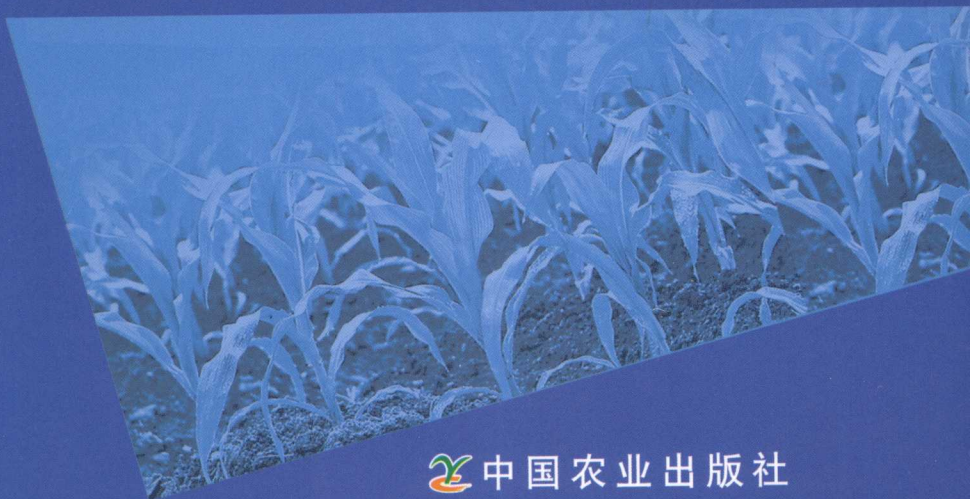


作物栽培生态

Ecology for Crop Cultivation

唐永金 编著



 中国农业出版社

作物栽培生态

Ecology and Crop Cultivation

曹成德 编著

科学出版社出版



作物栽培生态

Ecology for Crop Cultivation

唐永金 编著

生

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物栽培生态 / 唐永金编著. —北京: 中国农业出版社, 2014. 2

ISBN 978-7-109-18858-7

I. ①作… II. ①唐… III. ①作物-栽培技术②作物-植物生态学 IV. ①S31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 017791 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)

策划编辑 黄 宇

文字编辑 凌 云

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 17.25

字数: 305 千字

定价: 50.00 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

本书阐述了作物栽培的生态原理，介绍了作物栽培与温度、光照、水分、土壤、肥料和环境污染的关系，论述了作物品种生态、种子生态、群体生态和品质生态等方面的内容，着重介绍了栽培措施的生态效应及其在调节作物与环境生态关系中的作用。全书理论适度，突出应用，适合农学、园艺等相关专业师生和农业技术人员阅读参考。

序



我和唐永金教授是在 1987 年他到华南农业大学进修农业生态学期间认识的。最近，他提出让我为他的著作写一个序的时候，我有些犹豫和受宠若惊。当我看到他《作物栽培生态》的书稿时，厚重的内容，让我久久不能平息，二十几年的坚持和开拓实在感人！

唐永金教授的专著《作物栽培生态》详尽地向读者介绍了作物在栽培中面对的生态学原理、生态适应措施与生态调节措施，该著作的特点表现在：①众多的作物生态学的学术概念介绍得清晰准确；②内容紧密结合生产实践；③其中融汇了作者大量实践和研究的成果；④有大量的图表和数据。

在概念方面，著作不仅涉及一般生态学上非常重要的概念，如最小因子定律、生态型、生活型、生态位等，而且详细介绍了与作物生态关系很重要的光温生态、水分生态、土壤生态、养分生态、污染生态、群体生态等概念。

在结合栽培实践方面，该书中对于作物起源、作物生态型分化、品种选择与生态关系、作物品质与环境关系、种子萌发与活力的生态需求等进行了清晰的分析；对群体结构调整、种植季节安排、施肥灌溉措施、地膜覆盖措施等栽培措施及其生态影响进行了系统的梳理；对于近年来关注度不断上升的环境污染影响以及无公害、绿色与有机栽培的生态环境问题适时进行了系统介绍。

唐永金教授长期从事栽培与生态相关的研究、教学与推广工作。他在作物生态研究中大量运用了模拟、模型、统计等工具，研究了玉米、小麦、大豆、甘薯等作物的品种生态特征、单作与间作群体

调节、海拔与坡向关系、各种栽培措施效果、环境污染与微量元素影响等。唐永金教授丰富的成果与心得融入了著作的方方面面。

这本著作对于在农业生产一线开展作物栽培的农业技术人员，对致力于作物生态、农学和农业生态学研究的学者，对正在农学专业、生态学专业学习的本科生和攻读学位的研究生都不失为一本很有价值的参考书。

中国农学会原副会长、中国生态学会原副理事长
华南农业大学原校长、教授、博士生导师



2013年8月3日

前言



作物栽培是人类最早进行的、有目的地生产目标产品的农业活动，至今仍然是人类最重要的农业活动。作物生长离不开生态环境，作物栽培活动的对象既是作物，更是生态环境。事实上，作物栽培的绝大多数活动都在调节作物与生态环境的关系，使之达到高产、优质、高效的栽培目的。

作物栽培生态主要从栽培的角度研究生态因子对作物的影响、作物对生态因子的适应以及作物对生态因子的影响；研究栽培措施与生态环境的相互关系，栽培措施与作物的生态关系；研究栽培措施如何让作物适应环境，如何调节生态因子来满足作物生态需求，从而实现栽培目标。作物栽培生态不同于作物生态学，作物生态学重视作物与环境的生态关系，偏重于理论，作物栽培生态重视栽培措施的生态效应，重视栽培措施对作物与环境生态关系的调节，偏重于应用；作物栽培生态不同于作物栽培技术，作物栽培技术注重怎样做，作物栽培生态注重为什么要这样做。

我国作物生态研究历史悠久，从事作物栽培的学者都直接或间接地研究过作物生态，但影响最大的是20世纪60年代由丁颖组织国内专家进行的水稻光温生态研究和20世纪80年代金善宝组织国内专家进行的小麦生态研究。梁光商（1982）主编的《水稻生态学》、刘汉中（1991）主编的《普通农业气象学》、金善宝（1991）主编的《中国小麦生态》、韩湘玲（1991）主编的《作物生态学》、曹卫星（2006）主编的《作物生态学》以及严斧（2008）编著的《作物光温生态》，从不同角度系统地论述了作物与环境的生态关系，同其他学

者的论著一道,为本书的编著提供了广泛的信息来源。笔者从事作物栽培学、农业生态学、生态学教学与研究 30 余年,重视作物栽培生态的研究,在不断收集和分析相关资料的同时,有针对性地开展了四川小麦源库生态和品种间竞争研究,四川玉米海拔栽培生态、抗旱和避旱栽培生态、两熟栽培生态研究,玉米大豆间混栽培生态研究,环境污染对作物影响等研究,发表相关论文 30 多篇,为本书的撰写提供了材料基础。

本书 11 章,分为三大部分。第一章,介绍作物栽培的生态原理。第 2~7 章,以生态因子为主,分别介绍作物栽培与温度、光照、水分、土壤、肥料和环境污染的关系。第 8~11 章,以作物为主,分别介绍作物品种、种子、群体和品质与生态因子的关系及其栽培调节措施。安全和优质是对作物产品的新要求,本书论述了作物栽培与环境污染、生态因子和栽培措施对作物品质的影响,这为生产安全和优质的作物产品提供了依据和措施。全书理论适度,突出应用,适合农学、园艺等相关专业师生及科技人员参考学习。

作物栽培生态内容涉及作物多、生态因子多、栽培技术多,因研究和篇幅所限,不能全部述及,加之从栽培角度研究作物与生态因子的关系又是一个新尝试,书中错误和不足在所难免,恳请读者批评指正。

唐永金

(于四川绵阳西南科技大学农学系)

tangyongjin@swust.edu.cn

目 录



序 前言

第一章 作物栽培的生态原理	1
第一节 作物生态需求原理	1
一、作物生态需求的三基点	1
二、作物生态需求的阶段性	1
第二节 作物生态适应原理	2
一、作物生态适应性概述	2
二、生态位——作物对生态因子的综合适应	3
三、生态型——同种作物对不同环境的趋异适应	4
四、生活型——异种作物对相似环境的趋同适应	4
第三节 生态因子的变化规律	5
一、生态因子的类型	5
二、生态因子的水平变化	6
三、生态因子的垂直变化	7
四、生态因子的时间变化	7
第四节 生态因子的作用规律	8
一、生态因子的综合作用	8
二、必需因子的同等重要性和不可代替性	9
三、限制因子原理	9
四、生态因子的互作效应	10
第五节 栽培措施的作用原理	11
一、栽培措施对作物的直接作用	11
二、栽培措施对作物的间接作用	12
三、边际效益原理	13
第二章 作物栽培与温度	15
第一节 温度对作物的影响	15
一、低温对作物的影响	15

二、积温对作物的影响·····	18
第二节 土壤温度对作物的影响·····	19
一、土壤温度对块茎、块根作物的影响·····	19
二、土壤温度对作物吸收水分和养分的影响·····	20
第三节 作物对温度的要求与适应·····	21
一、作物对温度的要求·····	21
二、作物对温度的适应与分布·····	25
第四节 栽培措施对作物与温度生态关系的调节·····	27
一、根据作物的春化特性,采取相应的栽培措施·····	27
二、根据气温变化,调节作物播期·····	28
三、保温和增温栽培·····	29
四、降温栽培和变温栽培·····	31
第三章 作物栽培与光照·····	33
第一节 光照对作物的生态作用·····	33
一、光照强度的作用·····	33
二、日照长度的作用·····	35
三、光质对作物的影响·····	36
四、光对作物发育过程的影响·····	38
第二节 作物对光照的适应和要求·····	38
一、作物对光照强度的适应和要求·····	38
二、作物对日照长度的反应·····	40
三、作物的光能利用·····	43
第三节 栽培措施对作物光照生态关系的调节·····	44
一、根据作物对日长反应的特点进行引种·····	44
二、合理密植与科学搭配·····	46
三、垄作与定向栽培·····	48
四、育苗移栽与多熟栽培·····	49
五、塑料薄膜对光照的影响·····	50
第四章 作物栽培与水分·····	52
第一节 作物对水分的适应与要求·····	52
一、作物对水分的适应·····	52
二、作物产量与水分的关系·····	54
三、作物生理需水·····	55
第二节 作物生态需水·····	59
一、作物需水方式与土壤水分·····	59
二、水分对土壤肥力和温度的影响·····	64

三、水分与农田灾害·····	65
四、土壤水分调节的栽培措施·····	68
第五章 作物栽培与土壤 ·····	71
第一节 土壤理化性质与作物的关系 ·····	71
一、土壤质地和结构对作物的影响·····	71
二、土壤盐害与作物生长·····	73
三、土壤酸碱反应与作物的关系·····	76
四、栽培措施对土壤理化性质的调节·····	79
第二节 作物与土壤肥力的关系 ·····	80
一、土壤养分分级及优质土壤标准·····	81
二、作物对土壤养分影响与肥力适应·····	82
三、作物茬口的土壤特性和栽培调节·····	83
四、连作和设施栽培对土壤的影响·····	85
第三节 土壤发棵性、宜耕性与作物栽培的关系 ·····	87
一、土壤发棵性与作物栽培·····	87
二、土壤宜耕性与作物栽培·····	88
第六章 作物栽培与肥料 ·····	90
第一节 肥料养分与作物营养的关系 ·····	90
一、作物生长发育需要的营养元素·····	90
二、营养元素与作物生长发育的关系·····	93
三、作物吸收养分的规律·····	95
四、作物对营养元素的反应特点·····	98
第二节 肥料及肥料元素间的相互作用·····	99
一、肥料的酸碱性·····	99
二、肥料混合施用情况 ·····	100
三、肥料元素间的相互作用 ·····	101
第三节 施肥与作物、环境的关系 ·····	102
一、施肥与作物的关系 ·····	102
二、施肥与环境的关系 ·····	105
三、追肥方式对作物的影响 ·····	107
第七章 作物栽培与环境污染 ·····	108
第一节 环境污染对作物的危害及防治 ·····	108
一、土壤污染对作物的危害及防治 ·····	108
二、灌溉水污染对作物的危害及防治 ·····	118

三、空气污染对作物的危害及防治	121
第二节 作物栽培中的环境污染及防治	124
一、地膜覆盖栽培对环境的污染及防治	124
二、施用化肥对环境的污染及防治	126
三、施用农药对环境的污染及防治	129
第三节 无污染栽培的环境要求	131
一、无污染栽培的基本环境要求	131
二、无公害栽培的环境要求	132
三、绿色食品产地的环境要求	134
第八章 作物品种生态	138
第一节 作物起源、传播与分布	138
一、作物起源与传播	138
二、作物分布	140
三、我国作物分布状态	143
第二节 作物的种、亚种、变种和生态型	146
一、作物的种、亚种和变种	146
二、作物品种生态型	148
第三节 品种适应性和品种间竞争	155
一、品种适应性	155
二、品种间竞争	160
第九章 作物种子生态	165
第一节 种子休眠及其与环境的关系	165
一、种子休眠及其原因	165
二、种子休眠期及其影响因素	167
三、栽培措施对休眠期的调控	169
第二节 种子活力与寿命	171
一、种子活力	171
二、种子寿命	176
第三节 种子萌发出苗和环境条件	179
一、种子萌发和出苗	179
二、种子萌发和生态条件的关系	180
三、栽培措施对种子出苗的影响	180
第十章 作物群体生态	182
第一节 作物群体和生态环境	182

一、个体和群体的概念	182
二、作物群体结构	183
三、群体内的生态环境	186
第二节 单作群体的内部关系	190
一、作物个体内部关系	190
二、群体密度和产量	193
三、调节群体内部关系的栽培措施	197
第三节 复合群体的种间关系	199
一、复合群体种间关系研究方法	200
二、复合群体的竞争分析	201
三、复合群体增产原因与产量效应分析	204
四、调节复合群体的栽培措施	207
第四节 栽培技术对间作大豆的影响	208
一、玉米大豆间作对大豆植株光照的影响	208
二、栽培技术对间(混)作大豆的影响	216
第十一章 作物品质生态	226
第一节 作物品质的类型	226
一、作物品质分类	226
二、作物产品的营养品质	229
三、作物产品的卫生品质	231
第二节 生态环境对作物品质的影响	233
一、地理位置对作物品质的影响	233
二、气象因素对作物蛋白质和脂肪含量的影响	234
三、气象因素对作物糖分和纤维的影响	236
第三节 栽培技术对作物品质的影响	238
一、播收期对作物品质的影响	238
二、田间布局对作物品质的影响	241
三、田间管理对作物品质的影响	245
参考文献	253
后记	262

□□□□□□□□□□□□□□□□

作物既受自然生态因子的影响，又受人为因子的影响。作物栽培措施既影响作物，又影响生态环境，而且许多措施首先是改善生态环境，通过生态环境的改善来提高作物的产量和品质。因此，在作物栽培中，必须明确作物对生态因子的需求规律、作物对生态因子的适应原理、生态因子的变化规律、生态因子对作物的作用规律、栽培措施对作物的作用特点、栽培措施的效应原理等。

一、作物生态需求的三基点

不同种作物、同种作物的不同生育时期对不同生态因子需求的三基点不同；作物营养生长与生殖生长、地上器官与地下器官对不同生态因子需求的三基点也不同。

二、作物生态需求的阶段性

• 1 •

长和生殖生长并进阶段、生殖生长阶段。作物在这3个阶段，对生态因子需求在质上和量上都是不同的。比如说，许多作物在营养生长阶段对温度的要求较低，而生殖生长阶段对温度的要求较高；作物在营养生长阶段需N素较多，而在生殖生长阶段需N相对较少，而需P、K相对较多；在作物营养生长阶段，某生态因子存在量的暂时过多过少，对作物产量影响不是很大，但在生殖生长阶段，该生态因子存在量的暂时过多过少，对作物产量影响却很大。通常，在作物营养生长和生殖生长并进阶段，由于分化发育的器官多，作物生长十分旺盛，对养分、水分等生态因子的需求量最大。

从栽培管理的角度，禾谷类作物一生要经历幼苗阶段、器官建成阶段和籽粒形成阶段。幼苗生长阶段主要长根、长叶和分蘖，器官建成阶段主要长茎、长叶、分化结实器官，籽粒形成阶段主要是灌浆结实。由于不同生长阶段生长发育的主要器官不同，各器官的形成对不同生态因子的要求不同。因此，作物在不同生长阶段对生态因子需求的种类和数量也是不同的。

第二节 作物生态适应原理

一、作物生态适应性概述

（一）作物生态适应性的概念

作物生态适应性可以从两方面来理解。一方面，作物生态适应性是指作物在不同生态环境条件下，通过自我调节结构与功能以适应环境变化的能力。根据这种适应能力的大小，可把作物生态适应性分成强、中、弱和不适应四类。这是作物对生态环境的主动适应性。另一方面，作物生态适应性是指作物在生长发育过程中，对生态因子的需求规律与环境中生态因子变化规律相吻合的程度。根据吻合程度的高低，可把作物与生态环境的适应关系分为最适宜、适宜、较适宜和不适宜四类。这是作物对生态环境的被动适应性。

（二）作物生态适应性的类型

根据作物对生态因子多少的适应情况，可分为寡因子适应性和多因子适应性。对多种生态因子适应性强的作物，其分布范围广，如小麦、玉米；对寡因子适应性强的作物，分布范围窄，如甜菜、甘蔗。

根据作物对生态因子的顺从关系，可把作物适应性分为顺应型、抗逆型和中间型。顺应型是指作物生长发育规律能顺应生态环境的变化，不需改变结构与功能，就能有效地利用生态因子。抗逆型是指作物生长发育规律与环境变化

不相协调时,作物就在结构上或功能上产生形态、生理、遗传或生态需求上的变化,以适应环境,这是作物主动适应环境的表现。中间型兼有顺应型和抗逆型的特点,既可顺应地利用生态因子,又可产生一些结构或功能上的变化以适应环境。

(三) 作物生态适应性的特点

作物生态适应性的特点表现在以下几个方面:①同种作物对不同因子的适应范围不同,不同种作物对同一生态因子的适应量幅也不同。②同种作物在不同生育阶段的生态适应性不同。一般苗期的适应性较宽,开花期(禾谷类还包括孕穗期)的适应性较窄。③对主要生态因子适应量幅宽的作物,分布范围较广。④在人工影响和选择下,可扩大作物的生态适应范围。⑤同种作物的不同种群,长期在不同生态环境下,会产生对多种生态因子的差异性适应或趋异适应。

二、生态位——作物对生态因子的综合适应

生态位是生物在完成正常生活周期时所表现的对环境的综合适应特性。用每一生态因子为一维(X_i),以生物对生态因子的综合适应性(Y)为指标所构成的多维超几何空间就是生态位。在作物栽培中,作物综合适应性常用产量指标来度量(图1-1)。图1-1表明夏玉米产量随N、P二因素变化而变化的情况,若是多种因素同时变化,情况将非常复杂。作物产量既是多种生态因子对作物综合作用的结果,也是作物对多种生态因子综合适应的结果。

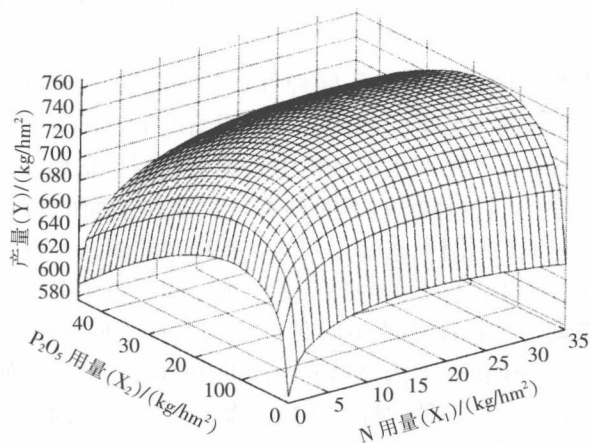


图1-1 夏玉米产量的N、P适应性

(谭金芳, 2011)