



绿色食品基础培训教程

# 种植业

中国绿色食品发展中心 组织编写

张文 罗斌 主编



Chemical Industry Press



化学工业出版社

“三农”读物出版中心

绿色食品基础培训教程

# 种 植 业

中国绿色食品发展中心 组织编写

张 文 罗 斌 主编



化学工业出版社  
“三农”读物出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

种植业/张文, 罗斌主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 11

绿色食品基础培训教程

ISBN 7-5025-6295-8

I. 种… II. ①张…②罗… III. 种植业-技术培训-教材 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 114885 号

---

绿色食品基础培训教程

种植业

中国绿色食品发展中心 组织编写

张文 罗斌 主编

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 陶燕华

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行

“三农”读物出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 14 $\frac{1}{4}$  字数 396 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6295-8/S·145

定 价: 29.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 序

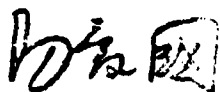
中国绿色食品发展中心组织编写的《绿色食品基础培训教程》正式出版了，这是第一套系统地将绿色食品标准和技术与农业和食品加工业实际结合编写的教材。这部教材的出版，对于进一步宣传和普及绿色食品基本知识、推广绿色食品生产技术、科学指导绿色食品开发和管理工作的，具有重要意义。

绿色食品生产是一项开创性的事业，经过 10 多年的发展，现已有了一定的规模 and 影响。实践表明，发展绿色食品事业，需要通过不断地总结经验和探索规律，建立健全绿色食品生产技术和管理体系，并落实到“从土地到餐桌”全程质量控制之中。要实现这一目标，一条基本途径是开展培训工作，建立一支具有较高业务能力和专业素质的队伍，并指导和带动企业和农户掌握和应用绿色食品生产技术；而做好培训工作，编写高质量教材是基础。《绿色食品基础培训教程》的编辑出版，使绿色食品技术培训的内容更加完整和规范，系统性和专业性也更强，对提高培训效果将起到积极的促进作用。

《绿色食品基础培训教程》按照产业发展的链条，对绿色食品种植业生产、畜（水）产品养殖和食品加工等方面的专业知识和技术作了比较深入和系统的介绍。整套教材分为《种植业》、《畜牧业》、《水产业》和《食品加工业》四册，四册教材之间联系紧密、各有侧重，组成了一个整体。同时，每册教材又相对独立地阐述了该行业生产的基本过程和方式，并融入了绿色食品生产的原则与要求。教材编写完成后，首先在绿色食品工作系统培训时进行了试用，然后根据学员和专家的意见对教材作了修改，使教材的质量得到了进一步提高。

理论建设和技术创新是绿色食品事业发展的重要组成部分，也

是一项长期任务。今后，我们将进一步加强与有关大专院校和研究机构的合作，充分发挥科技专家的支撑作用，采取多种有效方式和途径，为广大绿色食品生产企业和农户提供技术服务，共同推动绿色食品事业加快发展，为不断提高我国农产品质量安全水平、保障城乡居民消费安全做出更大的贡献。

A stylized handwritten signature in black ink, appearing to read '杨杰' (Yang Jie), enclosed within a faint rectangular border.

2004 年 10 月

## 前 言

20 世纪 90 年代初，围绕中国人民千百年的温饱问题基本得到解决，我国农业发展进入以优质、高产、高效、生态、安全为目标的新阶段。绿色食品——一个顺应时代发展的新概念、新事物，伴随着农业发展新阶段的到来而产生。14 年来，绿色食品植根中国传统农业，依靠现代科学技术，实行全程质量控制，创新生产经营方式，逐步成为具有一定规模和国内外影响力的知名品牌，并成为对农业结构调整、农民增收和农产品出口起着积极促进作用的新兴产业。

绿色食品，无污染、安全、优质、营养。靠的不是拒绝现代科学技术和工业成果的回归自然的农耕方式，而是更好地运用现代农业生产技术，解决农产品生产中数量与质量的关系，以满足生活水平不断提高的人们对农产品优良品质的需求；靠的不是子承父业的经验种田，而是掌握现代农业科技的生产者，按照现代生产经营方式进行的标准化生产，以实现农业产业升级和可持续发展。可以说，科技进步和人才培养在绿色食品发展中起着至关重要的作用。

本教程立足现代农业科技，总结绿色食品种植业生产 14 年的科技成果，从播下绿色的种子，耕耘绿色作物，到收获绿色的成果，分为农作物的生长发育、农作物生产的环境条件、农作物的繁殖、品种选育、肥料使用、病虫害及其综合治理、农药使用、大田作物生产、果树生产、蔬菜生产 10 个部分（章）。系统全面、精练实用，具有基础性、综合性和实用性特点，可为从事绿色食品生产的企业和农户提供一些基础性的技术指导，同时，也可作为农业院校和培训单位的教学参考书，以利于科技兴“绿”，人才促“绿”。

本教程编写和出版得到中国农业大学的大力支持和帮助，

梁振兴、徐秀蓉、朱立新和张国珍等参加了本教程的编写和审改。本教程编写中虽力求内容的完整、系统、准确，但由于内容多、时间紧，加之我们对快速发展和变化之中的绿色食品的探索 and 认识还不够深入，书中遗漏和错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 农作物的生长发育 .....     | 1  |
| 第一节 农作物生产的特点 .....     | 1  |
| 一、农作物生产的特点 .....       | 1  |
| 二、农作物的类别 .....         | 1  |
| 第二节 农作物的器官组成 .....     | 2  |
| 一、根 .....              | 2  |
| 二、茎 .....              | 3  |
| 三、叶 .....              | 5  |
| 四、花和花芽分化 .....         | 6  |
| 五、果实和种子 .....          | 10 |
| 六、各器官间的相互关系 .....      | 14 |
| 第三节 农作物的生长发育周期 .....   | 16 |
| 一、生命周期 .....           | 16 |
| 二、生育期与生育时期 .....       | 17 |
| 三、休眠期 .....            | 18 |
| 第四节 农作物的产量和品质形成 .....  | 22 |
| 一、农作物产量和产量构成 .....     | 22 |
| 二、产品品质及其影响因素 .....     | 28 |
| 第二章 农作物生产的环境条件 .....   | 36 |
| 第一节 我国气候的特点与气候资源 ..... | 36 |
| 一、我国气候的特点 .....        | 36 |
| 二、气候资源分析 .....         | 38 |
| 三、气候资源与农业区划 .....      | 38 |
| 第二节 农作物对温度的要求 .....    | 42 |
| 一、温度的作用 .....          | 42 |
| 二、温度三基点 .....          | 43 |
| 三、土壤温度与作物生长发育 .....    | 44 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 四、积温 .....                  | 45 |
| 第三节 农作物对光照的要求 .....         | 47 |
| 一、太阳光的性质 .....              | 47 |
| 二、光照强度 .....                | 48 |
| 三、光周期 .....                 | 50 |
| 四、光质 .....                  | 52 |
| 第四节 水分与灌溉 .....             | 52 |
| 一、水的作用 .....                | 52 |
| 二、土壤水分类与作物的吸水方式 .....       | 53 |
| 三、作物需水量和需水临界期 .....         | 55 |
| 四、节水农业和旱作农业 .....           | 56 |
| 第五节 土壤与营养 .....             | 60 |
| 一、土壤与土壤肥力 .....             | 60 |
| 二、土壤的基本物质组成 .....           | 61 |
| 三、土壤的主要性质及其对作物的影响 .....     | 61 |
| 四、我国主要低产田的土壤改良 .....        | 63 |
| 五、农作物的营养条件与施肥 .....         | 64 |
| 第六节 农业气象灾害 .....            | 64 |
| 一、旱灾 .....                  | 64 |
| 二、涝灾 .....                  | 65 |
| 三、霜冻 .....                  | 65 |
| 四、冷害 .....                  | 66 |
| 五、冰雹 .....                  | 67 |
| 六、日烧 .....                  | 67 |
| 七、干热风 .....                 | 67 |
| 第七节 绿色食品种植业对产地环境质量的要求 ..... | 68 |
| 一、产地环境质量对绿色食品生产的影响 .....    | 68 |
| 二、绿色食品产地对环境质量的要求 .....      | 70 |
| 第三章 农作物的繁殖 .....            | 74 |
| 第一节 种子繁殖 .....              | 74 |
| 一、种子繁殖的特点与应用 .....          | 74 |
| 二、种子的采集、采后处理及储藏 .....       | 75 |
| 三、影响种子萌发的因素 .....           | 78 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 四、播种前的处理 .....             | 80  |
| 五、播种 .....                 | 82  |
| 第二节 营养器官繁殖 .....           | 83  |
| 一、嫁接繁殖 .....               | 83  |
| 二、扦插繁殖 .....               | 92  |
| 三、压条繁殖 .....               | 98  |
| 四、分生繁殖 .....               | 100 |
| 第三节 植物的组织培养和无病毒苗木的培育 ..... | 102 |
| 一、植物组织培养的概念及种类 .....       | 102 |
| 二、植物组织培养所需设备及条件 .....      | 103 |
| 三、植物组织培养的一般程序 .....        | 104 |
| 四、无病毒苗木的培育及鉴定 .....        | 105 |
| 第四章 农作物的品种选育 .....         | 108 |
| 第一节 品种选育的任务和目标 .....       | 108 |
| 一、品种选育的任务 .....            | 108 |
| 二、品种选育的主要目标 .....          | 109 |
| 三、制定品种选育目标的基本原则 .....      | 110 |
| 第二节 种质资源及引种 .....          | 111 |
| 一、种质资源的概念和类别 .....         | 111 |
| 二、种质资源的重要性 .....           | 112 |
| 三、种质资源工作内容 .....           | 113 |
| 四、引种 .....                 | 116 |
| 第三节 品种选育的主要方法 .....        | 118 |
| 一、选择育种 .....               | 118 |
| 二、常规杂交育种 .....             | 123 |
| 三、远缘杂交育种 .....             | 125 |
| 四、杂种优势利用 .....             | 126 |
| 五、其他育种方法 .....             | 130 |
| 第四节 良种繁育与种子检验 .....        | 133 |
| 一、品种的审定与推广 .....           | 133 |
| 二、良种繁育 .....               | 135 |
| 三、种子检验 .....               | 137 |
| 第五章 农作物生产中的肥料使用 .....      | 140 |
| 第一节 植物营养与施肥 .....          | 140 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、植物营养概念 .....             | 140 |
| 二、植物必需营养元素 .....           | 140 |
| 三、作物营养与施肥 .....            | 144 |
| 第二节 肥料的种类与施用 .....         | 150 |
| 一、肥料的种类 .....              | 150 |
| 二、有机肥种类与施用 .....           | 150 |
| 三、大量元素肥料种类与施用 .....        | 155 |
| 四、微量元素的种类与施用 .....         | 160 |
| 第三节 肥料有效施用技术 .....         | 162 |
| 一、基肥有效施用方法和技术 .....        | 162 |
| 二、种肥的有效施用方法和技术 .....       | 163 |
| 三、追肥的有效施用方法和技术 .....       | 164 |
| 第四节 施肥与农产品品质及环境 .....      | 165 |
| 一、氮肥对农产品品质的影响 .....        | 165 |
| 二、磷肥对作物品质的影响 .....         | 166 |
| 三、钾肥对农产品品质的影响 .....        | 166 |
| 四、施肥对环境的影响 .....           | 167 |
| 五、减少环境污染的施肥技术 .....        | 167 |
| 第五节 肥料的混合施用 .....          | 168 |
| 一、化学肥料的混合 .....            | 168 |
| 二、肥料与农药的混合 .....           | 170 |
| 三、生物肥料与其他肥料混合 .....        | 172 |
| 第六节 生产绿色食品施肥准则 .....       | 173 |
| 一、绿色食品施肥的基本原则 .....        | 173 |
| 二、绿色食品的肥料使用准则 .....        | 174 |
| 第六章 农作物生产中的病虫害及其综合治理 ..... | 177 |
| 第一节 植物保护与农业发展 .....        | 177 |
| 一、植物有害生物的概念 .....          | 177 |
| 二、植物保护与农业可持续发展 .....       | 177 |
| 第二节 植物病害 .....             | 178 |
| 一、植物病害的概念与分类 .....         | 178 |
| 二、植物病害的症状 .....            | 180 |
| 三、植物病原真菌及真菌病害 .....        | 182 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 四、植物病原原核生物 .....         | 185 |
| 五、植物病原病毒 .....           | 186 |
| 六、植物病原线虫 .....           | 187 |
| 七、寄生性植物 .....            | 189 |
| 八、非侵染性病害 .....           | 190 |
| 第三节 植物虫害 .....           | 192 |
| 一、昆虫 .....               | 192 |
| 二、螨类 .....               | 197 |
| 三、蜗牛和蛞蝓 .....            | 198 |
| 第四节 农田杂草 .....           | 198 |
| 第五节 农业鼠害及其他鸟兽害 .....     | 199 |
| 一、鼠类 .....               | 199 |
| 二、鸟类及其他脊椎动物的危害 .....     | 200 |
| 第六节 植物有害生物的防治技术与策略 ..... | 201 |
| 一、有害生物的综合防治技术 .....      | 201 |
| 二、有害生物的防治策略 .....        | 206 |
| 第七章 农作物生产中农药的使用 .....    | 210 |
| 第一节 农药的基本知识 .....        | 210 |
| 一、农药的分类 .....            | 211 |
| 二、农药的毒性、毒力和药效 .....      | 213 |
| 三、农药对植物的药害和刺激生长作用 .....  | 216 |
| 第二节 农药剂型及科学使用 .....      | 217 |
| 一、农药的剂型 .....            | 217 |
| 二、农药的使用方法 .....          | 220 |
| 三、农药的安全合理使用 .....        | 222 |
| 四、农药田间药效评价方法 .....       | 225 |
| 五、绿色食品生产中农药的科学使用 .....   | 228 |
| 第三节 农药的残留及其污染 .....      | 230 |
| 一、农药残留及其来源 .....         | 230 |
| 二、农药的污染 .....            | 233 |
| 第四节 农业病虫对农药的抗药性 .....    | 235 |
| 一、病原菌对杀菌剂的抗药性 .....      | 235 |
| 二、害虫的抗药性 .....           | 236 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 三、如何延缓和克服病虫抗药性的产生 .....      | 237 |
| 第五节 生产绿色食品农药使用准则 .....       | 238 |
| 一、绿色食品生产中植保工作的基本原则 .....     | 238 |
| 二、绿色食品农药使用准则 .....           | 239 |
| 第八章 大田作物生产 .....             | 242 |
| 第一节 大田作物分类 .....             | 242 |
| 一、植物学分类法 .....               | 242 |
| 二、按作物生物学特性的分类法 .....         | 242 |
| 三、按农业生产特点的分类法 .....          | 244 |
| 四、按作物用途和植物学系统分类相结合的分类法 ..... | 244 |
| 第二节 大田作物栽培基本知识 .....         | 245 |
| 一、大田作物生产(栽培)的基本目标 .....      | 245 |
| 二、大田作物生产(栽培)的基本思路 .....      | 245 |
| 三、大田作物生产体系的基本内容 .....        | 246 |
| 四、大田作物研究的基本方法 .....          | 249 |
| 五、大田作物的最基本特性 .....           | 250 |
| 第三节 大田作物栽培基本范式 .....         | 252 |
| 一、作物的种植制度 .....              | 252 |
| 二、作物生产的土壤管理 .....            | 258 |
| 三、作物品种选择 .....               | 262 |
| 四、作物的播种与栽植技术 .....           | 263 |
| 五、作物的种植密度 .....              | 266 |
| 六、作物的营养与施肥 .....             | 267 |
| 七、作物的灌溉与排水 .....             | 267 |
| 八、作物中耕与培土 .....              | 270 |
| 九、病虫草害的防治 .....              | 271 |
| 十、作物的收获 .....                | 271 |
| 第四节 几种主要作物的栽培技术 .....        | 274 |
| I. 小麦生长发育与栽培技术 .....         | 274 |
| 一、小麦的生长发育 .....              | 274 |
| 二、小麦生产与环境条件 .....            | 289 |
| 三、小麦的栽培技术 .....              | 294 |
| II. 玉米生长发育与栽培技术 .....        | 306 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、玉米的生物学特性 .....           | 306 |
| 二、玉米器官的生育特点 .....          | 307 |
| 三、栽培技术 .....               | 313 |
| Ⅲ. 水稻生长发育与栽培技术 .....       | 317 |
| 一、水稻的生育特点 .....            | 317 |
| 二、水稻的栽培技术(移栽稻) .....       | 320 |
| Ⅳ. 大豆生长发育与栽培技术 .....       | 329 |
| 一、大豆栽培的生物学基础 .....         | 329 |
| 二、大豆栽培技术要点 .....           | 337 |
| <b>第九章 果树生产</b> .....      | 341 |
| <b>第一节 果树种类及品种</b> .....   | 341 |
| 一、果树的分类 .....              | 341 |
| 二、果树种质资源 .....             | 344 |
| 三、果树新品种介绍 .....            | 346 |
| <b>第二节 果园规划设计与建园</b> ..... | 352 |
| 一、果树树种的选择与配置 .....         | 352 |
| 二、果园园址选择与小区规划 .....        | 353 |
| 三、果园防护林的规划设计 .....         | 355 |
| 四、果园道路、排灌系统和建筑物规划设计 .....  | 356 |
| 五、品种的选择和配置(附砧木选择) .....    | 357 |
| 六、果树的栽植密度 .....            | 358 |
| 七、果树栽植方式 .....             | 360 |
| 八、果树的栽植技术 .....            | 360 |
| <b>第三节 果园土壤管理</b> .....    | 360 |
| 一、果园土壤耕作管理 .....           | 361 |
| 二、果园科学施肥 .....             | 369 |
| 三、果园灌溉新技术 .....            | 374 |
| <b>第四节 果树整形修剪</b> .....    | 376 |
| 一、果树整形修剪的概念 .....          | 377 |
| 二、果树整形修剪的生物学基础 .....       | 377 |
| 三、果树树形及其特点 .....           | 381 |
| 四、果树修剪技术 .....             | 383 |
| <b>第五节 果树花果管理</b> .....    | 387 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 一、提高坐果率 .....                 | 387        |
| 二、果树疏花疏果 .....                | 389        |
| 三、促进果实早熟着色技术 .....            | 393        |
| 四、果实采收与采后处理 .....             | 396        |
| <b>第十章 蔬菜生产 .....</b>         | <b>399</b> |
| <b>第一节 蔬菜生产特点与可持续发展 .....</b> | <b>399</b> |
| 一、蔬菜生产方式 .....                | 399        |
| 二、蔬菜生产特点 .....                | 400        |
| 三、我国蔬菜业的发展现状 .....            | 401        |
| 四、我国蔬菜业面临的机遇与存在的问题 .....      | 403        |
| 五、我国蔬菜业的发展对策 .....            | 405        |
| <b>第二节 蔬菜的种类和分类 .....</b>     | <b>408</b> |
| 一、蔬菜的种类 .....                 | 408        |
| 二、蔬菜的分类 .....                 | 409        |
| <b>第三节 蔬菜的栽培制度与周年供应 .....</b> | <b>412</b> |
| 一、蔬菜的栽培制度 .....               | 412        |
| 二、蔬菜栽培季节与茬口安排 .....           | 415        |
| 三、蔬菜种植结构的调整与优化 .....          | 416        |
| 四、蔬菜商品性生产基地建设 .....           | 419        |
| <b>第四节 蔬菜的主要栽培技术环节 .....</b>  | <b>422</b> |
| 一、蔬菜育苗的意义及育苗 .....            | 422        |
| 二、蔬菜的栽植密度与定植 .....            | 431        |
| 三、蔬菜的田间管理技术 .....             | 434        |
| <b>第五节 蔬菜的采收、储藏及运输 .....</b>  | <b>436</b> |
| 一、蔬菜产品质量标准 .....              | 436        |
| 二、蔬菜产品的采收 .....               | 438        |
| 三、蔬菜产品的储藏 .....               | 441        |
| 四、蔬菜的运输 .....                 | 445        |
| <b>第六节 蔬菜的设施栽培 .....</b>      | <b>446</b> |
| 一、设施的类型、结构及性能 .....           | 446        |
| 二、设施栽培的特点 .....               | 453        |
| <b>参考文献 .....</b>             | <b>455</b> |

# 第一章 农作物的生长发育

## 第一节 农作物生产的特点

农作物生产是以植物为种植对象，通过光合作用和其他合成作用，把太阳能转化为化学能、把无机物质转化为有机物质的过程。它的生产给人类提供了衣、食等基本生活资料，也给轻工业提供了大量的原料。因此农作物生产是农业生产发展和整个国民经济发展的重要基础环节和首要环节，在国民经济发展中具有重要的战略地位。

### 一、农作物生产的特点

- (1) 生产的产品是人类和其他动物的基本食物。
- (2) 生产的产品具有生物学特性。
- (3) 农作物生产有明显的季节性、周期性。
- (4) 农作物生产具有连续性和不可逆性特征。
- (5) 农作物生产受到自然条件的影响。
- (6) 农作物的生产技术进步较缓慢。
- (7) 农作物生产受土地数量的制约严重。
- (8) 农作物生产具有难控制特性。

### 二、农作物的类别

自然界，到目前为止，已记载的植物约 50 多万种，被人类利用作为种植栽培的约 2 万~3 万种，但大面积栽培的植物不过 200 多种。广义的农作物是指从野生种选择出来，经人工引种驯化后的所有栽培植物，其产品能满足各种生产目的和用途。狭义的农作物是指粮、棉、油、麻、烟、糖等大面积、大范围所种植的植物，也称大田作物。我们这本书里所指的是前者。

农作物的种类很多，其习性差异很大，按照不同需求和用途，

首先分成几个大的类别，如粮、棉、油、麻、烟、糖、茶，以及蔬菜、花卉、果树、地被植物、药用植物、芳香植物、绿肥植物等。各类别又有植物学分类法、实用分类法等。

## 第二节 农作物的器官组成

### 一、根

#### 1. 根的形态

(1) 主根 由胚根发育而成，又称初生根，一般垂直向下生长。

(2) 侧根 由主根上产生的根叫侧根，侧根可继续分枝形成二级侧根、三级侧根等。

(3) 不定根 由茎、叶和胚轴上产生的根叫做不定根。如草莓、葡萄的茎上，甘薯的块根上和小麦的胚轴及分蘖节上均产生不定根，还有就是采用扦插繁殖时产生的根都是不定根。所以不定根形成的能力决定了某类植物适合扦插与否。

作物地下部所有根的总称叫根系，主要由主根和其上的各级侧根组成的根系叫直根系，如棉花、番茄、豆类、苹果的砧木根系。直根系一般根较粗，分布较深；主要由不定根组成的根系叫须根系，如水稻、小麦、百合科的一些蔬菜、球根花卉、草坪草以及扦插繁殖植物的根系。须根系一般分布较浅，根较细，但数量多。

#### 2. 根的变态

根在形态、结构和主要生理机能上发生显著变化的称为变态根。常见的如下。

(1) 肉质直根 由主根和下胚轴膨大发育而成，根体肥大，具有发达的薄壁组织，内储大量养分，外形呈圆锥形、纺锤形或球形。如萝卜、胡萝卜、根甜菜等。

(2) 块根 由侧根或不定根发育而成，外形不规则，内储大量养分。如甘薯、木薯、豆薯的块根含大量淀粉。

(3) 气生根 生长在地面上和空气里的根均称为气生根。如玉