



中国华北地区集约化农业环境战略

—— 技术对策

本书编委会 编

gtz



MOA
中华人民共和国农业部

中国农业出版社

中国华北地区集约化农业环境战略

——技术对策

本书编委会 编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国华北地区集约化农业环境战略：技术对策 / 《中国华北地区集约化农业环境战略——技术对策》编委会编.
北京：中国农业出版社，2009.10
ISBN 978-7-109-13574-1

I. 中… II. 中… III. 集约经营-农业环境-环境保护-研究-华北地区 IV. X322.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 171754 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 闫保荣

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月北京第 1 次印刷

开本：720mm×1000mm 1/16 印张：20.25

字数：310 千字 印数：1~1 500 册

定价：60.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

主 编：白金明

副 主 编：姚向君 王衍亮 [德] H. Betz

[德] B. Bohnstedt

编写人员：(按姓氏拼音排序)

安沫平	边艳辉	曹坳程	曹子祎
杜艳芹	范妍芹	方 放	高尚宾
寇建平	李 想	李臧朝	李志宏
刘东生	刘中蔚	卢育华	裴永贵
沈立萍	石尚柏	苏艳芳	唐铁朝
万小春	王德海	王殿勇	王 飞
王青立	王荣湘	汪竹韵	魏凤友
魏 荣	魏文亮	武海燕	徐国良
徐旭初	叶劲松	尹建房	张维理
张汝安	张艳丽	张玉华	赵立欣
赵林洪			

前 言

2001年11月，中华人民共和国商务部与德国经济合作部代表各自政府签署“中国华北地区集约化农业的环境战略”项目合作协议，由农业部和德国技术合作公司（GTZ）共同执行，旨在通过引进和借鉴德国在控制集约化农业对水资源污染和农产品污染方面的技术和成功经验，在我国华北地区（河北和山东）开展控制农业面源污染技术研究和示范，开发出适合我国国情的、能够有效解决农业面源污染的综合技术体系，最终在华北地区及全国进行推广。

在中德双方的共同努力下，项目在日光温室蔬菜生产节水、节肥与节药、畜禽养殖废弃物无害化处理与资源化利用以及农民培训模式创新等方面取得显著成效。通过制定蔬菜和水果无公害生产技术指南以及日光温室蔬菜养分综合管理和病虫害综合防治生产技术包，并开展试点示范，改变了传统日光温室蔬菜生产方式，创建资源节约、环境友好型技术体系，确保农产品质量与安全；通过在规模化养殖场试点示范，探索出畜禽废弃物无害化处理与资源化利用的新途径，有效控制疫病的发生和蔓延；创新农民培训与农技推广模式，为发展现代农业培养了一批理念新、技术好的新型农民。项目成果得到项目区政府高度评价，受到农民普遍欢迎。

《中国华北地区集约化农业环境战略——技术对

策》系列总结了项目成果。本书共分为十四章，第一至第三章简要介绍了华北地区农业生产概况，分析了华北地区集约化农业存在的问题，提出了华北地区集约化农业的环境战略对策；第四至第十二章分别介绍了项目开发并在项目区示范推广的番茄、黄瓜、樱桃番茄、青椒、芦笋、大白菜、茄子等7种蔬菜，苹果和梨2种水果的环境友好型生产技术；第十三章和第十四章系统阐述了集约化猪场污染防治技术，集约化鸡场粪便资源化处理技术。本书介绍的9种蔬菜水果的环境友好型生产技术和2种集约化养殖场污染防治技术均在项目区得到推广应用，其最大特点是针对性强、可操作性好。本书主要适用于农业生产及农业生态环境保护领域的政府部门管理人员、科研人员、农技推广人员及广大农民朋友，也可用作农民培训实用教材。

本书在编写过程中，参考了有关专家意见和文献资料，力求内容系统、实用、规范，但由于时间仓促，加之水平有限，书中定有不足之处，欢迎广大读者不吝批评指正。

编 者

2009年9月

目 录

第一章 华北地区农业生产概况	1
第一节 气候条件	1
第二节 种植业概况	4
第三节 畜禽养殖业概况	5
第二章 华北地区集约化农业环境问题	8
第一节 化肥使用对环境的影响	8
第二节 农药使用对环境的影响	15
第三节 畜禽养殖对环境的影响	20
第三章 华北地区集约化农业环境战略对策	26
第一节 集约化农业环境战略项目	26
第二节 肥料污染防控策略	30
第三节 农药污染防控策略	49
第四节 畜禽养殖污染防控策略	67
第五节 环境友好型技术推广策略	70
第四章 番茄环境友好型生产技术	84
第一节 育苗	84
第二节 定植栽培管理	90
第三节 病虫害防治技术	100
第四节 技术效果评价	114
第五章 黄瓜环境友好型生产技术	116
第一节 播种育苗技术	116
第二节 定植后管理技术	118
第三节 病虫害防治技术	122
第四节 技术效果评价分析	129
第六章 樱桃番茄环境友好型生产技术	131
第一节 育苗技术	131
第二节 水分管理技术	133

第三节 病虫害防治技术	136
第四节 技术效果评价分析	142
第七章 青椒环境友好型生产技术	143
第一节 育苗技术	143
第二节 定植栽培管理技术	151
第三节 病虫害防治技术	158
第四节 技术效果评价分析	165
第八章 芦笋环境友好型生产技术	167
第一节 育苗技术	167
第二节 定植栽培管理技术	178
第三节 成年芦笋不同时间管理技术	187
第四节 病虫害防治技术	196
第五节 技术效果评价分析	214
第九章 大白菜环境友好型生产技术	216
第一节 育苗技术	216
第二节 水分管理技术	218
第三节 病虫害防治技术	218
第四节 技术效果评价	225
第十章 茄子环境友好型生产技术	226
第一节 育苗技术	226
第二节 栽培管理技术	229
第三节 病虫害防治	233
第四节 技术效果评价	239
第十一章 苹果环境友好型生产技术	240
第一节 栽培品种与苗木	240
第二节 栽培管理技术	241
第三节 病虫害综合治理	264
第四节 技术效果评价分析	268
第十二章 梨环境友好型生产技术	270
第一节 栽培品种与苗木	270
第二节 栽培管理技术	271
第三节 病虫害防治技术	280
第四节 技术效果评价分析	282

第十三章 集约化猪场污染防治技术	283
第一节 养殖场选址与布局	283
第二节 清粪工艺与相关设施	286
第三节 固体粪便处理技术	288
第四节 废水处理技术	292
第五节 技术效果案例分析	296
第十四章 集约化鸡场污染防治技术	301
第一节 养殖场选址与布局	301
第二节 清粪工艺与相关设施	302
第三节 鸡粪处理技术	304
第四节 技术效果案例分析	306

第一章 华北地区农业生产概况

华北地区农业生产概况包括气候条件、种植业概况、畜禽养殖业概况等。

第一节 气候条件

华北地区包括京津两市、河北、山西两省和豫北、鲁北及胶东地区，总面积 47.62 万平方公里，人口 1.63 亿，耕地面积 0.163 亿公顷，地处东亚季风区，热量充足，适宜多种粮食及经济作物生长，是我国重要的粮棉主要产区之一。

华北地区位于北纬 $32^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 、东经 $97^{\circ} \sim 124^{\circ}$ 之间，西邻青藏高原，东濒黄海、渤海。北与东北地区、内蒙古地区相接。大致以大于 10°C 积温 $3\,200^{\circ}\text{C}$ （西北段为 $3\,000^{\circ}\text{C}$ ）等值线、1 月平均气温零下 10°C （西北段为零下 8°C ）等值线为界。从丹东、阜新、彰武、围场、张北、右玉、榆林、定边、中宁至乌鞘岭一线，此线以南大部分属暖温带，作物二年三熟。华北地区西界自乌鞘岭以南沿祁连山东麓、洮河以西至白龙江，大致以 $3\,000\text{m}$ 等高线与青藏高原相接。南界为著名的秦岭淮河线，相当于大于 10°C 积温 $4\,500^{\circ}\text{C}$ 、1 月平均气温 0°C 等值线，具体界线为秦岭北麓，经伏牛山，淮河至苏北灌溉总渠。亚热带作物逾越此线则不能正常生长，是我国自然地理上的一条重要分界线。

华北地区处于我国东部季风区的中纬度地带半干旱半湿润地区，年降水量在 $500 \sim 700\text{mm}$ 之间，降水季节分配不均，夏季多雨，冬季干旱少降水。旱涝频率大，降水保证率小。春季气温升高迅速，降水不多，风力强劲，蒸发旺盛，相对湿度低，春旱严重且频率高，河流出现一年中最低的枯水位，地下水位也显著降低。华北地区水资源短缺，干旱灾害频繁，是世界上重要的气候脆弱区之一。

该区具体的气候资源特点主要是：

一、光、热资源较丰富

华北地区一般一年两熟种植。大于 0°C 积温为 $4\,100\sim 5\,400^{\circ}\text{C}$ ，大于 10°C 积温为 $3\,700\sim 4\,700^{\circ}\text{C}$ ，不同类型冬小麦以及苹果、梨等果树可安全越冬。大于 0°C 积温为 $4\,600^{\circ}\text{C}$ 等值线是冬小麦与早熟玉米两熟的热量界限。大于 0°C 积温超过 $4\,800^{\circ}\text{C}$ 的地区可以棉麦套种，大于 $5\,200^{\circ}\text{C}$ 地区可麦棉复种。年总辐射量在 $4\,500\sim 6\,000\text{mJ}$ 之间，年日照时数在 $2\,300\sim 3\,000$ 小时之间。7—8 月份光、热、水同季，作物增产潜力大。9—10 月份光照充足，有利于秋收作物灌浆和棉花的吐絮成熟。

二、水资源短缺

华北地区属于半湿润半干旱过渡地带，年降水量平均 $400\sim 800\text{mm}$ ，降水高度集中在 7 月、8 月，这两个月的降水量占全年降水总量的 80%，而冬春季则出现持续干旱。近年来，华北地区降水年际变化也很大，如北京市近 50 年来，降水最多的年份达到 $1\,460\text{mm}$ ，而最少的年份只有 200mm ，这些无疑是造成华北地区水资源紧张的主要自然因素。华北地区灾害以旱涝为主，其中旱灾最为突出，又以春旱、初夏旱、秋旱频率最高。夏涝主要在低洼易渍地，危害较重。

三、气候呈现干暖化趋势

华北地区气候变化最显著的特点是干暖化问题，陶诗言院士（2002）认为，最近 20 年来，华北地区明显经历了前湿后干的年代际变化，黄河断流，汛期无汛。现阶段华北地区仍处于年代际少雨的时期。在旱涝的年际波动下，湿润年降水不会太多，而干旱年干旱强度会更强。有关研究对华北地区 40 年平均温度的统计分析得出，温度升高已成为一个十分明显的趋势（见图 1-1）。20 世纪 90 年代平均气温比 60 年代上升了 0.91°C ，年均气温升高的平均变化率达到了 $0.23^{\circ}\text{C}/10$ 年。而从近 50 年

降水的变化趋势看, 20 世纪 50 年代到 90 年代, 华北地区降水总趋势是减少的, 如图 1-2 所示。

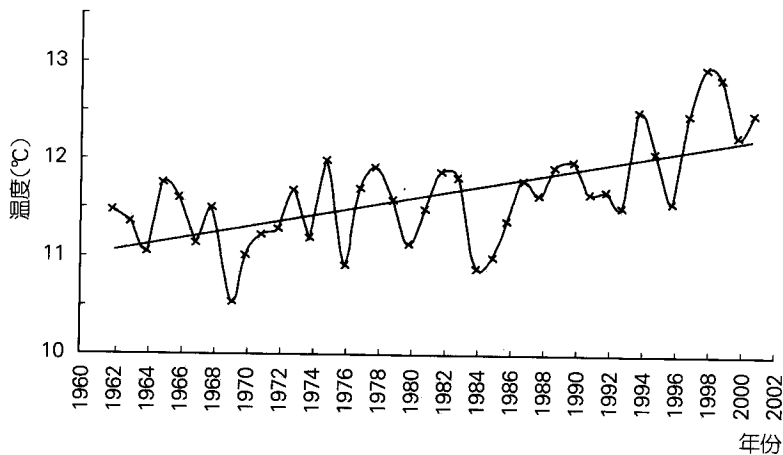


图 1-1 华北地区 1962—2001 年平均气温变化图

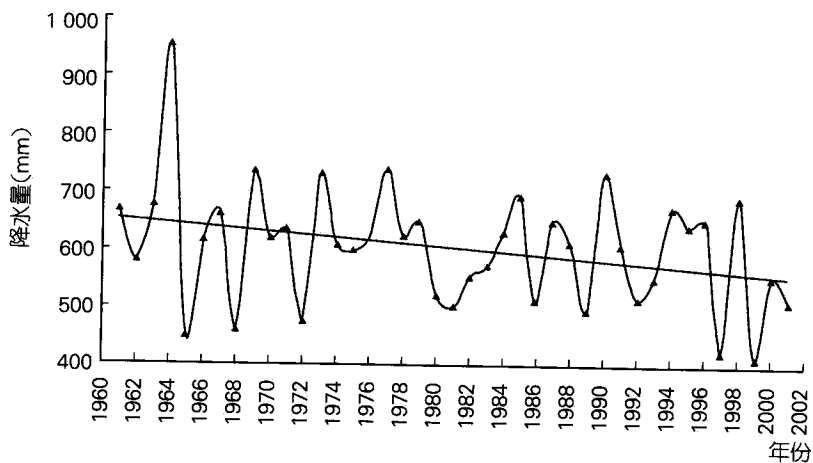


图 1-2 华北地区近 50 年降水量变化曲线图

气候干暖化将加剧华北地区水资源的紧张局势, 对农业生产造成十分不利的影响, 主要表现在以下几方面:

1. 干暖化导致对地下水资源的过度开采。目前, 华北地区地下水年

均超采 65.3 亿立方米, 其中浅层 24.2 亿立方米, 深层 41.1 亿立方米。由于大规模过量开采地下水, 在华北的东部平原形成了以天津、沧州为中心的的大面积深层地下水漏斗区。在太行山前平原形成了以北京、保定、石家庄、邯郸、濮阳为中心的浅层地下水下降漏斗区。

2. 干暖化导致地表径流减少。有研究结果显示, 华北地区水量的多少在很大程度上决定于华北西部降水的变化, 而且河流的流量还与同期的降水、气温有一定的关系(韦志刚, 1999), 根据海河管理委员会初步分析, 1980—1989 年海滦河全流域产生的地表径流量仅 154 亿立方米, 比 1956—1979 年多年平均径流量 288 亿立方米减少了 46.5%, 约 134 亿立方米。

3. 干暖化气候严重影响农业生产。近年来, 旱灾一直是华北地区的最严重农业灾害之一, 受旱面积和成灾面积一直保持在较高的水平, 2000—2002 年, 北京、天津、河北、河南、山东和山西等省(直辖市)每年平均受旱面积高达 670 万公顷。

第二节 种植业概况

华北地区是我国最重要的农业生产基地之一, 最具有代表性的粮食作物是小麦和玉米。

2002 年, 京、津、鲁、冀等 4 省(直辖市)粮食总产量约为 5 948.7 万吨, 占全国粮食产量的 13%。小麦产量 2 715 万吨, 约占全国的 30%; 玉米产量为 2 468.2 万吨, 占全国的 20%; 蔬菜瓜果产量为 16 799 万吨, 占全国的 28%; 棉花产量为 119 万吨, 占全国棉花产量的 24%。

2002 年, 京、津、鲁、冀等 4 省(直辖市)的粮食总播种面积为 13 877.3 千公顷, 占全国粮食播种面积的 13%。小麦播种面积为 5 990 千公顷, 占全国小麦播种面积的 13%, 其中河北、山东、河南 3 省优质专用小麦种植面积占全国优质小麦种植面积的 50%左右。玉米播种面积 2 468 千公顷, 占全国玉米播种面积的 25%; 蔬菜瓜果种植面积为 3 687 千公顷, 占全国蔬菜瓜果播种面积的 18.7%, 棉花种植面积为 1 120 千公顷, 占全国棉花播种面积的 26.8%。

2002 年, 4 省(直辖市)粮食单产平均为 $4\,684\text{kg}/\text{hm}^2$, 高于全国平均水平。其中小麦、玉米单产分别为 $4\,692\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $4\,839\text{kg}/\text{hm}^2$, 棉花

单产为 $1\,148.25\text{kg}/\text{hm}^2$ ，蔬菜瓜果类为 $46\,106\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

华北地区种植制度以小麦—玉米一年二熟为主，小麦 8—10 月播种，次年 5 月至 6 月上中旬收获。对于玉米，在华北北部地区为一年一熟春玉米，华北平原为一年二熟夏玉米为主，夏玉米 9—10 月份收获。部分地区采用麦田套种玉米的种植方式。大豆有春播和夏播，以夏播为主。马铃薯种植为一年一季，一般为春季 4—5 月份播种，9 月份收获。

华北地区是我国优势农产品重点区域。河北、山东和内蒙古是我国专用玉米和优质棉花的主要生产省份，其中，内蒙古自治区还是高油大豆的主产省份。北京、天津、河北和山东，是我国最大的冬小麦产区，也是我国发展优质强筋、中筋小麦的优势区域。北京、天津、河北、山东和内蒙古（通辽赤峰）等 5 省（自治区、直辖市）还是我国夏玉米的优势区。

第三节 畜禽养殖业概况

改革开放以来，我国畜禽养殖业得到了飞速的发展，畜禽养殖业已经成为了农业中的重要组成部分。20 多年来，肉类、禽蛋、奶类产量平均每年以 10% 以上的速度递增。1985 年、1990 年禽蛋和肉类产量已经分别跃居世界首位。2002 年，人均畜产品占有量超过发达国家平均水平：肉类、蛋类占有水平分别为 51.3kg （猪肉 33.8kg ）、 19.2kg 。20 世纪 60 年代，全国畜禽养殖业产值占农业总产值的比例逐年提高，已经由 60 年代的 10% 增长到 2002 年的 30.87%，年均增长 7%。在不少地区畜牧业经济在农村经济中已是“三分天下有其一”，甚至占据“半壁江山”，成为农业的支柱产业，畜禽养殖在农村经济中的作用日益显著。

华北地区是我国重要的畜禽养殖区域，是生猪、奶牛、肉牛、肉羊、蛋鸡和肉鸡的优势发展区和主产区。畜禽养殖业在农业比重超过全国平均水平。2002 年，河北全省肉类产量达 458 万吨，禽蛋产量达 389 万吨，奶类产量达 149 万吨，实现畜禽养殖业产值 707 亿元，占全省农林牧渔业总产值的 40.9%。与 1980 年相比，2002 年牛年末存栏量增长了近 5 倍，肉类总产量增长了 12 倍，奶类产量增长了 64 倍。2002 年，山东省肉类总产量达 627 万吨，禽蛋产量 399.4 万吨，奶类产量 116.8 万吨，据

青岛海关统计,畜产品及其加工制成品出口创汇 21.21 亿美元,其中,畜产品出口 8.08 亿美元,占农副产品出口创汇总值的 15.5%。农民人均畜牧业纯收入 590 元左右,约占农民人均纯收入的 20%。与 1980 年相比较,2002 年,牛年末存栏量增长了近 4 倍,羊年末存栏数增长了 2 倍,肉类总产量增长了近 8 倍,奶类产量增长了近 89 倍。2002 年北京市出栏生猪 474.7 万头,出栏肉鸡 1.27 亿只,出栏肉鸭 4 626 万只,出栏肉牛 26.8 万头,鲜奶产量 55.4 万吨,肉类总产量 70.7 万吨,禽蛋产量 15.2 万吨,全年畜牧业产值达 118 亿元,占农林牧渔业总产的比重达 50%,20 万个畜牧养殖专业户户均收入超过 8 000 元;与 1980 年相比,2002 年牛年末存栏量增长了 2.7 倍,肉类总产量增长了 6.2 倍,奶类产量增长了 9.2 倍。

随着畜禽养殖业的发展,华北地区畜禽饲养规模不断扩大。根据 2003 年农业畜牧年鉴的统计数据,北京市、天津市、河北省、山东省规模养殖数量见表 1-1。

表 1-1 2002 年华北地区规模养殖数量

省份	生猪 (出栏量/万头)	奶牛 (存栏量/万头)	肉牛 (出栏量/万头)	羊 (出栏量/万只)	蛋鸡 (存栏/万只)	肉鸡 (出栏/万只)
北京	428.60	13.02	19.11	99.27	1 065.84	12 483.80
天津	261.62	6.72	0.48	1.62	1 118.04	7 084.19
河北	1 270.00	20.88	100.60	100.15	18 177.59	18 983.97
山东	1 638.29	10.62	54.55	115.61	11 610.01	100 803.87

北京市各种畜禽养殖的规模化程度较高。2002 年北京市规模猪场、奶牛场、羊场、蛋鸡场和肉鸡场养殖比例分别为 90.29%、84.67%、71.31%、38%、76.11%和 98.42%。天津市年出栏 50 头以上生猪场养殖比例占 63.02%,年存栏 20 头以上奶牛养殖比例占 85.34%,年出栏 50 头以上肉牛养殖比例占 3.97%,年出栏 200 只以上羊的养殖比例占 9.02%,年存栏 2 000 只以上蛋鸡的养殖比例占 66%,年存栏 2 000 只以上肉鸡的养殖比例占 98.61%。河北省年出栏 50 头以上生猪场养殖比例占 32.58%,年存栏 20 头以上奶牛养殖比例占 25.07%,年存栏 50 头以上肉牛养殖比例占 19.74%,年出栏 200 只以上羊的养殖比例占 5.65%,

年存栏 2 000 只以上蛋鸡的养殖比例占 34.77%，年存栏 2 000 只以上肉鸡的养殖比例占 78.77%。山东省年出栏 50 头以上生猪场养殖比例占 37.36%，年存栏 20 头以上奶牛养殖比例占 29.14%，年出栏 50 头以上肉牛养殖比例占 11.17%，年存栏 200 只以上羊的养殖比例占 4.53%，年存栏 2 000 只以上蛋鸡的养殖比例占 32.61%，年出栏 2 000 只以上肉鸡的养殖比例占 86.56%。

第二章 华北地区集约化 农业环境问题

华北地区集约化农业环境问题包括化肥使用对环境的影响、农药使用对环境的影响、畜禽养殖对环境的影响。

第一节 化肥使用对环境的影响

化肥在农业生产中的大量使用，一方面能促进作物产量大幅度提高，另一方面也带来了环境污染等问题，尤其在集约化农区，化肥利用率偏低和施肥不当而导致的环境污染等问题已引起社会各界的广泛关注。

一、化肥在农业生产中的作用

化肥是农业生产中最基础、最重要的物质投入。据联合国粮农组织（FAO）统计，化肥在对农作物增产的总份额中约占 40%~60%。20 世纪 90 年代中后期我国农业生产全面丰收，除政策、气候等因素的作用外，一个不可否认的重要事实是，我国 1985—1988 年后化肥施用量快速递增，10~15 年连年叠加的化肥后效发挥了重要作用。

（一）增加农作物产量

20 世纪八九十年代，国内外许多研究者都针对化肥在农业增产中的作用进行过大量的研究。李家康（1999）对 1981 年开始布置的 52 个 10 年以上长期肥料定位试验点的试验资料统计，结果表明，施用化肥对粮食产量的贡献率全国平均为 40.8%，其中双季稻区早稻为 31.9%，晚稻为 34.6%，早作两熟区的小麦为 60.2%，玉米为 46.2%。全国化肥网 1981—1983 年在水稻、小麦和玉米上的试验及 1990 年对 70 个 5 年以上定