



作物 光温生态

严 斧 编著



中国农业科学技术出版社



作物光温生态

严 斧 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物光温生态 / 严斧编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 5
ISBN 978 - 7 - 80233 - 736 - 7

I. 作… II. 严… III. 作物 - 植物生态学 IV. S314

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 160103 号

责任编辑 邬震坤
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82106626 (编辑室) (010)82109704 (发行部)
(010)82109703 (读者服务部)
传 真 (010)82106626
网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 30. 75
字 数 750 千字
版 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷
定 价 60. 00 元

内容提要

本书以我国主要作物为主要对象，以我国学者近 90 年来、特别是近 50 年来的研究成果为主要依据，对作物发育光温生态基本原理及其应用进行探讨。本书依据大量实验结果，对作物发育光温生态外在表现基本规律进行的理论创新主要有以下 3 点：①着重阐明了作物发育光温生态特性时空递变现象，阐明了作物光温生态型原生分布的时空递变与其原产地光周期和温周期条件时空递变的对应性，及不同作物不同光温生态型品种异地异季种植时生育期等性状的时空递变规律，提出按品种光温生态递变过程中光温生育期稳定性大小进行动态的光温生态型分类，还提出了作物品种光温生态特性和光温生态型分布的时空递变表。②研究论证了作物光温生态时空效应的叠加现象，在作物品种光温生态型形成过程中，在作物个体发育过程中，在作物异地异季引种过程中，都存在光温生态时空效应复杂的叠加。③研究论证了在作物个体发育全过程中光温生态反应随光温条件的季节性递变而发生相应的阶段性递变，指出不是只在营养生长期才存在对光周期和温周期的特定的阶段性要求。本书还对 20 世纪曾产生过广泛影响的李森科植物阶段发育理论进行了讨论和客观评价。

本书分为 10 章，前 5 章分别对我国有代表性的、具有不同光温生态特性的 24 种作物（其中突出水稻、小麦和大豆）近几十年来的光温生态研究主要成果进行简介、归纳和分析；第六章是对所有作物共同的光温生态外在表现基本规律的初步探讨；第七章进一步对作物光温生态变化的内在动因即基因调控和生化机制的主要研究成果进行归纳和简介；第八章对作物生育期的光温生态定量研究即模拟模型研究成果进行归纳和简介；第九章和第十章分别对作物光温生态研究成果在我国作物育种和栽培上的应用进行讨论。前 5 章关于 24 种作物的综述都可以独立成篇；第六、七、八三章着重对一般性原理进行探讨；第九、十两章则着重联系我国的作物生产实际讨论应用。

本书参考并引用了一些相关文献，其中的主要研究成果分别扼要录入本书有关章节。为方便读者进一步查阅，还将重要文献列于文后。同时，本书还有 5 个附件，向读者提供了一些与作物发育光温生态有关的常用数据和资料，还简介了其他 30 种作物的光温生态特性。

序言一

作物光温生态特点是作物在自然进化和人类长期驯化过程中逐步适应种植区域和生长季节的环境温度和光照条件而形成的。不同的作物有不同的光温生态特点，同一种作物可能有不同的光温生态型。作物的光温生态涉及作物的育种、引种和栽培，对农业研究和农业实践有重要意义。

严斧教授长期关注和研究作物的光温生态。他在基层长期从事过农业技术实际工作，“文革”后成为第一批研究生。我是在研究生期间认识他的。在研究生时期，他选择的研究课题就是水稻周年播种的光温生态规律。30多年来他一直关注这个问题。到近几年，他终于能够抽出足够的时间来阅读、整理和思考，并完成写作，实现了一个多年的夙愿。他的执著和坚持使我感到敬佩，他的认真、实在和一丝不苟值得我学习。

《作物光温生态》是我见到的对作物光温生态覆盖面最广的一本书。本书详细分析了水稻、小麦、大豆、玉米、黍稷、大麦、油菜、花生、向日葵、芝麻、棉花、黄麻、红麻、甘薯、马铃薯、甘蔗、甜菜、烟草等作物的光温生态，另外，还简介了禾谷类、豆类、薯类、油料、纤维、饲料、绿肥作物，以及蔬菜、花卉、药用等共30种作物的光温生态特性。作者一方面参考了千多篇文献，囊括了国内几乎所有相关文献，也涉及了一些关键的国外文献；另一方面作者也把自己的实验研究结果和分析讨论安排到了著作中，例如，第六章有比较集中的体现。

本书中有不少图表，附件中还有中国各地的光温参数，方便读者运用。本书是农学、作物、耕作、育种、栽培、生态、植物的科研人员、技术人员及高等学校师生很实用的、资料性很强的一本参考书。

相信这本书的出版将会对作物光温生态的科研、教学和农业实践产生积极的影响。

骆世明

中国农学会副会长

中国生态学会副理事长

华南农业大学教授

二〇〇八年九月六日于华南农业大学

序言二

农作物的光温生态，是个重要的理论问题，更是一个重大的生产实际问题。不仅影响作物收多收少，而且涉及有收无收的大事；是国之基，民之福的大事。

20 世纪 50 年代，我国南方稻区曾出了一个“青森五号”事件。青森五号是一个早熟的粳稻品种，在东北产量较高，品质也好。为提高南方的水稻产量，在没做试验的条件下，引进南方大面积种植。结果营养生长期很短，插秧不久就抽了穗。营养体小，穗小，大幅减产，损失很大，震惊了全国，震惊了农业科技界，许多像我这把年纪的老人现在还记忆犹新。这是一个水稻品种的光温生态理论和实践问题，可见我们当时这方面的知识多么贫乏，大自然给我们上了深刻的一课，教训深切。

鉴于生产实践的迫切需要，加之前苏联植物阶段发育理论的传入，作物个体发育和光温生态的科研工作曾掀起了一股热潮，全国科研机关和大专院校在各种作物上广泛开展试验研究。那时我正是一名年轻的大学生，李森科的阶段发育学说给我留下了终生不忘的记忆。

那个时期，“照猫画虎”的水稻“春化”阶段和光照阶段的温、光分离的阶段发育理论没有得到证实，迫使我国科学家另寻他途。唐锡华、吴光南、容珊等最先在水稻作物上作了一些卓有成效的初期工作，提出了水稻的“短日性”概念。日本的水稻科学工作者提出了“基本营养生长期、感光性、感温性”的“两性一期”理论，并定义“基本营养生育期”是与光温无关的生育时期的假说，广被接受并流行。还有一些学者按成熟时期的现象，把早稻和晚稻分别定义为“定日型”和“定期型”作物，并认定早稻为感温性品种，晚稻为感光性品种。各种假说、理论热闹登场，一片百家争鸣的学术繁荣景象。

集大成者是前中国农业科学院院长、水稻科学泰斗丁颖先生，组织了几十位著名科学家，于 1961~1964 的 4 年期间所主持做的试验。选出 157 个不同海拔、不同季节、不同亚种、代表 34 个熟期类型的水稻品种，分别在中国六大稻作带的 8 个试验点和 2 个附点，每年共播 15 期，对水稻的感光性、感温性和短日高温生育期等光温反应特性进行了研究。其覆盖面从海南省崖县到黑龙江省呼玛县，纬度跨 35°，跨越热带、亚热带和寒温带的气候；从东海之滨到西南高原，海拔相差 2 000 米。生态条件之复杂，品种之多样，资料之丰富，探讨之深度，都是空前的，是任何单一试验都无法比拟的。试验阐明了各地区品种的光温反应特性的形成同当地生态条件的关系。在此基础上，进行了水稻品种的全国性熟期分类和水稻品种气候生态型的划分。并联系水稻生产的情况和经验，还就引种、地方品种资源的改造和利用、耕制改革与品种和南繁等问题进行了理论性探讨。这些成果经过十多年的整理消化，最后由水稻光温生态研究协作组（皆由中国一流的水稻科学家如梁光商、俞履圻、程侃声、钱泳文等组成）编著为《中国水稻品种的光温生态》一书，于 1978 年由科学出版社正式出版，成了一本经典



之作。

鉴于资料之丰，消化之难，考虑到让后人继续从中掘“宝”，编著者们把所有的原始资料附于书后，公之于世。这种深谋远虑，大公无私的博大科学精神让人肃然起敬，为后来者树立了榜样。

1976年国际水稻研究所（IRRI）由 Vergara B. S. 和张德慈编了一本文献汇集的“THE FLOWERING RESPONSE OF THE RICE PLANT TO PHOTOPERIOD”在所内完成。后因文献不断增加，并又有新的认知，1985年又以同一书名增编了一本。这就是那个时期有关水稻光温生态研究在文献汇集上比较全面的概括。

1980~1982年，本人在国际水稻所遵照《中国水稻品种的光温生态》一书编著者们的科学留言，对书中的原始资料作了一番再“发掘”，并利用该所比较先进的设备，在张德慈先生的指导下，做了两个试验。结果证实了丁颖先生关于“晚稻不仅感光性强，而且感温性也强”的观点，从而纠正了“早稻是感温性品种，晚稻是感光性品种”的片面观点。另外，也否定了“基本营养生育期”是与光温无关的生育时期的假说，而刚好是一个对最适光温反应的营养生育时期，故“高温短日生育期”的提法是近于实际的。

用这么多篇幅讲这段历史，是因为严斧教授要我为他的这本大著作序而勾起的回忆。一来是想说明作物光温生态研究的重要，仅水稻一种作物的研究就有那么多人为之献出智慧、精力，终身无悔，他们的业绩和精神是需要铭记的。二来也是拜读了严斧教授的这本巨著，让我激动、震惊。引而申之，多么不易。

该书参阅文献近1600篇，基本概全了20世纪研究成果；涉及作物54种之多，含粮、棉、油、糖、豆、薯、麻、药、烟、蔬、花等；书稿共10章，既有理论，也有实际；既有精辟的文献概述，又有自己的深层思考，以洋洋60多万言而成书；献出的时间，精力和智慧之巨大，不表自明。一个退休之人，为国为民，竭尽所能，为后人留份学术资产的拳拳之心，让人敬佩。

特别要提出的是书中的第六章和第七章，是关于作物光温生态基本原理的探讨。就我与他多年相知，这是他长期宏观入微思考的理论成果。我们每次相逢，他都提起这些话题，可见他思索的持续性。光温生态理论的价值和指导意义不言而喻，他的这些观点，难以数言概全，故推荐读者多加注意，值得细读，见仁见智，对继续深入研究不无助益。

前5章是各类作物光温生态研究成果的大量文献，以包容而客观的态度进行评述，简明、精要。第八章以后是在育种、引种、良繁、栽培和作物布局等诸多领域的实际应用，提出了一些极有见地的观点和建议，很有指导意义。

综观《作物光温生态》一书，这是一本内容全面，理论联系实际的大著，也是一本在这一领域的“百科全书”，非常难得，十分可喜；可以作科学研究者、教育工作者和学习者、生产实践工作者和指挥者的参考。

严斧教授是一位治学严谨的学者，意志坚定，有丰富的生产实践经验，又有扎实的理论基础。是一位诲人不倦、严于律己的好老师，备课认真，探求新知。是一位正直的普通人，主持正义，痛恨邪恶。是一位俭朴慈祥的长者，为人表率，家庭和谐。

由于他的上述优秀品质，在做人、做事、做学问上都十分成功。所以，他能完成这

本大作，事所必然。常言道：字如其人，画如其人；严斧教授的这本著作，也可说是书如其人，是他综合优秀品质铸就的产物。这是我最后需要强调的一点，对读者可能有益。

谨以为序。

湘西里耶土人 张文绪

二〇〇八年九月六日于中国农业大学

前 言

阳光是作物生长发育的能量源泉；光周期是诱导作物进行生长发育的自然信息；自然界的温度是对作物生长发育外界能熵环境的量度，这种能熵虽不能被作物同化，但却是作物生命活动不可缺少的外部环境，即任何作物的任何生命活动，都必须在一定的温度条件下才能进行。因此，人们一直十分重视对阳光和温度与作物生长发育的生态关系，即作物光温生态的研究。

作物光温生态研究的范畴很宽广。就光照而言，可以从光周期、光质、光照强度等多个方面去研究光照与作物的生态关系；就温度而言，可以从温周期、积温、气温、水温、土温等多个方面去研究温度与作物的生态关系。就研究的侧重点而言，如果侧重研究光温与作物光合生产的关系，可称为作物光合光温生态研究；如果侧重研究光温与作物产品品质的关系，可称为作物产品品质光温生态研究；如果侧重研究光温与作物育性的关系，可称为作物育性光温生态研究；如果侧重研究光温与作物发育的关系，可称为作物发育光温生态研究。本书所讨论的作物“光温生态”，只限于作物发育光温生态。作物发育光温生态的研究，是作物生态学和作物发育生物学研究的重要组成部分。

各地的各种作物及其品种，都在各自特定的由气候、土壤、生物等因子构成的生态环境中和特定栽培条件下生长发育。在众多外界生态因子中，以光周期和温周期对作物生长发育的影响最大。各种作物及其品种，在不同光温生态条件下经历了长期的系统进化过程，适应形成了各自对不同光温生态条件的特定要求和特定反应。这种特定的光温生态特性，表现为各种作物的不同品种在相同的光周期和温周期条件下，有不同的生育期、不同产量形成过程和不同的产量结构与产量，以及同一作物品种在不同的光周期和温周期条件下，也有不同的生育期、不同产量形成过程及不同的产量结构和产量。因此，作物品种的光温生态特性与作物生产有十分密切的关系。

长期以来，特别是近 90 年来，国外许多学者就温周期与光周期对作物生长发育的重大影响进行了大量研究，已经积累了大量研究成果，并提出了一些理论和观点。1918 年，美国人 Hopkins 提出北美洲温带内植物物候定律（在其他因素相同的条件下，在北美洲温带内，纬度每北移 1° ，经度每东移 1° ，或上升 122m，植物发育在春天和初夏将延迟 4d，在秋天则相反，将提早 4d）。1920 ~ 1923 年，美国人 W. W. Garner 和 H. A. Allard 发现对大豆、烟草、大波斯菊等多种作物开花起决定作用的外界条件，是随季节而有规律变化的光周期的变化，并根据植物对光周期的反应将植物分为长日性植物、短日性植物、中间性植物和中日性植物，提出了光周期理论。1935 年，前苏联的 Т. Д. 李森科 (Т. Д. Лысенко) 提出植物阶段发育理论，认为植物在个体发育过程中要顺序经历若干个对温度、光照等外界条件有不同要求的发育阶段，并认定了春化阶段和光照阶段。日本学者（柿崎洋一，1938；松尾孝岭，1952；和田荣太郎，1952）研究认为，水稻在开始幼穗分化前的可消营养生长期，对温度具有感温性，对光周期具有感光性，并具有在高温短日下



不再变化的基本营养生长性。这一水稻“三性”理论，后来由我国学者发展为“两性一期”（感温性、感光性和高温短日生育期）理论。1982年，梁光商提出我国水稻物候规律。

我国农民在几千年的作物栽培实践中，对作物光温生态特性及其与生产的关系形成了许多朴素的认识。早在公元前1世纪末西汉时的《汜胜之书》中，就对麦类品种的冬性与春性有所认识，并把麦类分为宿麦（即秋播麦）和旋麦（即春播麦）。1400多年前后魏贾思勰撰写的《齐民要术》记载了谷子、黍稷、粱秫、大豆、麦类、水稻等多种作物的不同播期、不同生育期、不同适应性和不同形态的品种。开始形成于战国、完成于西汉（《淮南子》，公元前139年）的二十四节气以及许多相应的农事谚语，是我国各地历代农民，对气候、物候季节变化与农业生产包括农作物生产的生态关系认识的丰富、生动、准确和实用的概括，至今仍对把握农事季节有很重要的指导作用。

20世纪50年代以来，中国学者对水稻、小麦、大豆、玉米、谷子、黍稷、棉花、麻类、大麦、油菜等主要农作物的光温生态进行了大量研究。其中以1961~1964年由丁颖主持的“中国水稻品种对光温条件反应特性的研究”，和1982~1985年及1988~1990年由金善宝主持的全国小麦生态联合试验，以及1980~1982年由中国农业科学院作物所主持的中国大豆品种生态试验，规模最大，是国际上作物光温生态方面最完整、最系统、成果最丰富的研究工作。20世纪70年代以来，随着作物杂种优势利用在中国的推广应用，中国学者对杂交水稻、杂交小麦、玉米杂交种等作物的光温生态也进行了大量研究工作。中国学者的研究工作，不但在作物光温生态研究方面积累了大量资料，在理论上提出一系列独特见解，而且对中国主要作物的育种和栽培实践起了良好的指导作用，从而有力地促进了中国的农作物生产。

本书以我国主要作物为主要对象，以我国学者近90年来、特别是近50年来的研究成果为主要依据，对作物光温生态基本原理及其应用进行探讨。我在自己的试验研究中和多年搜集、研读大量有关各种作物光温生态研究的文献时发现，看似纷纭复杂的作物品种的光温生态现象，其实是有共同规律可寻的。

本书依据大量试验结果，对作物光温生态外在表现基本规律进行的理论创新主要有以下3点：①丁颖在晚年（1964）曾对水稻生育期等性状的季节性（时间）和地理性（空间）连续变异现象（本书作者称之为“时空递变现象”）予以特别关注。但他不幸于1964年逝世，未能就此做进一步的研究。我在自己的研究中和查阅大量资料后发现，所有作物都存在光温发育生态特性时空递变现象，并在本书中着重阐明了作物光温生态型原生分布的时空递变与其原产地光周期和温周期条件时空递变的对应性，及不同作物不同光温生态型品种异地异季种植时生育期等性状的时空递变规律，提出按品种光温生态递变过程中光温生育期稳定性大小进行动态的光温生态型分类，还提出了作物品种光温生态特性和光温生态型分布的时空递变表。②研究论证了作物光温生态时空效应的叠加现象，在作物品种光温生态型形成过程中，在作物个体发育过程中，在作物异地异季引种过程中，都存在光温生态时空效应复杂的叠加。③研究论证了在作物个体发育全过程中，光温生态反应随光温条件的季节性递变而发生相应的阶段性递变，指出不是只在营养生长期才存在对光周期和温周期的特定的阶段性要求。本书还对20世纪曾产生过广泛影响的李森科植物阶段发育理论进行了讨论和客观评价。

本书分为 10 章, 前 5 章分别对我国有代表性的、具有不同光温生态特性的 24 种作物(其中突出水稻、小麦和大豆)近几十年来的光温生态研究主要成果进行简介、归纳和分析;第六章是对所有作物共同的光温生态外在表现基本规律的初步探讨;第七章进一步对作物光温生态变化的内在动因即基因调控和生化机制的主要研究成果进行归纳和简介;第八章对作物生育期的光温生态定量研究即模拟模型研究成果进行归纳和简介;第九章和第十章分别对作物光温生态研究成果在我国作物育种和栽培上的应用进行讨论。前 5 章关于 24 种作物的论述都可以独立成篇;第六、七、八三章着重对一般性原理进行探讨;第九、十两章则着重讨论应用。

本书参考并引用了一些相关文献,其中的主要研究成果,分别扼要录入有关章节。为方便读者进一步查阅,还将重要文献列于文后。我对所有文献的作者表示衷心感谢,因为有了他们的辛勤劳动和富有创造性的工作成果作为营养,我才有可能写成本书,并使本书富有信息量。同时,本书还有 5 个附件,向读者提供了一些与作物光温生态有关的常用数据和资料以及其他 30 种作物的光温生态特性简介。由于我的学识水平有限,又受到研究条件和篇幅等限制,本书对国外有关作物光温生态的大量研究成果涉及不多,希望今后有人能弥补这一缺憾。

在本书面世之际,我要衷心感谢我的已故导师梁光商教授和吴灼年教授,感谢他们生前对我的教诲、鼓励和支持。他们都是我国杰出的农业科学家、中国作物生态学的创始者丁颖院士的高足和科学事业的继承者。丁颖教授的科学精神和爱国精神是一代又一代科技工作者的指路明灯。我也要衷心感谢我的挚友骆世明教授、张文绪教授和徐东翔教授,他们对本书的写作给予了热情关注,并花费了很大的精力对本书初稿进行了审阅,提出了许多宝贵、中肯的意见。

我还要诚挚地感谢华南农业大学图书馆、湖南农业大学图书馆和湖南省农业科学院图书馆,多年来他们的热诚周到的服务、丰富的馆藏和现代化的设施,对本书的写作是莫大的支持;感谢吉首大学张家界校区(原武陵大学)学校发展基金对本书出版给予的有力资助;感谢中国农业科学技术出版社和邹震坤同志对作物光温生态研究的重视以及对本书出版的热心支持。

本书的错漏、不足之处在所难免,恳望读者赐教。

严 斧

2008 年 9 月于吉首大学旅游学院

通讯地址:427000, 湖南省张家界市吉首大学张家界校区

E - mail: yanfu2000@yahoo.com.cn

电 话: 020-38980598

目 录

第一章 水稻光温生态研究	(1)
第一节 中国野生稻资源的类型、分布及光温生态特性	(1)
一、稻属的野生种和栽培种	(1)
二、中国野生稻资源考察、研究与利用	(2)
三、中国野生稻的种类及其地理分布	(2)
四、普通野生稻种的光温生态特性	(3)
第二节 栽培稻种的起源、传播和分布	(4)
一、世界栽培稻种的起源和传播	(5)
二、中国栽培稻种的起源和传播	(5)
三、水稻生产分布和生态区划	(9)
第三节 栽培稻种的生态分化与基本生态类型	(12)
一、生态分化	(12)
二、基本生态类型	(12)
三、亚洲与非洲热带水稻品种生态型	(14)
第四节 中国水稻品种资源及其光温生态特性演变概况	(16)
一、中国水稻常规品种资源概况	(16)
二、中国水稻常规品种与杂交水稻光温生态特性演变概况	(17)
第五节 水稻光温生态研究历史的回顾	(19)
一、关于常规水稻品种阶段发育的研究	(19)
二、关于水稻品种感温性、感光性和基本营养生长性（高温短日生育期） 的研究	(24)
第六节 水稻常规品种的感光性	(26)
一、与水稻品种光周期感应有关的概念	(26)
二、品种感光性分级	(29)
三、品种地理纬向分布与感光性的关系	(30)
四、品种熟期性与感光性的关系	(33)
五、籼、粳品种感光性的差别	(35)
六、光温生态效应互作	(36)
七、光周期反应与稻株器官的关系	(37)
八、光周期反应的叶龄与秧龄效应	(39)
九、两重光周期反应	(41)
十、第一光周期反应和第二光周期反应	(41)
十一、光周期效应的可逆性	(44)



作物光温生态

十二、日长变化趋势和日长幅度与品种光周期反应特性的关系	(44)
第七节 水稻常规品种的感温性	(45)
一、品种感温性的概念与分级	(45)
二、品种地理分布与感温性的关系	(46)
三、品种熟期性与感温性的关系	(47)
四、籼、粳品种感温性的差别	(47)
五、水稻发育与积温	(48)
六、地温与水温对水稻发育的影响	(51)
第八节 水稻常规品种的短日高温生育期（基本营养生长性）	(51)
一、概念的发展	(51)
二、短日高温生育期的分级	(51)
三、品种类型间短日高温生育期的差异	(52)
四、短日高温生育期与品种感光性和感温性的关系	(53)
第九节 中国水稻常规品种的光温生态型和气候生态型	(54)
一、光温生态型（光温反应型）	(54)
二、气候生态型	(56)
三、中国区域性地方品种的光温生态型和气候生态型	(57)
第十节 水稻常规品种光温生态特性的时空递变	(60)
一、地理性递变	(60)
二、季节性递变	(64)
三、从光温生态递变的观点来划分水稻品种光温生态型	(67)
第十一节 杂交水稻光温生态研究	(69)
一、杂交水稻及其亲本的光温生态特性和光温生态型	(69)
二、杂交水稻光温生态特性与亲本的关系	(71)
三、杂交水稻光温生态特性的时空递变	(73)
第二章 小麦光温生态研究	(79)
第一节 小麦的起源、传播及其生产分布和生态区划	(79)
一、小麦属的种	(79)
二、小麦的起源和传播	(79)
三、小麦的生产分布和我国小麦气候生态区划	(80)
第二节 小麦光温生态特性和阶段发育	(81)
一、小麦的春化特性和春化阶段	(82)
二、小麦的光周期反应和光照阶段	(88)
三、小麦春化阶段和光照阶段的始期与末期	(94)
四、小麦发育与积温	(95)
五、光温生态效应互作	(97)
六、冬型小麦品种春化过程中的短日光周期效应	(99)
七、小麦不同发育阶段对光温条件的反应	(100)



八、小麦主茎总叶数与光温条件的关系	(101)
九、小麦幼穗分化与光温条件的关系	(107)
十、光温条件对小麦株高和穗部性状的影响	(109)
第三节 中国普通小麦品种的光温生态型分类	(111)
一、中国小麦品种资源概况	(111)
二、普通小麦品种生态型的研究进展	(111)
三、分类依据	(112)
四、分类方案	(114)
第四节 小麦光温生态特性的时空递变	(120)
一、地理性递变	(120)
二、季节性递变	(127)
三、从光温生态递变的观点来划分小麦光温生态型	(129)
第五节 对 T. Д. 李森科阶段发育理论研究的简要回顾与评论	(130)
一、T. Д. 李森科植物阶段发育理论的产生和基本观点	(130)
二、对 T. Д. 李森科植物阶段发育理论的简要评论	(131)
 第三章 大豆光温生态研究	(137)
第一节 中国的野生大豆	(137)
一、中国野生大豆资源及其空间分布	(137)
二、野生大豆光温生态特性及其时空递变	(138)
三、野生大豆的光温生态类型	(141)
第二节 栽培大豆的起源、演化、传播、分布和生产分区	(142)
一、起源地	(142)
二、野生大豆向栽培大豆的演化	(143)
三、栽培大豆的传播及我国大豆的生产分布和区划	(143)
第三节 中国栽培大豆品种资源概况和品种熟期组与生态型划分	(145)
一、中国栽培大豆品种资源概况	(145)
二、大豆品种熟期组划分	(146)
三、中国大豆品种气候生态型分类	(149)
第四节 栽培大豆品种的光温生态特性	(150)
一、光周期反应	(150)
二、感温性	(152)
三、“长青春期”、“短青春期”和扁茎大豆品种的光周期反应特性	(154)
四、光周期对大豆农艺性状的影响	(155)
五、区域性大豆品种的光温生态研究	(155)
第五节 栽培大豆品种光温生态特性的时空递变	(156)
一、光温生态型的纬向递变分布和季节递变分布	(156)
二、不同熟期品种生育期等农艺性状的时空递变	(159)
第六节 栽培大豆开花后的光周期反应、前期光周期处理的后效应和开花	



作物光温生态

逆转	(164)
一、栽培大豆开花后的光周期反应	(164)
二、大豆前期光周期处理的后期效应	(165)
三、大豆后期长日处理发生开花逆转	(165)
第七节 大豆结荚习性及其与品种光温生态特性的关系	(166)
一、大豆结荚习性	(166)
二、结荚习性与品种光温生态特性的关系	(167)
第四章 其他禾谷类作物、油料作物和棉花光温生态研究	(169)
第一节 玉米光温生态研究	(169)
一、玉米的起源和传播	(169)
二、中国玉米的生态分布和生产区划	(170)
三、中国玉米品种的基本类型和资源概况	(171)
四、玉米的感温性与有效积温	(172)
五、玉米的光周期反应特性	(172)
六、热带、亚热带和温带玉米种质对光周期反应的差异及在杂种优势中的 利用	(174)
七、玉米的器官形成与品种光温反应特性的关系	(177)
八、玉米地方品种的气候生态型	(177)
九、玉米生育期等植株性状的时空递变	(178)
第二节 高粱光温生态研究	(181)
一、高粱的起源、传播和分布	(181)
二、高粱的光温生态特性	(181)
第三节 谷子(粟)光温生态研究	(183)
一、谷子的起源、进化和传播	(183)
二、中国谷子的生态与生产区划	(183)
三、中国谷子的品种资源概况	(184)
四、谷子的地理生态群	(185)
五、谷子的光温生态特性	(185)
六、谷子生育期的时空递变和叠加变化	(188)
七、谷子的生育型	(189)
第四节 黍稷光温生态研究	(189)
一、黍稷的起源、进化和传播	(189)
二、中国黍稷的生态与生产区划	(190)
三、中国黍稷的种质和品种资源概况	(190)
四、黍稷的光温生态特性	(191)
五、中国黍稷品种的光温生态型	(192)
第五节 大麦光温生态研究	(192)
一、大麦的起源、传播和生态分化	(192)

二、大麦的分布和中国大麦生态与生产区划	(193)
三、中国栽培大麦品种资源概况	(195)
四、大麦栽培品种的春化效应	(195)
五、大麦栽培品种的光周期反应	(197)
六、不同生态型栽培大麦品种在形态上和叶穗相关生长上的差异	(198)
第六节 油菜光温生态研究	(199)
一、油菜的起源、传播和分布	(199)
二、中国油菜品种资源概况	(201)
三、油菜品种的春化反应和光周期反应特性	(202)
四、油菜品种的光温生态型	(204)
五、中国油菜地方品种生态型	(207)
第七节 花生、向日葵、芝麻光温生态研究	(208)
一、花生的起源、进化和传播	(208)
二、花生种质和品种资源概况	(209)
三、中国花生的生态与生产区划	(209)
四、花生对温度的要求和感温性	(210)
五、花生的光周期反应特性	(211)
六、向日葵的光温生态特性	(211)
七、芝麻的光温生态特性	(212)
第八节 棉花光温生态研究	(213)
一、棉花的起源、传播、分布、生产分区和品种气候生态型	(214)
二、温度对棉花生长发育的影响	(216)
三、棉花栽培种的光周期反应	(216)
第五章 麻类、薯类、糖料作物和烟草光温生态研究	(219)
第一节 苧麻光温生态研究	(219)
一、苧麻的起源、传播和分布	(219)
二、苧麻野生种的光温生态特性	(220)
三、苧麻的品种资源和生态型	(220)
四、苧麻栽培种的光温生态特性	(221)
第二节 黄麻光温生态研究	(222)
一、黄麻的起源、传播和分布	(222)
二、黄麻的品种资源和生态型	(223)
三、黄麻栽培种的光温生态特性	(223)
第三节 红麻(洋麻)光温生态研究	(225)
一、红麻的起源、传播和分布	(225)
二、红麻的光温生态特性	(225)
第四节 其他麻类作物光温生态研究	(227)
一、苘麻(青麻)	(227)



作物光温生态

二、大麻	(228)
三、亚麻	(229)
第五节 甘薯光温生态研究	(230)
一、甘薯的起源、进化和传播	(230)
二、中国甘薯生产的分布与区划	(231)
三、甘薯品种资源概况	(232)
四、中国甘薯品种的光温生态特性和光温生态型	(232)
五、甘薯的光周期反应与开花结实	(234)
第六节 马铃薯光温生态研究	(235)
一、马铃薯的起源和传播	(235)
二、中国马铃薯的品种资源概况	(235)
三、中国马铃薯的生态与生产分区	(235)
四、马铃薯块茎生长与光温条件的关系	(237)
五、马铃薯开花结实与光温条件的关系	(239)
第七节 甘蔗光温生态研究	(239)
一、甘蔗的起源、进化和传播	(239)
二、中国甘蔗的种质和品种资源概况	(240)
三、中国甘蔗的分布和生态与生产区划	(240)
四、甘蔗生长对温度的要求和感温性	(241)
五、甘蔗对光周期的反应	(241)
第八节 甜菜光温生态研究	(244)
一、甜菜的起源、进化和传播	(244)
二、中国甜菜的生态与生产区划	(244)
三、甜菜的感温性和春化	(245)
四、甜菜的光周期反应特性	(246)
第九节 烟草光温生态研究	(246)
一、烟草的起源、进化和传播	(247)
二、中国烟草生产的分布和生态与种植区划	(247)
三、中国烟草种质和品种资源概况	(248)
四、烟草品种对温度反应的特性	(248)
五、烟草品种对光周期反应的特性	(250)
 第六章 作物光温生态基本原理探讨 (一)	
——外在表现: 递变、叠加、阶段性	(253)
第一节 作物光温生态型原生分布及其生育期等性状的时空递变	(253)
一、地球上光照与温度的周期性变化具有严格的时 (季节) 空 (纬度、 经度、海拔) 递变规律	(253)
二、作物种间光温生态趋同适应和种内光温生态趋异适应	(254)
三、作物光温生态型原生分布的时空递变与其原产地外界光	