

芽苗菜及栽培技术

王德槟 张德纯 编著

中国农业大学出版社

编 著 王德槟 张德纯

责任编辑 李丽君

封面设计 郑 川

编者的话

芽苗菜源于我国,历史悠久,但长期以来在栽培技术和种类方面,一直没有开拓性的进展,黄豆芽、绿豆芽、蚕豆芽始终一统着芽菜市场,在栽培方法上虽也采用了豆芽机、无根豆芽专用剂等现代技术,但在研究思路和技术特征方面,仍未脱离开传统的生产模式。进入90年代后,随着我国改革开放和经济的不断发展,蔬菜产品生产供应总量与社会需求总量已基本取得平衡,人民生活水平日益提高,这些变化促进了人们消费观念的转变,对蔬菜产品的需求也开始从数量消费型向质量消费型转化,人们已不仅仅满足于充足的供应数量,而更加关注产品的商品外观、内涵品质(营养、保健功效等)以及食用安全性和卫生等质量目标。在这样的社会背景下,芽菜作为富含营养、优质、清洁无污染的保健食品,重新受到人们的重视。由此以芽菜种类品种的创新、栽培技术的现代化为目标的新型芽苗菜的研究和开发工作便应运而生。1994年7月由本书作者主持了中国农业科学院蔬菜花卉研究所试验课题“高档绿色食品——芽菜的生物学基础及规范化生产技术研究”,并正式与中国绿色食品发展中心签订了研究项目合同书,主要对适于大面积商品化生产的芽苗菜种类进行筛选和综合评价,并在生物学性状观察基础上进行综合性栽培技术的研究和开发。经过近5年的努力,通过对30多种蔬菜、粮食、油料及药用植物进行芽苗菜栽培试验,并对其适应性、商品性以及市场需求进行综合评价和筛选,拓展了芽苗菜的种类,已使种芽香椿、豌豆苗、萝卜菜、荞麦苗、赤豆苗、萝卜苗、苜蓿芽、花生芽等8种籽(种)芽菜及芽球菊苣、花椒脑、枸杞头(梢)等体芽菜产品陆续进入市场,其中豌豆苗已成为大规模开发的主栽品种。与此同时还创造了利用轻工业厂房等房舍以及温室、塑料大棚,在弱光条件下进行新型芽苗菜半封闭式(基本与外界条件相隔离)、多层立体、无土、免营养液栽培的规范化集约生产新模式;提出了以“移动式立体

栽培架”、“苗盘低床栽培”、“二段式播种催芽”、“叠盘催芽”、“雾化喷淋”、“活体销售”等独特技术为核心的规范化生产综合配套技术及其管理标准。

新型芽苗菜产销技术由于符合社会经济发展的潮流、方向和需求,几年来推广速度很快,目前已覆盖全国 27 个省、市(自治区)共 111 个城市,至 1997 年已累计总产新型芽苗菜 3 187.5 万盘(折合可食产品 1 593 万千克),栽培面积约 478 万平方米,从而开创了国内进行新型芽苗菜大面积商品化生产的新局面。新型芽苗菜生产周期短、见效快、收益大,因此已成为目前蔬菜业短、平、快的热点投资项目之一。预计在今后 3~5 年内,芽苗菜产品将进一步普及到所有城市,并将从宾馆、饭店进入到寻常百姓家,从而将成为 21 世纪一类受欢迎的绿色食品和保健蔬菜。

为了进一步推动新型芽苗菜产销的发展,也为了满足生产者对芽苗菜生产技术的渴求,作者在总结前人经验的同时,以自己的实践为基础,以最新的科研成果和开发进展为主要内容撰写成本书敬献给热心的读者。但是新型芽苗尚处在发展的初始阶段,书中所介绍的有关技术尚不够完善,还亟待改进或开拓,我们期望本书能起到抛砖引玉的作用,更希望感兴趣的同行朋友能共同进行研究和开发,以便将新型芽苗菜的产销技术推向更成熟的新阶段。

作 者

1998 年 4 月 15 日

内 容 提 要

芽苗菜作为富含营养、优质、清洁无污染的保健食品重新受到人们的瞩目。近年来,以芽苗菜种类的创新和栽培技术现代化为目标的新型芽苗菜的研究和开发工作蓬勃开展起来。本书在总结有关新型芽苗菜研究成果和开发进展的基础上,向读者系统地介绍了芽苗类蔬菜的发展历史和现状,定义和分类,特点和产品营养,种子和围植材料的特性以及各种籽(种)芽菜和体芽菜传统或现代的栽培技术。全书内容丰富、通俗易懂,可作为蔬菜生产和经营者开发芽苗类蔬菜的指南,也可供各级蔬菜行政管理部门、蔬菜技术推广站(中心)以及大专院校等蔬菜专业技术人员和教师作参考。

目 录

概述	(1)
一、芽苗类蔬菜的发展历史和现状	(1)
(一) 芽苗类蔬菜的发展历史	(1)
(二) 芽苗类蔬菜的现状	(3)
二、芽苗类蔬菜的定义和分类	(5)
(一) 芽苗类蔬菜的定义	(5)
(二) 芽苗类蔬菜的分类	(7)
(三) 适宜芽苗类蔬菜大面积商品化生产种类的选择原则	(9)
三、芽苗类蔬菜的特点	(12)
(一) 芽苗类蔬菜较易达到绿色食品的要求	(12)
(二) 芽苗类蔬菜是生产效率和经济效益较高的蔬菜	(13)
(三) 芽苗类蔬菜适于多种生产方式	(14)
(四) 芽苗类蔬菜是城市农业首选项目	(15)
四、芽苗类蔬菜的营养	(17)
(一) 芽苗类蔬菜种子的营养成分	(17)
(二) 芽苗类蔬菜种子萌发期间的生物化学变化	(19)
(三) 芽苗类蔬菜的营养特色	(20)
五、芽苗类蔬菜与饮食文化	(30)
六、发展芽苗类蔬菜生产应注意的问题	(35)
七、芽苗类蔬菜发展展望	(36)
芽苗类蔬菜种子及囤植材料的特征、特性	(39)
一、芽苗菜种子的概念	(39)

(一) 植物学上的种子	(39)
(二) 植物学上的果实	(39)
(三) 营养器官	(39)
二、籽(种)芽菜种子的特征及特性	(40)
(一) 籽(种)芽菜种子的外部形态	(40)
(二) 籽(种)芽菜种子的内部构造	(41)
名词注释	(45)
(三) 主要籽(种)芽菜种子的形态构造	(47)
三、芽苗菜种子的萌发	(53)
(一) 萌发的概念	(53)
(二) 萌发的过程	(53)
(三) 萌发的条件	(55)
四、籽(种)芽菜芽苗的结构形态	(68)
(一) 芽苗结构	(68)
名词注释	(70)
(二) 正常芽苗标准	(71)
(三) 主要籽(种)芽菜芽苗形态	(72)
五、芽苗类蔬菜种子检验	(75)
(一) 净度检验	(75)
(二) 品种纯度检验	(76)
(三) 种子发芽力检验	(76)
六、体芽菜团植材料的特征特性	(80)
(一) 肉质直根	(80)
(二) 根状茎(根茎)	(81)
(三) 宿根	(82)
(四) 木本植物的茎和枝条	(82)
(五) 植株的幼梢、嫩尖	(83)

芽苗类蔬菜的生产方法	(84)
一、籽（种）芽菜的生产	(84)
(一) 传统的豆芽菜（发豆芽）生产	(85)
(二) 传统的土壤栽培生产	(90)
(三) 现代 的无土（基质）栽培生产	(95)
二、体芽菜的生产	(118)
(一) 土壤围植栽培	(119)
(二) 无土围植栽培	(153)
(三) “梢”、“尖”、“头”、“脑”的栽培	(159)

概 述

一、芽苗类蔬菜的发展历史和现状

(一) 芽苗类蔬菜的发展历史

我国是生产、食用芽菜最早的国家。在《神农本草经》(约成书于秦汉时期)中有:“大豆黄卷,味甘平,主湿痹、筋挛、膝痛”。这里的“大豆黄卷”就是晒干了的黄豆芽。当时的黄豆芽是作为药用的。到宋代,有了用大豆生豆芽作为蔬菜食用的记载。如北宋苏颂的《图经本草》上说:“菜豆为食中美物,生白芽,为蔬中佳品。”南宋后期林洪也曾在《山家清供》书中详细介绍了生豆芽菜的方法。如:“温陵人前中元数日,以水漫黑豆,暴之及芽,以糠皮置盆内,铺沙植豆,用板压,及长,则覆以桶,晓则晒之,欲其齐而不为风日侵也,中元则陈于祖宗之前,越三日出之洗淖。渍以油盐苦酒香料,可为茹。”南宋孟元老所撰《东京梦华录》中的豆芽菜条目,则是生绿豆芽的最早记载。明王象晋在《群芳谱》中详细介绍了生绿豆芽的方法:“先取湿沙纳瓷器中,以绿豆匀撒其上,如种艺法,深桶覆压室中,勿令见风日,一次淘水洒透。候其苗长寸许,摘取蟹眼,汤焯之,以料齏供之。赤豆亦可,然不如绿豆之佳。”

香椿栽培在我国至少有 2 300 多年历史,《禹贡》上有

“杔干栝柏”的记述；《山海经》有“成侯之山，其地多杔木”。这里的“杔”、“杔”均指香椿。《本草纲目》中提到了香椿的食用：“椿木皮细，肌实而赤，嫩叶香甘可茹。”《农政全书》对香椿的食用作了描述：“其叶自发芽及嫩时，皆香甘。生熟盐腌皆可茹。”民间在历代生产中，逐渐形成了大面积的香椿生产，成为地方名特产。如安徽太和县清道光二十八年（1848年）县志记载：“旧县集到岳湾二十四华里的沙河两岸约有香椿八千余亩，已成园林”。

豌豆苗历来是我国人民喜食的芽菜。东汉《四民月令》中有“正月可种春麦、豌豆”。在《植物名实图考长篇》中有“豌豆苗作蔬极美”之话，是我国人民历来喜食豌豆苗的生动写照。

苜蓿芽是一种极富营养的芽菜，我国人民已有近千年的食用历史。苜蓿原产西域，西汉时传入我国。《史记·大宛列传》中记载：“大宛俗嗜酒，马嗜苜蓿，汉使取其实来，于是天子始种苜蓿。”这里的汉使就是张骞。

芽菜和人们日常生活联系之广，可在我国许多文学作品中见阅。如《红楼梦》中就有贾府的小姐用自己的私房钱请管家婆婆买豆芽菜改善伙食的生动描写。一些美食家笔下的“黄鸟钻翠林”其实就是常见于老百姓饭桌上的黄豆芽炒韭菜。我国北方居民有立春之日吃春饼的习俗，名曰“吃春”。在吃春饼时，素炒绿豆芽是必不可少的佳肴。每到立春之日，市场上绿豆芽价钱是平日数倍，老百姓乐而购之，不以为怪。

芽菜的生产及食用，是我国饮食文化组成的一部分，也是对世界饮食发展的贡献。随着经济、文化的交流，芽菜由中国最早传入日本并深受日本人民所喜爱。到了日本江户时

期，芽菜开始作为商品生产。当时芽菜被视为奢侈品，只能为武士阶级和富商等少数人享用。直到明治中期以后，芽菜生产栽培才有了较大的发展，形成了芽菜生产产业。

芽菜在一些欧美国家也深受人民喜爱，像象小扁豆芽、商陆芽、苜蓿芽等，是美国人民经常食用的芽菜。

（二）芽苗类蔬菜的现状

豆芽菜是我国古代食品的重大发明之一，在我国有着悠久的栽培历史。国外豆芽菜的生产技术早年由我国传入日本及新加坡、泰国等东南亚国家，此后辗转传到西欧和美洲大陆。美国在本世纪40年代开始进行豆芽生产，美国和德国的医学和食品营养专家对豆芽菜的营养及保健价值进行了深入的研究。近几十年来新加坡、日本等国家率先采用现代技术相继推出了能自动控温和淋水的“豆芽机”，并使用了无根豆芽专用剂，推出了“无根豆芽”产品，使传统的豆芽菜栽培技术及其产品跟上了时代发展的步伐。但是，可能由于饮食习惯等原因，西欧各国及美国等发达国家在蔬菜栽培领域，虽拥有各种先进的现代化农业技术，但在除豆芽菜以外的其它籽（种）芽菜方面，只有过关于苜蓿、酸模蓼、独行菜、黑芥和某些香料作物的芽苗菜及其营养价值的零星报道，此类蔬菜进行大规模商品化生产及其产销技术尚无研究和报道。我国的近邻——日本，在进入70年代后开始进行芽苗菜商品化生产的研究，80年代后已利用现代无土栽培技术，在先进的塑料温室等园艺设施中进行芽苗菜的大规模商业化生产，其中以萝卜芽生产面积最大，已成为日本人民吃生鱼片时必备的调味食品。日本蔬菜育种专家已选育出优质、丰产、速

生、具有微辛或辛辣味，以及红、绿不同颜色的萝卜芽生产专用品种。但是日本芽苗菜生产的种类单一，除萝卜芽外，豌豆苗等其它新颖芽苗菜则很少在市场上出现。在生产方式上多采用营养液、基质栽培技术，在塑料温室等园艺设施中进行平面生产，基质种类多采用河沙、草炭、蛭石、泡沫塑料块等常规材料。

我国台湾省于 80 年代进行了新颖芽苗菜商品化生产研究，目前已具有多处像桃园县青山综合农场那样进行大规模商业化生产的芽苗菜农场，其发展水平大致相当于日本，但大面积生产的产品多以豌豆苗为主，所使用的种子多由新西兰和澳大利亚进口，在催芽技术上开始采用层架式管理，并已研制采用小型播种机械及轻便型切割机械进行播种与收获，在芽苗菜的销售方式方面与日本一样均采用了小包装上市。

近年来，国内在豆芽菜生产技术方面已开始采用“豆芽机”等生产技术。但对萝卜芽、豌豆苗等新颖芽苗菜商品化生产的研究还处于初级阶段。80 年代中期北京航天部长青公司从日本引进全封闭植物工厂，萝卜芽等芽苗菜也曾作为试种蔬菜之一进行无土栽培，但终因耗能大、成本高而失败。80 年代末，北京市农林科学院蔬菜研究中心等单位率先对萝卜芽、豌豆苗等芽苗类蔬菜进行引种和试种，并有少量产品上市，但尚未形成一整套适合于我国国情的商品化生产技术，其产品也尚未大批量占领市场。芽苗菜一直徘徊在小面积研究和试种、试销阶段，未能在社会上造成影响。

在上述基础上，中国农业科学院蔬菜花卉研究所芽苗菜课题组从 1994 年起承担了农业部绿色食品发展中心下达的

《高档绿色食品——芽苗菜的营养及规范化生产技术研究》项目。此项研究工作的开展，有力地推动了芽菜的生产，这表现在以下几个方面：

1. 芽菜定义的完善 对芽菜定义进行了适当的扩充和修定，给予芽菜一个更科学、确切、完整的定义。在芽菜的范围中，明确提出了“籽芽菜”和“体芽菜”的概念。这是芽菜研究进展中的重要进展。将芽菜主要来自豆科种源扩大到十字花科、禾本科、菊科等 20 个科属近 30 多个种类，使芽菜在蔬菜品类中占有了相应的地位。

2. 芽菜生产规模扩大 开始了大规模、集约化、工厂化芽菜生产。这种生产方式一般采用半封闭的工厂厂房，人工控制温度、湿度、光照，严格按照制定的工艺流程进行芽菜管理，使传统的芽菜生产开始向现代化的工业生产迈进。

3. 芽菜种类增加 从国外引进一批适合我国人民饮食习惯的芽菜。如菊苣芽球、独行菜芽、黄芥芽等。

4. 扩大宣传 全国已有近百个大中城市生产芽菜。广大消费者进一步了解了芽菜，从维护身体健康角度，芽菜受到人民的喜爱，成为人们公认的天然保健绿色食品。

二、芽苗类蔬菜的定义和分类

（一）芽苗类蔬菜的定义

我国劳动人民在长期的生产实践中，早已认识到一些植物（种子）的芽及幼嫩的器官可供食用。并将这一类食品冠以“芽”、“脑”、“梢”、“头”、“尖”等名字，以表示其品质

鲜嫩、口感清脆、营养丰富等特点。这表明古人已为芽类蔬菜规定了一个大体的范畴。民间也对芽类蔬菜有一些相约成俗的叫法，如民间食用的“柳芽”即是柳树枝条在春天萌发出的嫩芽，“佛手瓜尖”即佛手瓜秧的幼嫩梢头，“菊花脑”即菊科中一种多年生植物的宿根在春季萌发出的幼芽嫩叶。“脑”在字意中有物之精华之意。

芽菜生产历史悠久、种类繁多，但一直未有一个较完整、准确的定义。1957年出版的《中国蔬菜栽培学》对芽菜种类作了扩展，将芽菜定义为：“使豆子或萝卜、荞麦等种子，萌发伸长而作蔬菜，故名芽菜”。并指出：芽菜利用种子内所贮藏的养分，不必施用肥料，且一般不必播于土中（也有播于沙或土中者）即可行弱光软化栽培。上述定义除了传统的用豆类种子发芽生成芽菜外，也包括了用蔬菜种子萝卜和作物种子荞麦所生成的芽菜。

中国的芽菜生产技术是在日本江户时代传入日本的，但种类一直限于黄豆芽、绿豆芽、萝卜芽和荞麦芽。日本《野菜园艺大事典》对芽菜的定义是：“芽菜是豆类和荞麦等的种子在黑暗中发芽的产物”（田村茂，1977）。此定义基本类同《中国蔬菜栽培学》（吴耕民，1957）注释的定义。

1982年出版的日文《软化·芽物野菜》（西垣繁一）一书中对芽菜有如下的论述：“温室栽培床栽培，密播。适当的温、湿度保证发芽，生产出柔软、多汁的植物幼芽、幼叶作为商品。”这段论述将芽菜的范围扩展到植物的幼嫩器官，很类似我国对芽菜的传统称谓——芽、头、梢、尖、脑的概念。

1990年《中国农业百科全书·蔬菜卷》问世。该卷将芽菜定义为：“豆类、萝卜、苜蓿等种子遮光（或不遮光）发芽

培育成的幼嫩芽苗。”并将芽菜列入按农业生物学分类的 15 类蔬菜之中，这一定义列举了苜蓿芽等其它芽菜，丰富了芽菜的种类，但仍将芽菜的范围局限于由种子发芽而成的幼嫩芽苗，未能包括由植物营养器官生成的尖、梢、头、脑等芽菜。

1994 年，中国农业科学院蔬菜花卉研究所芽苗类蔬菜研究课题组在前人定义的基础上，对芽菜的定义给予了适当的扩充，修定为：“凡利用植物种子或其它营养贮存器官，在黑暗或光照条件下直接生长出可供食用的嫩芽、芽苗、芽球、幼梢或幼茎均可称为芽苗类蔬菜，简称芽苗菜或芽菜”。

拓展后的芽菜定义，重新界定了芽苗菜的范围，规范了芽菜的种类，完善了蔬菜的分类体系，对明确芽苗菜在蔬菜农业生物学分类中的地位，发展今后芽苗菜科学研究及芽苗菜生产具有重要意义。

（二）芽苗类蔬菜的分类

依照上述修定过的定义，根据芽苗类蔬菜产品形成所利用营养的不同来源，可将芽苗类蔬菜分为籽（种）芽菜和体芽菜两类。前者指利用种子中贮藏的养分直接培育成幼嫩的芽或芽苗（多数为子叶展开，真叶露心），如黄豆、绿豆、赤豆、蚕豆芽以及香椿、豌豆、萝卜、黄芥、蕹菜、荞麦、苜蓿芽苗等；后者多指利用 2 年生或多年生作物的宿根、肉质直根、根茎或枝条中累积的养分，培育成芽球、嫩芽、幼茎或幼梢。如由肉质直根在遮光条件下培育的菊苣芽球，由宿根培育成的菊花脑、马兰头等（均为幼芽或幼梢），由根茎培育成的姜芽、石刁柏、竹笋（均为幼茎），以及由植株、枝条

培育的树芽香椿、枸杞头、花椒脑（均为嫩芽、嫩叶）和豌豆尖、辣椒尖、佛手瓜尖（均为幼梢）等。目前，无论是籽（种）芽菜还是体芽类，它们所包括的种类还在不断发展和扩大中（表 1）。

表 1 常见芽菜植物学分类表

名 称	植物学分类	种子拉丁名	种子英文名
绿豆芽	豆科豇豆属	<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek	mungbean
黄豆芽	豆科大豆属	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	soybean
(黑豆芽)			
(青豆芽)			
(红豆芽)			
蚕豆芽	豆科野豌豆属	<i>Vicia faba</i> L.	broad bean
红小豆芽	豆科豇豆属	<i>Vigna angularis</i> (Willd) Ohwi & Ohashi	adzuki bean
豌豆芽	豆科豌豆属	<i>Pisum sativum</i> L.	vegetable pea
花生芽	豆科落花生属	<i>Arachis</i> L.	peanut
苜蓿芽	豆科苜蓿属	<i>Medicago falcata</i> L.	Alfalfa
小扁豆芽	豆科小扁豆属	<i>Lens culinaris medic.</i>	lentil
萝卜芽	十字花科萝卜属	<i>Raphanus sativus</i> L.	radish
菘蓝芽	十字花科菘蓝属	<i>Isatis indigotica</i> Fort.	woad
沙芥芽	十字花科沙芥属	<i>P. coruntum</i> (L.) Gaerten	cornutcd pu-
		<i>P. dalabraatum</i> Maxim.	gionium
芥菜芽	十字花科芸苔属	<i>B. juncea</i> Coss.	mustards
芥蓝芽	十字花科芸苔属	<i>Brassica alboglabra</i> Bailey	Chinese kale
白菜芽	十字花科芸苔属	<i>Brassica campestris</i> L. ssp.	Chinese cab-
		<i>Pekinensis</i> (Lour) Olsson	bage
独行菜芽	十字花科	<i>Lepidium sativum</i> L.	
香椿种芽	楝科香椿属	<i>Toona sinensis</i> (A. Juss) Roem	Chinese toon
向日葵芽	菊科向日葵属	<i>Helianthus</i> L.	sunflower
荞麦芽	蓼科荞麦属	<i>Fagopyrum</i> Mill	buck wheat
胡椒芽	胡椒科胡椒属	<i>Piper nigrum</i> L.	pepper

续表

名称	植物学分类	种子拉丁名	种子英文名
胡麻芽	亚麻科亚麻属	<i>Linum usitatissimum</i> L.	linseed
蕹菜芽	旋花科甘薯属	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk	water spinach
芝麻芽	胡麻科胡麻属	<i>Sesamum indicum</i> L.	sesame
黄秋葵芽	锦葵科锦葵属	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	okra
枸杞芽	茄科枸杞属	<i>L. chinense</i> Miller	Chinese wolfberry
花椒芽	芸香科花椒属	<i>Zanthoxylum bungeanum</i> Maxim	
菊苣芽球	菊科菊苣属	<i>Cichorium intybus</i> L.	Chicory
菊花脑	菊科菊属	<i>Chrysanthemum nankingense</i> Hand. Mzt.	Vegetable chrysanthemum
马兰头	菊科马兰头属	<i>Kalimeris indica</i> (L.) Sch-Bip	Indian kalimeria
苦苣芽	菊科苦苣属	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	common sow-thistle
佛手瓜尖	葫芦科佛手瓜属	<i>Sechium edule</i> Swartz	chayote
辣椒尖	茄科辣椒属	<i>Capsicum frutescens</i> L.	sweet pepper
豌豆尖	豆科豌豆属	<i>Pisum sativum</i> L.	vegetable pea
芦笋	百合科天门冬属	<i>Asparagus officinalis</i> L.	asparagus
香椿树芽	楝科香椿属	<i>Toona sinensis</i> A. Juss Roem	Chinese toon
竹笋	禾本科中竹亚科	<i>Phyllostachys pubescens</i> Mazel.	bamboo shoot
姜芽	姜科姜属	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	ginger
蒺藜蒿	菊科蒿属	<i>Artemisia selengensis</i> Turcz	selleng wormood

(三) 适宜芽苗类蔬菜大面积商品化 生产种类的选择原则

根据修定后的芽苗类蔬菜定义，目前可包括在芽类蔬菜中的大约有 15 科 40 余种，由于发展势头迅猛，其种类还在