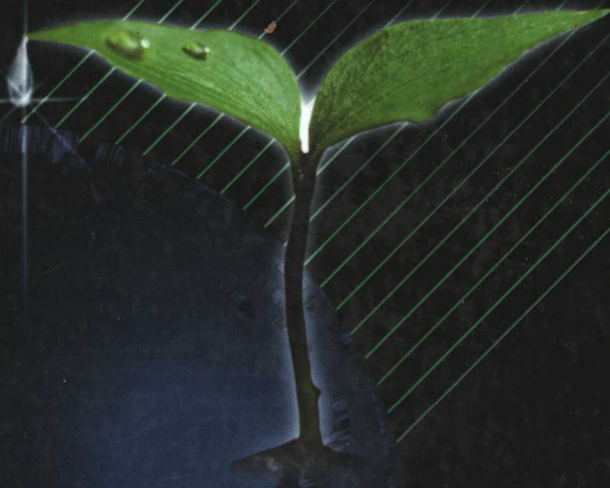


作物生态学

——农业系统的生产力及管理

〔美〕 R.S. LOOMIS 〔澳〕 D.J. CONNOR 著
李雁鸣 梁卫理 崔彦宏 李占英等 译



中国农业出版社

作物生态学

——农业系统的生产力及管理

[美] R. S. LOOMIS [澳] D. J. CONNOR 著
李雁鸣 梁卫理 崔彦宏 李占英等 译

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物生态学: 农业系统的生产力及管理 / (美) 卢米斯 (Loomis), (澳) 康纳 (Connor) 著; 李雁鸣等译.
北京: 中国农业出版社, 2002.9

ISBN 7-109-07786-1

I. 作... II. ①卢...②康...③李... III. 作物-生态学 IV. S314

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 050952 号

© Cambridge University Press 1992

First published 1992

Reprinted with corrections 1996

著作权合同号: 图字 01-2002-2737

本书中文简体本由剑桥大学出版社授权中国农业出版社独家出版发行

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 100026)

出版人: 傅玉祥
责任编辑 舒 薇

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 31.5

字数: 720 千字 印数: 1~1200 册

定价: 120.00 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 简 介

《作物生态学——农业系统的生产力与管理》(CROP ECOLOGY—Productivity and management in agricultural systems)是一本不可多得的学术专著,译著根据剑桥大学出版社1996年修订版译出,英文原书由作者提供。

全书共18章,大田条件下的光合作用和水分及无机营养的利用、作物和牧草的生产过程是贯穿于本书的中心问题,作者对这些生产过程以及大田生产系统的各种问题进行了非常广泛、深入而又有独特见解的分析。书中以环境物理学、土壤学以及植物生理学和形态学为立足点对上述问题进行了说明,在运用综合方法分析大田生产系统方面做了尝试。本书首先导入系统的概念,而后循序渐进地对这些概念进行了定量分析,进而扩展到农民所采用的系统管理的战略和战术以及环境问题等热点问题上。

原书的两位作者 R. S. Loomis (美国) 和 D. J. Connor (澳大利亚) 是世界著名农学家、国际权威学术期刊《大田作物研究》(Field Crops Research) 的主编。该书1992年第一版出版后,被英、美、澳等国许多大学用作研究生教学的主要参考书,海外学术界对其评价甚高,因此,剑桥大学出版社于1996年出版了修订版。该书的日文版已于1995年5月由日本农林统计协会翻译出版。

该书对农业可持续发展的各种理论和思潮从理论和实践上进行了系统全面的分析,因此对于中国的农业工作者深刻、全面地认识可持续发展的理论、策略和技术有积极的作用。该书适合高等农业院校农学、园艺、林学、果树、植保、资环等专业的教师、研究生、高年级大学生、农业科技人员、农业管理工作者的阅读参考。

中文版序

人类在作物和牧草生产中广泛应用土地、水、能量、劳动力及其他资源。我们之所以这样做，是因为这对于我们的生存和福祉是非常必要的。随着世界人口的增长，对农业上不断取得成功的要求也在增加。而随着更多的土地用于农作，人们对于自然生态系统消失的忧虑也在增加。生产与资源保护之间的矛盾，通过既高效又具有可持续性的种植制度就可能得到最好的解决。

农业管理涉及农业植物所占据的农田和土地的面积。这需要在群体条件下所有植物行为的有关知识，也需要在群体中的植物与大气环境和土壤环境关系的知识。这些有机体水平及生物有机体的更高水平是生态学的主题，但对于这些水平的解释要依赖于从分子和细胞到器官的较低水平的相关知识的综合运用。因此可以说，生态学是以其他学科的综合为特征的。但反过来说，生态学又为特定的学科提供了前后关联和相互影响的知识，并进一步揭示其他学科很少能单独完成的系统结果。作物生态学还包括农业技术当中的其他方面，这些方面与工程学、社会科学以及通过历史来观察事物相互关系的能力等，均有一定的相互联系。

作物生态学所应用的工具（最基础的是物理学、化学和数学）与其他生物学学科没有什么不同。数学模型在综合解释问题方面特别有用，所以特别适用于作物生态学。可能最为重要的是，生态学思想就来自于对整体理解的迫切要求和保持对相关组成学科的广泛理解的期望。

我们将本书设计得使之适用于专业人员参考以及作为高年级大学生和研究生的教学参考书。本书来自于我们多年执教和在其他方面的经验和教训，也渗透着我们曾充分阅读的有关素材的特征。我们特别希望鼓励年轻的作物生态学家，并且希望发展能用于改变植物生产中的问题的新方法。然而，我们并不愿意将本书仅限于面对农业工作者。它可以为环境科学的研究提供一本与生态学相关联的参考书，而环境

科学本身也可以因正确认识农业而有所裨益。

我们在书中应用的方法是解释性和综合性的。虽然我们讨论了许多命题，并且逐渐引入了一些新的命题，但行文内容主要是建立在基本的植物生物学、土壤科学以及环境物理学和环境化学基础之上的。在开始时引入的系统问题中所采用的综合处理是显而易见的，而这种综合性在两个实例研究中（第 16 章和第 17 章）则更为突出，这可以作为其他农作制度分析的范例。

我们要表达对中国河北农业大学参与本书翻译的各位合作者和对本书出版给予资助的中国有关人士的衷心感谢！中国面临着寻求农业生产力与资源保护之间合理平衡的途径的巨大挑战。我们深感荣幸的是，我们所提出的与这一挑战相关的许多问题的处理方法，现在奉献给中国读者了。

R. S. 卢密斯

D. J. 康 纳

序

5 000 多年来，农业一直处于中国经济、文化和政治的核心地位。直到今天，中国人口的大多数仍然以农为业。然而，过去 20 年里所取得的空前的经济进步，已经从根本上改变了中国的农作方法和政府的农业政策。

作为世界上人口最多、生活水平正在空前提高的国家，中国在土地和水资源利用方面面临着独特的挑战。今天，自然资源的利用和环境的退化已经成为紧迫的问题，必须在保护农业生产力和食物自足的情况下进行平衡。这一平衡已经成为科学界和政府部门讨论的一个主要课题。

这本由卢密斯教授和康纳教授所著的《作物生态学——农业系统的生产力与管理》及时地提供了在各种不同的环境下适当的作物生产方法的丰富资料。它对大学里的教师、科研人员和学生、研究机构中的科学家、政府部门中的政策制定者以及所有关心可持续农业生产系统者都是颇有价值的。

此书由四部分组成：农作系统及其生物成分，物理和化学环境，生产过程以及资源管理。卢密斯教授和康纳教授将概念的描述与实际的有机结合贯穿于全书。例如，将水分利用效率概念的讨论与适当种植制度的考虑放在一起。书中许多的管理原理出自作者自己的学术研究和（或）美国和澳大利亚的农作经验。在有关植物吸收氮、水和光的章节中介绍的许多有关植物生长和生产过程理论，都佐以实际的例子。

正如作者在其序言中所述：“农业管理是从事于有关地块上的植物和一定面积内的土地上的管理活动。这样的管理需要有关在拥挤的条件下植物的整体表现以及植物群落与大气和土壤环境相互作用的知识。虽然生物器官和高层次的生物组织结构是生态学的研究内容，但是，在对这些层次上所显现出的现象进行解释时仍然依赖于由分子和细胞到器官的较低层次上相关知识的综合。因此，可以把生态学看做是一

个综合其他各学科的学科。但是同时也可以将其视为一个特别的学科，因为，它能解释在一定背景和关联情况下特有的规律，并能阐述一些在其他各学科孤立情况下不能解释的系统现象”。作者们无疑成功地呈献了一部极有特色的作物生态学著作，他们的书中在整体植物生长发育过程上对作物生产的影响有相当深度的分析，并且为在群体和管理层次上作物与环境的相互作用提供了精辟的解说。

本书可用作高年级本科生和研究生的教科书或参考书，也可供从事生产实际的专业技术人员参考。但是，本书不仅仅限于对农业工作者有用，它还可以为环境科学方面的课程提供生态学的内容，从而获益于农业的视角。

我非常高兴地介绍我长期的同事罗伯特·卢密斯和大卫·康纳的《作物生态学——农业系统的生产力与管理》中文版。中国在寻找农业生产力和资源养护的平衡方面面临着巨大的挑战，我个人为他们对有关这一挑战的许多问题全面而深刻的处理现在能够呈献给中国读者而感到欣慰。最后，但相当重要的是，河北农业大学的梁卫理教授为此书中文版的出版所做的努力值得注意和称道。他和他的同事们在国际农业方面的知识使得他们具备了以如此高的质量完成此书翻译工作的独特素质。我相信，本书将在中国的科学界产生巨大的影响。谨此向卢密斯教授、康纳教授和诸位译者表示祝贺。

耿 旭 教授

美国加利福尼亚大学戴维斯校区农学院

美国农学会院士

美国科学促进会院士

河北农业大学名誉教授

河北省政府农业经济顾问

译者序

我们翻译的这本《作物生态学——农业系统的生产力及管理》中文版，是根据剑桥大学出版社 1996 年出版的 CROP ECOLOGY——Productivity and management in agricultural systems 修订版翻译的。我们从 1996 年开始翻译这本在国际上具有较大影响的专著，而且在 1997 年初就已经初步完成。但是，由于种种原因，直到今天才最终完成这本学术著作的翻译，并且可以付印出版了。

我们说它有较大的国际影响，首先是因为两位作者是国际著名的作物科学家。该书在 1992 年初版之后，由于其集作物生态学的各种学说和研究成果之大成的特点而受到国际作物科学界的重视，并被美国和澳大利亚的许多大学作为研究生和高年级大学生教学的主要参考书。除了生态学的知识之外，该书实际上还是一本作物生产科学知识的汇总，既是一本学术专著，也是一本非常好的教材，因此适合广泛的读者群。由于海外学术界对该书的评价甚高，因此剑桥大学出版社又于 1996 年出版了修订版。日本农林统计协会于 1995 年翻译出版了该书的日文版，也足见其他国家学者对该书的重视。

译文中几点说明如下：

(1) 译文尽量保持原文风格和格式，但对有明显印刷错误，或可能产生误解，或可能意思含混之处，则在字句上做了修正并用括号注明。

(2) 译文中的地名和人名，一般按照中文译名录译出，中文译名录中未收录的，除了著名学者姓名已有固定译名的以外，一般不加翻译。

(3) 植物名称按照英文原文译出，并在第一次出现时列出拉丁文学名，书后附录中还列出了植物名称的英文、拉丁学名和中文对照。极少数没有中文通用译名的植物，则根据我们对拉丁学名的理解试译出来，并随后注明。其他生物名称能够找到汉译名称的用汉译名称并加注拉丁学名，否则使用拉丁文学名。

2 译者序

(4) 名词的翻译根据具体情况确定。如 farming system, 在指客体存在时译为农作系统, 在指包括人为管理因素时译为农作制度。

翻译并出版这样一本重要著作, 单靠我们自己的力量是难以完成的, 其间得到了多方面的支持。原书的两位作者重新为中文版写了序言, 国际知名学者耿旭教授也欣然为中文版作序。本书的出版还得到了河北农业大学校长刘大群教授及其他校领导和有关部门的支持。译者在此一并表示衷心的感谢。

由于译者水平所限, 译文中错误之处在所难免, 敬请读者及各方面专家不吝指正。

译 者

2002 年 3 月



目 录

中文版序

序

译者序

第一编 农作系统及其生物学成分 1

第1章 农业系统 3

1.1 导言 3

1.2 关于农业系统的性质 3

1.3 农作系统的管理 8

1.4 植物生产 10

1.5 农业中的营养系统 14

1.6 动物和人类营养 17

1.7 承载力 25

1.8 小结 27

1.9 参考读物 28

第2章 群体的概念 29

2.1 导言 29

2.2 群落的变化 29

2.3 生物量的积累 31

2.4 单作中对密植的反应 38

2.5 混作中的竞争 42

2.6 群体对限制因子的反应 49

2.7 小结 53

2.8 参考读物 53

第3章 稳定性 55

3.1 导言 55

3.2 产量变异 56

3.3 适应性变化 61

3.4 多样性和稳定性 64

3.5 关于未来的不确定因素 69

2 目 录

3.6 农业系统的保持	72
3.7 小结	73
3.8 参考读物	74
第4章 遗传资源	75
4.1 导言	75
4.2 农业中的遗传多样性	75
4.3 遗传结构的变化	79
4.4 栽培品种的培育	84
4.5 遗传进展和多样性的保持	90
4.6 小结	93
4.7 参考读物	94
第5章 发育	95
5.1 导言	95
5.2 发育时间	96
5.3 发育的阶段转变	99
5.4 作物改良	105
5.5 物候学反应的量化	105
5.6 种子萌发和休眠	111
5.7 小结	116
5.8 参考读物	117
第二编 物理和化学环境	119
第6章 大气环境	121
6.1 导言	121
6.2 辐射的概念	121
6.3 SW 辐射源	124
6.4 太阳与地球的几何关系	125
6.5 SW 对大气层的穿透	128
6.6 辐射平衡	130
6.7 能量平衡	133
6.8 湍流传导	138
6.9 平流热传导	141
6.10 小气候	143
6.11 天气和气候	144
6.12 小结	149
6.13 参考读物	150

第7章 土壤资源	151
7.1 关于土壤特性	151
7.2 土壤化学	151
7.3 土壤形成	154
7.4 土壤类型	160
7.5 土壤特性	162
7.6 土壤的水气组成	168
7.7 土壤温度关系	173
7.8 小结	176
7.9 参考读物	177
第三编 生产过程	179
第8章 氮素过程	181
8.1 导言	181
8.2 氮素循环	181
8.3 腐烂和固定作用	184
8.4 矿化作用和硝化作用	187
8.5 氮的损失	188
8.6 植物对无机氮的同化作用	191
8.7 固氮作用	191
8.8 氮循环示例	196
8.9 应用有机氮源的农作	200
8.10 小结	206
8.11 参考读物	207
第9章 水分关系	208
9.1 导言	208
9.2 水在作物中的流动	208
9.3 蒸散作用及其组成	211
9.4 土壤干燥过程中的蒸发	215
9.5 根系的集水作用	216
9.6 作物水分平衡模型	219
9.7 作物对缺水的反应	221
9.8 缺水模式	222
9.9 对干旱的适应性	223
9.10 水分利用效率	234
9.11 小结	237

9.12 参考读物	238
第 10 章 光合作用	239
10.1 概述	239
10.2 光合作用系统	239
10.3 叶片光合作用	243
10.4 冠层光合作用	252
10.5 冠层光合作用模拟	256
10.6 生产性冠层结构和竞争性冠层结构	261
10.7 小结	267
10.8 参考读物	267
第 11 章 呼吸和物质分配	269
11.1 导言	269
11.2 呼吸和合成中碳素的利用	269
11.3 分配的形态学特征	280
11.4 小结	292
11.5 参考读物	293
第四编 资源管理	295
第 12 章 土壤管理	297
12.1 导言	297
12.2 植物营养	298
12.3 土壤肥力管理	301
12.4 土壤耕作	308
12.5 排水	312
12.6 土壤侵蚀	313
12.7 土地生产能力	320
12.8 小结	322
12.9 参考读物	323
第 13 章 雨养农业的策略与方法	324
13.1 导言	324
13.2 湿润地区的农业生产	324
13.3 有效利用水分的原则	325
13.4 水分亏缺方式与作物类型	326
13.5 水分利用的最佳模式	327
13.6 品种与播种时间	329
13.7 作物轮作与施肥	331

13.8	密度与种植安排	334
13.9	休闲	335
13.10	种植策略的模拟模型与分析	340
13.11	小结	347
13.12	参考读物	348
第 14 章	灌溉农业中水的管理	349
14.1	导言	349
14.2	盐碱化程度	350
14.3	水分利用和生产力	355
14.4	灌溉方法	356
14.5	灌溉计划	361
14.6	农场内的水量分配	362
14.7	给水和排水的管理	363
14.8	灌溉项目区的选址	366
14.9	小结	367
14.10	参考读物	368
第 15 章	能量与劳动	369
15.1	导言	369
15.2	能量与食物生产	369
15.3	能量的来源和利用	375
15.4	能量分析	377
15.5	提高能量利用效率	379
15.6	低投入农作	385
15.7	生物质中的能量	386
15.8	能量的前景	390
15.9	小结	391
15.10	参考读物	392
第 16 章	澳大利亚南部麦—羊农作的分析	394
16.1	导言	394
16.2	与相邻地区的联系	395
16.3	土壤	396
16.4	气候	396
16.5	农事	397
16.6	小麦生产	398
16.7	动物生产	403
16.8	牧草生产	404

6 目 录

16.9 系统的养分平衡	409
16.10 生态稳定性	410
16.11 小结	412
16.12 参考读物	413
第 17 章 北美玉米带农牧结合的农作制度	414
17.1 导言	414
17.2 气候	417
17.3 土壤	417
17.4 农事活动	419
17.5 玉米和大豆生产	420
17.6 燕麦和饲草生产	423
17.7 牧草生产	424
17.8 养牛	425
17.9 水平衡	428
17.10 养分动态	429
17.11 评价	432
17.12 展望	436
17.13 参考读物	436
第 18 章 面向不确定的未来	437
18.1 导言	437
18.2 人口与食物供给	437
18.3 1940 年以来的食物生产	440
18.4 技术型农业的重要性	444
18.5 改进技术	448
18.6 结论	452
18.7 参考读物	452
参考文献	453
英拉汉植物名称对照	484

1

第一编 农作系统及其生物学成分

我们从高空所看到的，主要是在大气和土地之间薄薄的接合面上，植被和农作物露在地上的部分。只有使这一景观布满植物，才能把二氧化碳、水和阳光等限制性资源有效地截获下来。土地耕作、作物生长速度和产量的积累都与土地面积有关。在农业生产过程中，土地被分成若干田块，作为管理和生产的单元。用生态学的术语来说，占据这些田块的植物构成了共同生活的有机体的群落 (Community)^①。把群落与环境的理化特征一起考虑，就形成更大的综合体，亦即生态系统 (Ecosystem)。

在作物和牧草的管理过程中，农民力求控制作物的群体结构和环境中的理化因素，从而获取利益。本书第 1 章讲述如何建立以理想的物种为优势种的植物群体，这是农业的基本战略。

随后将讨论群体的结构 (第 2 章)、稳定性 (第 3 章)、遗传资源 (第 4 章) 和植物发育问题 (第 5 章)。所有这些问题都与用于农业的生物学材料有关，因此有着很重要的意义。

^① 本书译文中在 Community 指作物时译为群体，指自然状态下的植物或含义不明确时则译为群落。——译者