Processing-type varieties .....	(464)
Section 2	Processing principle .....	(464)
Section 3	Raw materials, equipments and tools used in processing .....	(474)
Section 4	Pickling processing technology .....	(477)
Section 5	Processing of drying .....	(493)
Section 6	Processing with sugar .....	(496)
Section 7	Other processing methods .....	(501)
Section 8	Edibility and dietary therapy methods .....	(502)

## 绪 论

### 第 1 节 萝卜的栽培价值及发展前景

萝卜在中国是栽培历史悠久的大众化蔬菜,已有 2700 年以上的历史。且种植面积在不断扩大,产量也在逐步提高。据不完全统计,1916 年中国萝卜栽培面积约 11.3 万 ha<sup>①</sup>,平均产量 5 250 kg/ha;1932 年河北、山东、浙江、安徽、上海 5 个省市栽培面积达 4.23 万 ha,平均产量 6 000 kg/ha。20 世纪 90 年代,据国家农业部在北京、山东、湖南、辽宁等 20 个省市调查,萝卜栽培面积超过 35.33 万 ha,平均产量达 39 303 kg/ha,栽培面积仅次于大白菜和菜粮兼用的马铃薯。据统计,2000 年全国萝卜播种面积 121.39 万 ha,在蔬菜中仅次于大白菜(202.34 万 ha)、辣椒(130.91 万 ha);2003 年全国播种面积为 121.89 万 ha,仅次于大白菜(269.93 万 ha)。

① 1 ha = 10 000 m<sup>2</sup>

## 一、对人体健康的作用

萝卜对人体健康的作用,几千年来在中国民间盛传的美誉较多,如:“十月萝卜赛人参”,“萝卜上场,大夫还乡”,“冬吃萝卜夏吃姜,不用医生开药方”,“萝卜进城,药铺关门”,“上床萝卜,下床姜,一年四季保健康”等。这些俗语是人们在生活实践中总结出来的,并在现代研究中进一步得到证实。综合中国医学科学院卫生研究所的研究结果、美国农业部营养数据库标准参考值,萝卜的营养成分如表 1-1。

表 1-1 萝卜营养成分\*

营养成分		单位	每 100 g 可食部分含量
<b>大量成分</b>			
水	Water	g	95.27
能量	Energy	kJ	66
蛋白质	Protein	g	0.68
总脂肪	Total lipid(fat)	g	0.10
灰分	Ash	g	0.55
总碳水化合物	Carohydate, by difference	g	3.40
纤维(总可食部分)	Fiber, total dietary	g	1.6
总糖	Sugars, total	g	2.12
蔗糖	Sucrose	g	0.12
葡萄糖	Glucose(dextrose)	g	1.19
果糖	Fructose	g	0.80
乳糖	Lactose	g	0.00
麦芽糖	Maltose	g	0.00
半乳糖	Galactose	g	0.00
淀粉	Starch	g	0.00
<b>矿物质</b>			
钙 Ca	Calcium, Ca	mg	25
铁 Fe	Iron, Fe	mg	0.34
镁 Mg	Magnesium, Mg	mg	10
磷 P	Phosphorus, P	mg	20
钾 K	Potassium, K	mg	233
钠 Na	Sodium, Na	mg	39
锌 Zn	Zinc, Zn	mg	0.28
铜 Cu	Copper, Cu	mg	0.050
锰 Mn	Manganese, Mn	mg	0.069
硒 Se	Selenium, Se	mcg	0.6
<b>维生素</b>			
维生素 C	Vitamin C, total ascorbic acid	mg	14.8
维生素 B <sub>1</sub>	Vitamin B <sub>1</sub>	mg	0.012

续表

营养成分		单位	每 100 g 可食部分含量
核黄素	Riboflavin	mg	0.039
烟酸	Niacin	mg	0.254
泛酸	Pantothenic acid	mg	0.165
维生素 B <sub>6</sub>	Vitamin B <sub>6</sub>	mg	0.071
叶酸	Folate, total	mcg	25
维生素 B <sub>12</sub>	Vitamin B <sub>12</sub>	mcg	0.00
维生素 A(视黄醇)	Vitamin A, IU	IU	7
维生素 K	Vitamin K(phyloquinone)	mcg	1.3
脂质			
总饱和脂肪酸总量	Fatty acids, total saturated	g	0.030
总单不饱和脂肪酸	Fatty acids, total monounsaturated	g	0.017
胆固醇	Cholesterol	mg	0
植物甾醇类	Phytosterols	mg	7
氨基酸			
色氨酸	Tryptophan	g	0.004
苏氨酸	Threonine	g	0.029
异亮氨酸	Isoleucine	g	0.030
亮氨酸	Leucine	g	0.037
赖氨酸	Lysine	g	0.035
蛋氨酸	Methionine	g	0.007
胱氨酸	Cystine	g	0.005
苯丙氨酸	Phenylalanine	g	0.023
酪氨酸	Tyrosine	g	0.013
缬氨酸	Valine	g	0.032
精氨酸	Arginine	g	0.040
组氨酸	Histidine	g	0.013
丙氨酸	Alanine	g	0.022
天冬氨酸	Aspartic acid	g	0.048
谷氨酸	Glutamic acid	g	0.132
甘氨酸	Glycine	g	0.022
脯氨酸	Proline	g	0.018
丝氨酸	Serine	g	0.021
其他成分			
β-胡萝卜素	Carotene, beta	mcg	4
叶黄素 + 玉米黄质	Lutein + zeaxanthin	mcg	10

\* 美国农业部国家营养数据库标准参考值, 2003



此外,萝卜还有许多其他成分,如淀粉酶、氧化酶腺素、氢化果胶、多缩糖、腺嘌呤、精氨酸、胆碱、组氨酸、芦菔巴碱、甙酶、莱菔子素、氧化酶、催化酶,叶中含有挥发油、维生素 A,种子中含有挥发油、脂肪等。许多成分被证实对人体健康有重要作用,萝卜中的糖化酶和淀粉酶对分解食物中的脂肪、淀粉,帮助消化,促进人体新陈代谢有重要作用,故过食脂肪含量高的食品感到油腻时,吃点生萝卜效果特别好。萝卜中芥子油有利于肠胃蠕动,可增加食欲,其醇提取物对防治脑膜炎、白喉等疾病都有一定作用。萝卜还有很好的防癌功效,其维生素 C 含量高,维生素 C 是促进人体细胞间基质结构完整的必需物质,它可阻挡癌细胞扩散;萝卜中有一种能分解亚硝酸酶的物质,还有一种叫干扰素诱发剂,它有抑制肿瘤发展的作用;萝卜中的木质素可促进巨噬细胞活力提高,起到噬食癌细胞的作用等。所以中医称萝卜在止咳、化痰、消食、顺气、生津、除躁、散淤、解毒、治喘、利尿、醒酒等许多方面都有一定的疗效。据不完全统计,萝卜对人体 30 多种疾病都有一定的疗效,所以有人称赞萝卜“熟食甘似芋,生食脆如梨,老病消凝滞,奇功值品题”。

## 二、应用范围广,食用方法多

萝卜可以熟食、生食、加工,还可药用和用作饲料。据统计,以萝卜为原料与其他食用植物可配成近 100 样菜肴供日常食用,可制作各种小菜 60 种以上,可配制针对各种疾病的医疗药方 120 多种。

除了通常的菜用、加工和药用以外,萝卜在一些特殊情况下还起了独特的作用,这也是萝卜的声誉古今广为传颂的原因。在我国历史上,许多名人因食萝卜而得益的记载是举不胜举。相传曹操在一次长途行军中,粮草供应不上,许多将士得了寒病,一老汉送上白萝卜和酒,使将士们既填了肚子又治了病,曹操十分感谢,送老汉一副对联“圪土坝,萝卜大,当菜当粮美美美。活菩萨,献良方,医兵医将高高高”。宋朝末代皇帝因打败仗,逃跑途中饥饿不已,一和尚做了一碗萝卜、海带、咸菜汤献上,皇帝吃后精神大作并将这汤赐名为“护国菜”。慈禧太后在 73 岁生日时,吃了一道具白萝卜、红萝卜和肉制作的菜肴,大赞此菜味美,连说“好龙肉”。此类的传说和记载甚多。如:孔子偶尔吃到鱼、羊肉和萝卜一起烧的汤,大加赞扬,并高兴地命名为“鱼羊鲜汤”;“东坡菜汤”就是由湖北黄州萝卜为原料制作的;武则天的花匠因劳积成病,经喝白萝卜、胡萝卜加肉类煎成的混合汁治好了病;杨贵妃的“减肥菜”中有萝卜、胡萝卜;刘邦、宋江、乾隆等人都对萝卜制作的菜肴作过评价。近代也有不少名人对萝卜情有独钟。

在人们生活非常困难,甚至食不裹腹时,萝卜也能作粮充饥,特别在遇到大的自然灾害民不聊生时,由于萝卜生长快,产量高,用途多,就成了灾后重建家园的重要作物。汉朝末年,国家突遭特大水灾,灾后人民衣食无着时,汉桓帝下诏曰:“横水为灾,五谷不登,令所伤郡国,皆种菁,以助民食。”菁,即为萝卜。史书记载此诏书结果“然此可能度凶年,救饥谨,干而蒸食,既甜且美,自可藉口,何必饥谨。若值凶年,一顷田乃养活百人”。可见萝卜救灾已有悠久历史。在《三农纪》中记有:少种一亩卜,减得十亩谷(1 亩萝卜等于 10 亩谷)。

萝卜除了上述功用外,还有其特殊用途,如它是雕刻宴席上艺术品的原料。由于萝卜皮光,色鲜明亮,皮薄肉脆无筋,表里结构均匀,可雕飞禽、走兽、花、草、虫、鱼。