

# 农业**节肥** **节药**技术

Nongye Jiefei Jieyao Jishu

宋志伟 等 编著

非外借



 中国农业出版社

# 农业节肥节药技术

宋志伟 等 编著

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

农业节肥节药技术 / 宋志伟等编著. —北京: 中国农业出版社, 2017. 9  
ISBN 978-7-109-22867-2

I. ①农… II. ①宋… III. ①施肥 ②农药施用  
IV. ①S147.2 ②S48

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 076832 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 魏兆猛

---

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行  
2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月北京第 1 次印刷

---

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 6.75

字数: 170 千字

定价: 20.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本书根据农业部颁布的《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》，主要介绍农业节肥技术、农业节药技术以及应用案例等内容，为农业生产者“化肥减量提效、农药减量控害，积极探索产出高效、产品安全、资源节约、环境友好”的现代农业发展提供有效的借鉴。

本书具有针对性强、实用价值高、适宜操作等特点。可供各级农业技术推广部门、肥料与农药生产企业、土壤肥料和植物保护科研教学部门的科技人员、肥料与农药生产和经销人员、农业种植户阅读和参考使用。

## 作者简介

宋志伟，男，1964 年出生，大学毕业，1986 年参加工作，河南农业职业学院教授，从事新型肥料研究与技术推广工作。先后荣获河南省优秀教师、全国农业职业技能开发先进个人、河南省高等学校学术技术带头人等称号。先后在《土壤通报》《棉花学报》等 18 种刊物上发表论文 56 篇；



先后主编出版《粮经作物测土配方与营养套餐施肥技术》《果树测土配方与营养套餐施肥技术》《蔬菜测土配方与营养套餐施肥技术》《设施蔬菜测土配方与营养套餐施肥技术》《花卉测土配方与营养套餐施肥技术》《无公害经济作物配方施肥》《无公害果树配方施肥》《无公害露地蔬菜配方施肥》《无公害设施蔬菜配方施肥》《农作物秸秆综合利用新技术》等论著、教材 85 部；取得地市级以上教学、科研成果 16 项。

## 编 著 人 员

主 编 宋志伟 于玉红

副 主 编 翟 超 郭永涛 刘洪坤

参编人员 赵明远 徐进玉

# 前 言

肥料是作物的粮食，是农业生产最重要的物质基础。科学施肥不仅可以提高作物产量，改善作物品质，而且能改良和培肥土壤，减少环境污染。据国家统计局数据，2013 年我国化肥生产量 7 037 万吨（折纯，下同），农用化肥施用量 5 912 万吨，是世界第一生产和消费大国。虽然化肥在促进粮食增收中起到了不可替代的作用，但目前也存在化肥过量施用、盲目施用等问题，带来了成本的增加和环境的污染，因此急需改进施肥方式，提高肥料利用率，减少不合理投入，保障粮食等主要农产品有效供给，促进农业可持续发展。因此，2015 年农业部制定了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》。力争到 2020 年，主要农作物化肥使用量实现零增长。通过施肥结构优化、施肥方式改进、肥料利用率稳步提高等措施，使得测土配方施肥技术覆盖率达到 90% 以上、水肥一体化技术推广面积 1.5 亿亩\*、主要农作物肥料利用率达到 40% 以上。

农药是重要的农业生产资料，对防病治虫、促进粮食和农业稳产高产至关重要。据统计，2012—2014 年我国农作物病虫害防治农药年均使用量 31.1 万吨（折百），比 2009—2011 年增长 9.2%，年使用量和每公顷使用量均位居世界第

---

\* 亩为非法定计量单位，1 亩=1/15 公顷，下同。——编者注

一。但由于农药使用量较大，加之施药方法不够科学，我国农药平均利用率仅为 35%，大部分农药通过径流、渗漏、飘移等流失，污染土壤、水环境，影响农田生态环境安全。为此，2015 年农业部制定了《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》。力争到 2020 年，初步建立资源节约型、环境友好型病虫害可持续治理技术体系，科学用药水平明显提升，单位防治面积农药使用量控制在近三年平均水平以下，力争实现农药使用总量零增长，主要农作物病虫害生物、物理防治覆盖率达到 30% 以上，主要农作物病虫害专业化统防统治覆盖率达到 40% 以上，主要农作物农药利用率达到 40% 以上。

我国农业已进入可持续发展的新时期，农副产品生产的高效、安全与农田生态环境保护已成为农业生产的两大主题。目前，在资源要素紧绷、种植效益仍然偏低、环境承载压力不断增大的情况下，靠大量投入资源和消耗环境的发展方式已难以为继。因此，要改变农业生产方式，减少化肥、农药等物质投入，应做到如下两点：①科学安全使用缓/控释肥料、水溶性肥料、稳定性肥料、增值肥料、生物肥料、商品有机肥料等新型肥料，大力推广测土配方施肥技术、水肥一体化技术、作物营养套餐施肥技术、农作物秸秆还田技术、有机肥替代技术等节肥技术和科学施肥技术；②合理安全使用新型农药、生物农药及其他化学农药替代品，大力推广农药精确使用技术、机械节药技术、物理节药技术、生物防治技术、农业生产措施节药技术、化学农药替代技术等节药技术与合理安全施药技术。要做到以生产安全、农产品质量优良和保障人体健康为核心，以稳产、高产、高效和改善整体农业生态环境为目标，逐步实现《到 2020 年化肥使用

量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》目标任务，达到人与自然协调，实现生态环境效益、经济效益和社会效益相互促进的综合发展目标。

基于上述原因，我们组织相关科研院校及生产一线专家编写了《农业节肥节药技术》一书。根据农业部颁布的《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》要求，主要介绍农业节肥节药技术概述、农业节肥技术、农业节药技术以及农业节肥节药技术应用案例等内容，为农业生产者“化肥减量提效、农药减量控害，积极探索产出高效、产品安全、资源节约、环境友好”的现代农业发展提供有效的借鉴。希望改变农民传统施肥和用药观念，为他们科学合理施肥和合理安全施药提供参考，为现代农业的可持续发展做出相应的贡献。

本书第一章由宋志伟编写，第二章由于玉红、翟超编写，第三章由郭永涛、赵明远、徐进玉编写，第四章由刘洪坤编写，最后由宋志伟统稿。本书在编写过程中得到中国农业出版社、河南农业职业学院、开封市蔬菜研究所、开封市种子管理站、南充职业技术学院、开封市能源站、舞钢市农业局等单位领导和有关人员的大力支持，在此表示感谢。本书在编写过程中参考引用了许多文献资料，特别是浙江农林大学虞方伯教授在节药技术方面提供了很多资料，在此深表谢意。由于我们水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

宋志伟

2017 年 2 月

# 目 录

## 前言

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 农业节肥节药技术概述 .....             | 1  |
| 第一节 农业主要投入品节约技术概述 .....          | 1  |
| 一、什么是农业主要投入品节约技术 .....           | 1  |
| 二、农业主要投入品节约技术内容 .....            | 1  |
| 三、我国农业主要投入品节约技术发展现状 .....        | 2  |
| 第二节 农业节肥技术概述 .....               | 5  |
| 一、化肥是现代农业的物质支撑 .....             | 5  |
| 二、我国化肥施用现状和存在问题 .....            | 7  |
| 三、正确认识化肥利用中的有关问题 .....           | 8  |
| 四、《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》解读 ..... | 9  |
| 第三节 农业节药技术概述 .....               | 12 |
| 一、农药对农业生产的贡献 .....               | 12 |
| 二、农药对环境的危害 .....                 | 13 |
| 三、我国农药施用现状和形势 .....              | 16 |
| 四、《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》解读 ..... | 16 |
| 第二章 农业节肥技术 .....                 | 19 |
| 第一节 作物测土配方施肥技术 .....             | 19 |
| 一、测土配方施肥技术概述 .....               | 19 |
| 二、测土配方施肥技术的基本内容 .....            | 22 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 三、测土配方施肥技术的主要环节 .....   | 24  |
| 第二节 作物水肥一体化技术 .....     | 42  |
| 一、水肥一体化技术特点 .....       | 42  |
| 二、水肥一体化技术系统组成 .....     | 45  |
| 三、水肥一体化技术主要设备 .....     | 47  |
| 四、水肥一体化系统操作 .....       | 53  |
| 五、水肥一体化系统的维护保养 .....    | 55  |
| 六、水肥一体化技术灌溉制度的制定 .....  | 58  |
| 七、水肥一体化技术的肥料选择与施用 ..... | 61  |
| 第三节 作物营养套餐施肥技术 .....    | 64  |
| 一、作物营养套餐施肥技术内涵 .....    | 65  |
| 二、作物营养套餐施肥的技术环节 .....   | 67  |
| 第四节 新型肥料科学施用技术 .....    | 73  |
| 一、缓/控释肥料科学施用技术 .....    | 74  |
| 二、尿素改性类肥料科学施用技术 .....   | 76  |
| 三、水溶性肥料科学施用技术 .....     | 83  |
| 四、功能性肥料科学施用技术 .....     | 89  |
| 第五节 有机肥替代施用技术 .....     | 93  |
| 一、农作物秸秆肥料利用技术 .....     | 93  |
| 二、商品有机肥料科学施用技术 .....    | 97  |
| 三、微生物肥料科学施用技术 .....     | 104 |
| 第三章 农业节药技术 .....        | 112 |
| 第一节 农药精确施用技术 .....      | 112 |
| 一、农药变量喷施技术 .....        | 112 |
| 二、农药精确使用系统的应用 .....     | 114 |
| 第二节 机械节药技术 .....        | 117 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 一、我国主要节药机械 .....         | 117 |
| 二、节药机械选用、使用与维护 .....     | 120 |
| 第三节 物理节药技术 .....         | 124 |
| 一、热力技术 .....             | 124 |
| 二、分离捕集技术 .....           | 126 |
| 三、气调技术 .....             | 130 |
| 四、激光技术 .....             | 130 |
| 五、声控技术 .....             | 131 |
| 六、辐照技术 .....             | 131 |
| 七、阻隔技术 .....             | 133 |
| 第四节 生物防治技术 .....         | 136 |
| 一、利用害虫天敌防治虫害技术 .....     | 136 |
| 二、利用微生物防治病害技术 .....      | 140 |
| 三、杂草的生物防治技术 .....        | 143 |
| 第五节 农业生产措施节药技术 .....     | 145 |
| 一、嫁接技术的应用 .....          | 145 |
| 二、种子包衣技术 .....           | 147 |
| 三、种植制度与农业节药 .....        | 148 |
| 四、农药增效技术 .....           | 149 |
| 第六节 化学农药替代技术 .....       | 152 |
| 一、生物农药 .....             | 153 |
| 二、光活化毒素 .....            | 161 |
| 三、生长调节剂 .....            | 164 |
| 第四章 农业节肥节药技术应用案例 .....   | 173 |
| 第一节 农业节肥技术应用案例 .....     | 173 |
| 一、湖南省双季稻测土配方施肥技术应用 ..... | 173 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 二、河南省沁阳市日光温室黄瓜水肥一体化技术应用 ..... | 178 |
| 三、烟台苹果营养套餐施肥技术应用 .....        | 181 |
| 四、新型肥料（稳定性肥料）科学施用技术应用 .....   | 186 |
| 第二节 农业节药技术应用案例 .....          | 188 |
| 一、农药精确使用技术应用（树干注射施药） .....    | 188 |
| 二、静电喷雾技术在植保领域的应用 .....        | 190 |
| 三、广东省新型植保机械在防治蔬菜病虫害上的应用 ..... | 192 |
| 四、我国设施蔬菜害虫天敌昆虫应用 .....        | 193 |
| 主要参考文献 .....                  | 197 |

# 第一章 农业节肥节药技术概述

## 第一节 农业主要投入品节约技术概述

农业投入品是指在农业和农产品生产过程中使用或添加的物质，主要包括生物投入品、化学投入品和农业设施设备三大类。生物投入品主要包括种子、苗木、微生物制剂（包括疫苗）、天敌生物和转基因种苗等；化学投入品主要包括农药（包括生物源农药）、兽药、化学肥料、植物生长调节剂、饲料、动物激素、抗生素、保鲜剂等；农业设施设备主要包括农机具、农膜、温室大棚、灌溉设施、养殖设施、环境调节设施等。

### 一、什么是农业主要投入品节约技术

农业主要投入品节约技术是指在农业生产过程中，通过降低投入、提高利用率等措施实现理想农业产出的技术总称，主要包括节水、节肥、节药等环节。一般通过两种途径实现：一是降低投入。在保证理想农业产出条件下，通过降低农业投入品的投入量，实现农业投入品制造能源的节约。如通过降低化肥、农药、灌溉水的投入，降低化肥与农药制造和灌溉提水过程的能耗。二是提高利用率。通过提高化肥、农药、水资源的利用率，在实现相同农业生产目标的同时，降低投入量，进而达到节约能源的目的。

### 二、农业主要投入品节约技术内容

1. 节水技术 节水技术是指在维持目标产出的前提下，农业节约和高效用水技术。其根本是在水资源有限的条件下实现农业生产的

效益最大化，本质是提高农业单位用水量的经济产出，达到节能增效目的。节水技术包括工程节水、农艺节水和管理节水等。节水技术与土壤、肥料、作物品种、耕作、栽培、植保、农业设施等各项措施是密切联系和不可分割的，因而农业节水技术具有综合的特征。工程节水技术包括：降水蓄积和水库（地上、土壤和地下水库）建造技术；减少输水系统水分损失的工程技术；节水灌溉技术等。农艺节水技术包括：适水种植技术；抗旱育种技术；节水灌溉技术；农田保墒技术；培肥地力、水肥耦合技术；化学抗旱节水技术等。管理节水技术包括：水资源合理开发和优化配置技术；地表水、地下水联合运用技术；劣质水开发利用技术；墒情监测与控制灌溉技术；产权与水管管理等。

**2. 节肥技术** 节肥技术是指从肥料配方制定、施肥量计算、减少肥料损失、有机肥替代等各个环节和层面综合考虑减少化肥的施用量而不减产的技术。从植物营养和养分循环看，节肥技术包括以下方面：测土配方施肥技术、水肥一体化技术、作物营养套餐施肥技术、新型肥料科学施用技术、有机肥替代技术等。

**3. 节药技术** 节药技术是指在不降低病虫害防治效果的前提下，采取提高农药利用率、增强药效等方式降低化学农药用量的技术。节药技术在降低农药合成能源消耗的同时，也降低了农药残留量，从而防止农业环境污染和提高农产品品质，具有节能减排降污的多重功效。从病虫害防治和农药使用过程看，节药技术有以下几个方面：降低农药用量技术、农药精确使用技术、机械节药技术、物理节药技术、生物防治技术、农业生产措施节药技术、化学农药替代技术等。

### 三、我国农业主要投入品节约技术发展现状

**1. 节水技术** 我国在农业节水基础理论研究、应用技术研究、产品与材料研发、节水农业技术体系建设等方面取得了较大进展。

在节水基础理论方面，较为系统地揭示了土壤—植物—大气连续

体水分、养分迁移规律，特别是在农田水分转化规律、根冠信息传递与信号振荡、根系分形、水分养分传输动态模拟及可视化、作物需水规律与计算模型及抗旱节水机理等方面取得重大进展，为节水农业技术研发提供了有力的理论支持。

在节水技术方面，取得了水资源合理开发利用技术、高效输配水技术、田间节水灌溉技术、灌溉用水管理技术、农田高效用水技术、保水保肥的农田耕作制度、节水抗旱作物栽培管理技术、作物抗旱特性改善与利用技术等一系列科技成果，并在农业生产中加以组合应用，初步建立了节水农业技术体系，产生了明显的节水增产效益。

在节水产品和材料方面，取得的一批科技成果已完成产业化开发，批量生产了行走式局部施灌机、旱地蓄水保墒耕作机具、轻小型喷灌机组、喷微灌设备、波涌灌溉设备、农田量水设备、输水专用管材和管件、防渗材料、抗旱节水生化制剂、液体薄膜、节水农机具等，为节水农业技术规模化应用提供了技术支撑。

**2. 节肥技术** 测土配方施肥技术目前在批量测试、测试标准化、流程化、通用浸提剂等方面取得了明显进展。如中国农业科学院土壤肥料测试中心开发的批量土壤快速测试系列仪器。近年来，测土配方施肥项目的实施，在精准化施肥方面迈出了可喜的一步，极大地促进了节肥技术的研发与推广。

缓/控释肥技术开发也比较快，重点在缓/控释氮肥方面，如包膜尿素、包膜材料方面。北京市农林科学院和华南农业大学在包膜材料方面已经进行了中试，中国科学院沈阳应用生态研究所推出了添加脲酶抑制剂的缓释尿素、添加硝化抑制剂的缓释碳酸氢铵等缓释氮肥，已经实现了工业化规模生产。

近年来一些高新技术也应用于节肥技术的实践中，将现代“3S”技术、全互动技术、移动计算技术、数字土壤技术、海量空间数据技术与传统施肥推荐技术融为一体的“施肥通”，使用简便，完成一个推荐仅需几分钟，可以对作物 14 种养分元素需求总量进行推荐，对各种作物，特别是多年生的果树、花卉、药材进行基肥和分次追肥

推荐。

**3. 节药技术** 节药技术研究主要集中在高效节药型施药器械、农药制剂、喷雾助剂和施药技术、农药替代技术等。

(1) 高效节药型施药器械 如静电喷雾机是在药液进入高速旋转齿盘前,利用高压直流电,对药液充电,使经齿盘甩出的雾滴带有电荷,让其在植株的电场作用下飞向防治目标,可以减少药液飘移损失。带电荷的雾滴覆盖性更均匀,不但植株的叶片正面覆盖有雾滴,叶片背面也覆盖有雾滴,这是国内目前较为理想的一种精准施药喷雾机(器)。目前刚刚研究成功,尚未在农业领域大面积推广。

(2) 农药制剂 近年农药剂型正朝着水性、粒状、缓释、功能化、省力化的方向发展。一些高效、安全、经济的剂型,如以水基代替油基的微乳剂、水乳剂,无粉尘飘移的水分散粒剂、水分散片剂、干悬浮剂等和环境相容的新剂型正在兴起。如3%的中生菌素可溶性粉剂、拟除虫菊酯类农药水乳剂、新型微胶囊制剂等,以及纳米微囊农药可加工成水溶性片剂、粉剂、膏剂、水剂,将是未来优秀的农药新剂型。

(3) 农药增效技术 喷雾助剂(农药增效剂)通过改善农药对靶标的附着率可以提高药效和农药有效利用率,减少农药使用量,同时可以减少由于风、雨造成植株叶片上的药剂流失,降低农药对土壤、大气和水的污染,达到控制污染的作用。我国农药喷雾助剂的研究很少,生产应用也不多。

(4) 农药替代技术 我国生物农药研发的品种和产量不断增加,苏云金杆菌已经产业化,白僵菌防治玉米螟、松毛虫等害虫面积达数千万亩,利用座壳孢菌防治温室白粉虱,对白粉虱若虫的寄生率可达80%以上。微生物杀线剂、真菌杀菌剂等也都相继研究成功。新型的YH-1A型太阳能杀虫灯,用特制的纳米杀虫灯泡,可以防治甜菜夜蛾、甘蓝夜蛾、斜纹夜蛾、小菜蛾、食心虫、玉米螟、蝼蛄、金龟子等,但对天敌昆虫的击杀率极低,可以最大限度地保护天敌。