

作物群落 育种学

UOWU QUNLUO YUZHONGXUE

杜心田 刘英华 刘卫民 著



郑州大学出版社

作物群落育种学

杜心田 刘英华 刘卫民 著

郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

作物群落育种学/杜心田,刘英华,刘卫民著. —郑州:
郑州大学出版社,2011.6
ISBN 978-7-5645-0107-5

I. ①作… II. ①杜…②刘…③刘… III. ①植物
群落-作物育种 IV. ①S33
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 084417 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省公安厅文印中心印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:10.5

字数:245 千字

版次:2011 年 6 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

1/16

印次:2011 年 6 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0107-5 定价:26.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

前 言

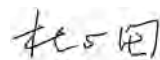
作物生产粮食以及其他衣、食、住、行、用等生活资料和生产资料。所以,作物生产是密切关系着国计民生的大事,是第一性农业生产。从微观到宏观,构成作物的层次包括粒子、分子、细胞、器官、个体、群体和群落。群落是作物集合的最高层次。遍及祖国各地的立体种植,就是栽培植物群落包括作物群落在内的、在生产中实际存在的种植方式。这些种植方式包括混作、间作、套作、叠种和轮作,都是群落所特有。一种作物的个体和群体只有单作,不会有间作、套作、叠种和轮作。作物的混作和套作在我国已有 2 000 多年的历史。然而,历来从没有把它作为群落的种植方式来看待。1981 年作者在《耕作学》(第二版)^[1]中提出“栽培植物群落”;2003 年编写出版了《作物群落栽培学》^[2],定义“作物群落是异类作物群体的集合体”。目前,从内蒙古到海南,从东部沿海到西部绿洲,作物群落遍及全国,作物群落生产已成为作物生产的重要组成部分,发挥着增产、增值、增效的积极作用。

在作物生产中,种子和其他种植材料是首要的生产资料,选用优良种子成为作物高产的先决条件。种子有好有坏,又有优良品种和一般品种的种子之分。优良品种的种子具有巨大的增产潜力,往往比一般品种增产 10% ~ 20%。据《科技日报》(2008 - 01 - 25)报道,目前,我国“良种在粮食增产中的贡献率接近 40%”,“主要农作物良种覆盖率达到 95%”。各地也都把作物良种化作为农业生产的奋斗目标之一。作物育种是产生良种的唯一手段,各地也都把培育和推广良种看做是作物增产的有效措施,设立专门机构从事这项工作。因为作物品种的优良性状具有相对稳定性,培育的良种可以应用一定的年限,保持高产优质,少有大的变化,所以,育种工作一直备受重视。新中国成立以来,在新品种培育方面取得了优异的成绩,在作物生产中起到了积极的推动作用。作物育种学科不断深入研究,个体和群体育种不仅广泛应用远缘杂交和诱变育种等技术,并且开展了细胞育种、分子育种和航天育种。

2002 年,作者在中国作物学会理事年会上提出“作物群落育种”;在《作物杂志》上定义“植物群落育种是利用自然和人为的遗传和变异,为植物群落培育优良品种”^[3]。一些作物育种工作者为小麦棉花群落培育了麦棉配套良种,作物群落育种已成为作物群落培育良种的重要手段。作物群落育种学将是一门适应生产需要的、作物学科的、新的分支。这本新编《作物群落育种学》是一部原始创新的导引性著作,对作物个体、群体和群落的特征特性和关系、作物群落育种的目标、理论、技术、内容、田间试验方法、良种繁育和发展前景,做了系统的介绍。特别是提出新概念:相利性状、相害性状和品种集等。新增添了以往各类育种学所不曾有过的章节和内容:系统论、个体、群体和群落及其育种、航天育种、染色体工程、品种集选育、品种集栽培、作物产量增减法则,栽培植物人为分类系统和作物群落育种目标系统,这些都值得进一步探讨。但愿本书能引起作物学界,特别是

作物育种学界的关注、修正和补充。初版新书不免有不妥之处和错误,希望有关专家不吝赐教。

承蒙陈伟程教授和季良越教授详阅本书原稿并提出宝贵意见,河南农业大学图书馆提供方便,在此深表谢意。



2011 年 5 月

目 录

第一章 作物的个体和群体及其育种	1
第一节 作物及其演进	1
第二节 作物个体	2
一、形态特征	2
二、生理生态	4
第三节 作物群体	12
一、特征特性	12
二、田间结构	15
三、作物群体和环境的关系	18
四、群体的生产力	21
五、作物个体和群体的育种	29
第二章 作物群落及其育种	31
第一节 群落的特征	31
一、形态	31
二、外貌和季相	32
第二节 群落的生理和生态	33
一、生长发育	33
二、群落与环境的关系	34
三、群落的特性	35
第三节 群落的结构	37
一、组分结构	37
二、空间结构	48
三、时间结构	52
四、组合类型	55
第四节 作物群落的功能	58
一、对环境的影响	58
二、对群体的影响	59
三、作物群落的生产力	59
第五节 作物群落的分类和命名	62
一、植物的自然分类方法	62
二、作物的人为分类方法	63
三、作物群落的分类和命名	63
第六节 群落的演替	64

一、自然群落演替	64
二、作物群落演替	65
第七节 作物群落育种	67
第三章 作物群落的种质资源	69
一、种质资源的收集和研究	69
二、种质资源的保存和利用	69
第四章 作物群落育种的理论依据	71
第一节 系统论	71
第二节 进化论	72
第三节 遗传学	73
第四节 生态学	75
第五章 作物群落育种的目标	76
第一节 作物群落对品种的要求及育种目标	76
一、主要目标	77
二、辅助目标	80
第二节 作物群落育种目标的制订	81
一、一般原则	81
二、制订育种目标的程序	82
第六章 作物群落育种技术	83
第一节 引种技术	83
一、引种材料的收集	83
二、检疫消毒	83
三、材料选择	84
四、引种试验	84
第二节 系统育种技术	85
一、系统育种的理论依据	85
二、系统育种的方法和程序	85
第三节 杂交育种技术	87
一、杂交育种的理论依据	87
二、杂交方式和技术	88
三、杂种后代的处理	92
第四节 诱变育种技术	93
一、辐射诱变	93
二、化学诱变	94
第五节 航天育种技术	95
一、种子筛选	95
二、太空诱变	95
三、地面试验	95

第六节 细胞工程	96
一、组织培养技术	96
二、花药培养技术	97
三、体细胞杂交技术	98
第七节 染色体工程	99
一、整倍体染色体加倍	99
二、非整倍体染色体更换	103
第八节 基因工程	103
一、基因工程的概念	103
二、基因工程的步骤和技术	104
第七章 作物群落育种的田间试验	107
第一节 田间试验的意义及种类	107
第二节 田间试验的设计	108
一、试验小区的排列方式	108
二、重复排列方式	110
第三节 田间试验的方法步骤	112
一、试验计划的制订	112
二、试验田的规划	112
三、试验观察记载	112
四、测产和鉴定	113
第八章 品种集选育	116
第一节 分类育种	116
一、粮食作物群落品种集选育	116
二、经济作物群落品种集选育	121
三、绿肥饲料作物群落品种集选育	127
四、复合群落品种集选育	130
第二节 目标育种	138
一、产量育种	138
二、品质育种	141
三、效益育种	142
四、和谐育种	143
第九章 品种集区域化鉴定和良种繁育	144
第一节 品种集区域化鉴定	144
一、区域试验	144
二、生产试验	144
第二节 品种集良种繁育	145
一、品种集良种繁育的意义和任务	145
二、良种繁育的程序和方法	145

第十章 品种集栽培	146
第一节 品种集管理	146
一、种植	146
二、密植和间定苗	148
三、植株调控	149
四、收获	149
第二节 生境管理	149
一、整地	150
二、施肥	150
三、灌溉	152
四、中耕和培土	154
五、群落植保	154
第十一章 作物群落育种的展望	156
一、广泛收集群落育种的种质资源	156
二、深入开展群落育种技术的研究	156
三、群落育种理论和方法的创新	157
四、群落育种普遍开展,新品种集普及应用	157
五、新兴分支学科建立,原创著作编写出版	157
六、作物群落育种有着广阔的发展前景	158
参考文献	159

第一章 作物的个体和群体及其育种

第一节 作物及其演进

从无机化合物开始,经过化学进化,出现有机化合物,如蛋白质、核酸和糖类(碳水化合物)等;再经过团聚形成非细胞型生物,如病毒和类病毒;细胞壁产生后,内部原生质进一步变化,逐渐形成菌类和藻类等低等植物以及蕨类和种子植物等高等植物。根据发生方式,植物可分为野生植物和栽培植物。野生植物是自生自灭的一类植物,它有着自己的进化历程。栽培植物是人工培育、管理和繁殖的一类植物,也就是广义的作物。作物一词是由日本转借而来,广义的作物包括农作物、园艺作物(蔬菜作物、药用作物、花卉作物、果树作物)和林作物等所有栽培植物;狭义的作物仅包括粮食作物、经济作物和绿肥饲料作物,也就是在农村中常说的“庄稼”。本书中的作物除了注明的以外均指狭义的作物。它与野生植物不同,受自然和社会的双重影响,并且主要是受社会的影响,所有栽培低等植物和高等植物,由于人的作用,向着与野生植物不同的方向进化。离自然生境越来越远,离人工生境越来越近,越来越不适合自然生存,越来越适合人类需要。芝麻(*Sesamum indicum*)耽误了“紧三遍”中耕除草,会因草荒而被毁掉。小麦(*Triticum aestivum*)和水稻(*Oryza sativa*),不仅要高产,由高秆向低秆品种发展,而且随着高产,又要优质,由低蛋白质含量向高蛋白质含量发展。

自从人类起源以后,原始人在采集野果和菌类食用过程中,开始种植植物。所以,作物是由野生植物演进而来的。至今,在评论和确定作物的原产地时,仍以作物野生种的发现为主要依据。从野生低等植物经野生高等植物到作物,这是作物的阶段演进。

作物的集合层次可分为粒子、原子、分子、细胞、器官、个体、群体和群落,它们从低级到高级逐级相属,粒子 $\in$ 原子 $\in$ 分子 $\in$ 细胞 $\in$ 器官 $\in$ 个体 $\in$ 群体 $\in$ 群落,而且其中只有个体、群体和群落能单位存在,其他层次都依存于个体。当器官组成个体后,个体集合为群体,群体再集成群落,从个体和群体到群落,这是作物的层次演进。

概括起来,作物的阶段演进和层次演进相结合构成作物的整体演进。当今世界上,不仅存在着野生和培养的低等植物、野生和栽培的高等植物及其高度发展的作物的个体、群体和群落,而且仍在共同向前继续演进着。

作物在我国已有 3 000 多年的历史,稻、菽、粟、茶等多种作物都起源于我国,生产经验丰富,集约化程度高,已总结成为历代农书的重要内容。20 世纪 20 ~ 50 年代,出版了

《中国作物论》(原颂周,1923)和《普通作物学》(孙醒东,1951)等有关作物学科的专著。新中国成立以后,作物栽培学、作物育种学和耕作学等新学科相继建立,作为农业院校农学专业的专业课,并出版了各课程的全国通用教材,奠定了我国作物科学的基础。

作物学是研究作物理论和技术的科学。其中已形成为一级分支学科的有耕作学、作物栽培学、作物育种学、作物生态学和作物生理学等,并积累了大量材料,为它们的分支学科的发展创造了条件。随着作物的整体演进,不仅这些内容将会逐渐独立出来,充实为新学科,而且作物学科将由个体和群体扩展向群落领域,孕育着作物群落栽培学和作物群落育种学等新分支学科的诞生。

第二节 作物个体

一、形态特征

作物个体(crop individual)(图1-1)由不同器官构成。根据其功能,作物的器官可分为营养器官(包括根、茎、叶)和生殖器官(包括花、果实、种子)。这些器官的形成决定作物个体的形态和结构。

(一)根

根是植物生长在地下的营养器官。种子萌动后,胚根突破种皮,向下向四周生长,扩展为作物的根系。它的功能在于吸收并贮存水分和养料,进行无性繁殖和固定个体于地上。

按照发生前后,作物的根可分为初生根和次生根。前者是由胚根生长而成,后者是从初生根发生,并发展成为作物根系的主体。此外,在根尖处还生长着细小的根毛。这是作物直接吸收水分和养料的器官。按根的着生位置,可分为由胚根延伸的、与茎直接连接的主根和由主根生出的侧根。侧根按发生顺序,还可分为一级、二级、三级和多级侧根,它们共同组成庞大的根群。

按照根的形状可分为直根系(如棉花根系)和须根系(如小麦根系)。按照根系在土壤中的分布,还可分为深根系(如苜蓿根系)和浅根系(如芝麻根系)。作物的根在土壤中的分布,横向可达数厘米至数米,向下深可达数十米,浅不到1 cm,而以0~80 cm土层最多。不同根系对于水分和养料的吸收与作物地下部分的结构有着密切关系。



图1-1 棉花个体

(二) 茎

茎是维管植物的地上器官,连接根部与地上部的器官。当种子发芽时,胚芽分生组织不断分化出皮层和中柱,向上继续长高,向四周发粗,形成作物的茎。它的功能主要是连接根、叶、花和果实,输送并交流水分和营养物质,支持植物体接受阳光和空气,贮存水分和养料以及繁殖新的植物体。

茎的外部构造分节、节间和顶尖,节是茎上的分生组织所在地方,从这里分生叶、花、果实和枝条。节与节之间的一段茎为节间,其长短直接影响作物的高低。顶尖是茎的顶端,是顶芽所在的部位,叶、侧芽、节和节间都是由此处的生长锥发生的。按茎的形态可分直立茎如稻、麦、棉等作物的茎,缠绕茎如蔓性菜豆的茎,攀缘茎如豌豆的茎,匍匐茎如甘薯蔓等。按茎所处位置可分地上茎如棉茎和地下茎如无芒雀麦草(*Bromus inermis*)等。另外,尚有一些变态茎如马铃薯的块茎。茎的生长靠顶部和节部的分生组织。顶部分生组织产生顶芽,分生节、节间、叶芽和花芽。节上分生组织产生侧芽,分生侧枝及其叶芽和花芽。有的作物其茎节也可分生新根如甘薯(*Ipomoea batatas*)和甘蔗(*Saccharum sinensis*)等,所以,能够无性繁殖。如此,连续向上,向四周扩展成不同体积的地上部分。作物的株高由数厘米到数十米,横向扩展数厘米和数米。按作物茎高可分为高秆、低秆和匍匐3种类型。

株型是植物的地上部分呈现的外部形状。由于主茎生长情况和分枝方式不同,因而作物表现出不同的株型,大体可分为塔形如棉花(*Gossypium hirsutum*)等,植株下部宽大,向上缩小至顶端成尖头状;圆柱形如烟草(*Nicotiana tabacum*)等,其植株上下部同大小;匍匐型如甘薯等,其植株蔓生,匍匐地面;丛型如麦类,其主茎和分蘖不易区分而成簇生长。了解并根据作物的株型以进行作物群落的群体组建、立体种植和管理工作。

(三) 叶

叶是绿色植物制造有机养料的主要器官。作物的叶由茎、枝顶端生长锥直接分化而成。它的功能是进行光合作用,制造有机物和通过气孔进行气体交换和蒸腾作用。它由叶片、叶柄和托叶构成。叶片是叶行使功能的主要器官。叶柄是叶片和茎相连接的部分,是物质交流的通道。托叶位于叶柄基部两侧,有保护叶芽的作用。按照小叶的有无,可分为单叶如棉叶等和复叶如大豆叶等;按照组成部分的缺全可分为完全叶和不完全叶;叶在茎上的排列方式称为叶序,可分为互生叶如蚕豆叶等,对生叶如芝麻叶等;按叶片的形状可分为掌状叶如棉叶等,条形叶如麦叶等,带状叶如玉米叶等。此外,还有一些变态叶如豌豆的卷须等。

(四) 花

花是有花植物着生在叶腋内进行有性繁殖的器官。作物的花由茎、枝顶尖的生长锥产生花芽而逐渐发育而成。它实际上是一个缩短了的变态枝。其构造分花柄、花托、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊。各部俱全称为完全花如棉花等;不全者,为不完全花如玉米雄花等。雄蕊和雌蕊俱全的花为两性花如芝麻花等;两者缺一者为单性花如大麻雄株等。生

殖器官的雄蕊和雌蕊同在一朵花内的植株称为雌雄同花;单性花同在一株上的植株称为雌雄异花同株如玉米花等;单性花不在一株上,植株有雌株和雄株之分的称为雌雄异株如大麻(*Cannabis sativa*)等。有些作物的花冠颜色鲜艳,有红、黄、紫等色。有些作物的花散发香气,分泌蜜汁有引诱昆虫传粉的作用。

(五) 果实和种子

由子房或者花的其他部分发育而成的器官为果实,包括果皮、果肉和种子等部分。果实内含有营养物质,因此成为谷类作物栽培的收获物。完全由子房发育而成者称为真果,如棉铃等;由子房和部分花器发育而成者称为假果,如梨等。由一花雌蕊形成的为单果,如花生果;由整个花序形成的为复果,如桑葚。果皮肥厚多汁称为肉果,如番茄;果皮干燥的称为干果,如苘麻的蒴果。

种子是种子植物的胚珠受精而发育成的繁殖器官,是许多作物栽培的目的物。它由种皮、胚乳和胚组成。种皮由珠被变成;胚乳是营养物质;胚由合子发育而成,是一个幼小的植物体,分胚根、胚轴、胚芽和子叶。种子发芽后胚根发育成主根,形成地下部分。胚芽分化成叶、茎、枝,形成地上部分。作物的种子小如沙粒,例如烟草种子;大如碎砾,例如蚕豆种子。颜色有黑、黄、白等色,有轻有重。种子重量以百粒重和千粒重来表示,单位为克(g)。收获种子的作物,其单株种子重量是个体的经济产量。

二、生理生态

(一) 生长和发育

作物个体是单个作物体。种子植物在母体形成种子,而成为幼株,这是有性繁殖;无性繁殖则是母体的营养器官发芽生根而形成幼株。不管哪种繁殖方式,幼株都在适宜的环境条件下继续生长和发育。生长是作物个体的形态特征量变的过程,它是数量的增加,如体积增大,重量加重和数目增多。发育是作物个体的形态特征和生理功能质变的过程,它是在生长的基础上,形成新细胞、新器官,从而进入一个新的发展阶段。就作物体而言,作物增大、加重和长高,这样的量变过程为作物体的生长;作物生长到一定的时期,花芽分化,进行生殖生长,这样的质变过程为作物体的发育。作物的细胞,器官和作物体的量变与质变过程的综合构成作物个体的生长发育。在此基础上,形成群体和群落的生长发育。

作物的一生可分为营养生长和生殖生长 2 个生长发育时期。营养生长时期是作物营养器官形成的阶段。一般从胚根和胚芽生长开始,生根抽茎长叶,由小到大,由少到多,形成健壮的营养体。其作用在于吸收、制造、运输和分配空气、水分和养料。生殖生长时期是作物生殖器官的形成阶段。从花芽开始分化出花器,产生雌蕊和雄蕊,再产生出雌配子和雄配子,由雌雄配子结合为合子,形成胚,发育成种子,开始下一代新个体的生长发育。但是,这两个阶段并非截然分开,它们中间有一个过渡时期。当一年生作物的种子萌动发芽时,个体进入营养生长阶段;花芽或幼穗开始分化,则进入生殖生长时

期;在茎叶生长停止以前,是营养生长和生殖生长并进的时期;以后主要是生殖生长阶段,直到成熟死亡。多年生作物则是从营养生长时期经营养生长与生殖生长并进时期到生殖生长时期,完成一个生育周期,经过越冬又开始新的生育周期;年年如此,直到生命结束为止。还有一些植物,人们为了收获其营养体,不让其开花结果,利用无性繁殖一直处在营养生长阶段,如一般大田栽培的甘薯和甘蔗等。掌握作物的营养生长和生殖生长的规律,对于组建作物群落有一定的实用价值。

作物的生长发育时期的划分,到目前为止,尚没有一套统一的名称和规定,如生命周期,生育期、生长期、生长时期、生长阶段、生长发育过程及物候期等,应用的十分紊乱,很有必要进行取舍归并。

生命周期是从作物的种子或芽苗萌动到死亡日期的总天数(d),即生命的活动时期。短命的作物,其生命可维持数月,长命的作物可以延长数年和百年。生育期是作物种植或发芽日期到种子成熟日期的总天数。一年生作物如早熟马铃薯的生育期仅 55 ~ 60 d,多年生作物则更长,如苕麻(*Boehmeria* spp.)可达百年。

物候期是作物生长发育进入另一个生长时期的日期(日/月),如棉花出苗期是子叶展开的日期,小麦的出苗期为麦苗露出地面 2 ~ 3 cm 的日期。作物的物候期总的可分为:出苗期、现苗期(抽穗期)、开花期和成熟期。不同作物都有人为的记载标准,并还可根据具体情况增加一些物候期,如小麦增加分蘖期,大豆增加分枝期,以便满足生产应用的需要。

生育时期是作物的一些形态特征出现后所持续的时间(d),它是某一物候期始期和终期之间的天数,例如“出了土四十五”、“花见花四十八”,棉花的苗期和花铃期约为 45 d 和 48 d。作物的各生育时期相加即为生育期。

各种作物的形态和生长习性不同,生育期和生育时期也各有不同的特征,甚至差别很大。现将有代表性的作物生长发育时期归纳如下(表 1-1),以资参考。

(二)作物的生态因素和生态适应性

作物的生态因素是与作物生长发育有着密切关系的环境条件。生态因素包括日光、温度、水分、养料、空气和土地等。这些因素或条件对作物不可缺少,且不可代替。作物必须适应这些条件。作物对生态条件的适应能力称为生态适应性。作物具有这样的能力,才能生存下去,不然,就会被自然淘汰。

1. 日光 日光是太阳辐射的电磁波。它是绿色植物进行光合作用的能量来源。绿色植物体内的叶绿素,利用日光能将水和二氧化碳合成光合产物。光合产物是作物生物产量的基础,所以日光是作物必要的生存条件,它对作物的作用表现在光照度、日照长度和光质等方面。

(1)光照度 光照度是指物体在单位面积上得到的光通量,也就是光线明暗的程度,单位为 lx。作物的生长,不管是细胞分化和增殖,还是身体增长和生理活动,都需要一定光照度方可实现。在弱光下,有些作物产生光合产物少,生长缓慢,身体瘦弱,叶绿素也要减少,叶发黄,甚至不能开花结果。在强光下,有些作物不能正常生长,甚至会受到伤害。在一定的光照度范围内,光照度增大,光合作用增强,但超过这一范围的上限,光合

作用不再增强。这是光饱和现象,其光照度称为光饱和点。它是作物的光合作用的速度不再随光照度增大而增强时的光照度,也就是光合作用光照度的上限。在光合作用的气体交换和呼吸作用的气体交换完全相等时的光照度称为光补偿点,这时的光合作用不再积累光合产物,也就是作物积累有机物的光照度的下限。光饱和点和补偿点都是作物对于光照度要求的参数,可以根据作物的需光明暗的特性判定它属于何类作物。根据需要光照度的大小,作物可分为如下几种。

表 1-1 作物的生长发育时期

作物	种植 材料期	营养生长期			生殖生长期			
谷类	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗—拔节)		穗期 (拔节— 抽穗)	花期(抽 穗—开花)	结实期 (开花— 成熟)	衰老期
甘薯	休眠期	萌发期 (排薯— 出苗)	苗期 (出苗— 秆插)	大田生长期 (秆插— 收获)	蕾期 (现蕾— 初花)	花期 (初花— 终花)	子实期 (终花— 成熟)	衰老期
棉花	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗—现蕾)		蕾期 (现蕾— 开花)	花铃期 (开花— 吐絮)	絮期 (吐絮— 摘收期)	衰老期
芝麻	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗—现蕾)		蕾期 (现蕾— 开花)	花期 (初花— 终花)	子实期 (终花— 成熟)	衰老期
油菜	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗—现蕾)		蕾期 (现蕾— 开花)	花期 (初花— 终花)	子实期 (终花— 成熟)	衰老期
花生	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗—现蕾)		蕾期 (现蕾— 初花)	花期 (初花— 终花)	荚果期 (终花— 成熟)	衰老期
烟草	休眠期	萌发期 (播种— 出苗)	苗期 (出苗— 移栽)	大田生长期 (移栽— 采收)	蕾期 (现蕾— 初花)	花期 (初花— 终花)	子实期 (终花— 成熟)	衰老期

1) 阳性作物:这是一类只在充足的日光照射下方可正常生长发育的作物如大豆 (*Glycine max*) 和棉花等。这类作物枝叶稀疏,叶小而厚,叶色较淡,叶面具蜡质,叶绿素

含量少,开花结实能力强;生长较快,寿命较短;光补偿点和光饱和点均高,呼吸作用和蒸腾作用均强;抗高温、干旱和病害能力强。生长在旷野、阳坡和平原地方。

2) 阴性作物:这是一类只在弱光下才能生长良好的作物,如茶树(*Camellia sinensis*)等。它们枝叶浓密,叶色较深,叶绿素含量多;生长较慢;喜阴恶光,光补偿点和光饱和点均低,呼吸作用和蒸腾作用均弱;抗高温、干旱和病害能力弱。生长在阴湿、背阴和密林地方。

3) 耐阴作物:这是介于阳性作物和阴性作物之间的作物,这类作物在全日照强光下生长较好,能忍耐适度隐蔽,在较阴湿的地方生长。由于自然选择的结果,阳性作物和阴性作物自然伴生一起,前者为后者遮光,充分地利用日光。

研究和了解作物的对光照度的适应类型,对于作物群落种植具有重要的参考价值。

(2) 日照长度 日照长度是指每天太阳的可照时数。由于地球与黄道面呈 $66^{\circ}33'$ 交角倾斜着围绕太阳旋转,因而每天日光射到地球的时间有长有短,并且在一年之中有规律的变化着。在赤道附近,终年昼夜时间等长。在北半球的赤道与北极之间,从春分到秋分,昼长夜短,以夏至的昼最长夜最短,北极圈内全天为白天没有黑夜;从秋分到春分则昼短夜长,以冬至的昼最短夜最长,北极圈内全天为黑夜没有白天。在南半球则相反,赤道与南极之间,从春分到秋分昼短夜长,以夏至的昼最短夜最长,南极圈内全天为黑夜没有白天;从秋分到春分昼长夜短,以冬至的昼最长夜最短,南极圈内全天为白天没有黑夜。这样一来,在地球上的日照长度不断变化的情况下,某地区的作物已适应了当地日照长度,所以它们必须在一定日照长度的条件下,才能正常发育。作物对日照长度变化的反应为光周期性。根据光周期性,将作物分为短日照作物,长日照作物和中间性作物。

1) 短日照作物:在一定的发育时期内,每天日照长度只有小于某一时数(临界日长),并经过一定天数才能开花的栽培植物为短日照作物。如果日照长度大于某一时数,则保持营养生长而不开花结果;适当延长黑暗缩短日照则提前开花,延长日照缩短黑暗则延迟开花,例如棉花和大豆。

2) 长日照作物:在一定的发育时期中,每天日照长度只有大于某一时数,并经过一定天数才能开花的栽培植物为长日照作物,延长其日照,缩短黑暗可提前开花,延长黑暗,缩短日照则延迟开花,如小麦和油菜(*Brassica spp.*)等。

3) 中间性作物:对日照长度没有严格要求的栽培植物为中间性作物。它们在开花前不要求一定的昼夜的长短,在四季里都能开花结果,如荞麦(*Fagopyrum spp.*)等。作物需要一定的日照长度的特性,要求一定的日照和黑暗时期,才能通过其光照阶段。如果日照达不到一定的天数,都不能正常发育和开花结果。

2. 温度 所谓冷热就是生物对环境热能的感觉。热能实质上是物体内部粒子不规则运动的动能。而温度则是物体冷热程度的物理量,是热能的一种量度。物体的温度说明物体存在的热能的大小。除了地球内部的热能,向外喷发外,地球上的热能绝大部分是从太阳辐射而来。

海拔高,温度低;纬度低,温度高。夏天温度高;冬天温度低。这种因空间差和时间差所造成的温度差影响着作物的生长发育。首先温度影响作物的生理过程。植物吸收水分和矿物养料,无不与温度有关。温度高低吸收的速度会有快慢和多少不同。特别是

影响光合作用,一般来说,作物正常进行光合作用的温度范围为 $10 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。温度升高,光合作用加强,而以 $20 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 最为强盛;再高,又逐渐减弱,达到 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 便会停止。在低温的情况下,叶内的生物化学反应减缓;然而,温度过高,不仅不适于光合作用进行,而且呼吸作用加强,反而消耗光合产物。所以,在白天温度较高,夜晚较低,昼夜温度差较大时,有利于光合产物的积累。其次高温和低温可以伤害作物。高温能够加强作物的呼吸作用,超过了光合作用的强度,光合产物锐减造成作物生理饥饿。同时,蒸腾作用也会旺盛,特别在干旱的情况下,作物缺水,造成作物的叶和果实早衰早熟。过高的温度不仅促使作物体内蛋白质凝固,而且导致器官灼伤开裂。低温对作物伤害更为严重,零度以上的低温,对作物的伤害称为寒害,尤其在低纬度地区,遇到寒流侵袭容易遭受寒害,特别是受冻害后而温度又骤然回升则受害更为严重。

温度是作物生活的必要的条件。作物只有在一定的温度条件下才能进行体内生物化学变化和生长发育。

3. 水分 水分一般指水的分量。它和养分一起成为作物不可缺少的生态因子。水不仅溶解、运送和分配养分,而且它本身又是作物的组成部分,作物体内含有 $50\% \sim 80\%$ 的水分。由于水具有溶解其他物质的特性,无机和有机养料都是以水为介质进行合成、运输和交换。不仅如此,水本身就是光合作用的原料,有水和二氧化碳才能合成糖类,组成作物的各种组织和器官。

作物对水的适应首先表现在需水量上。每种作物一生吸收水分都有一定的数量。生产单位重量干物质所需的水量称为需水量,也称蒸腾系数。一般作物的需水量为 $125 \sim 1\,000\text{ kg}$ 。陆生作物由根吸收水分,因此土壤的含水量成为作物生长的重要条件。作物对土壤水分含量的要求都有最低、最适和最高的三基点。处在最低点以下,作物萎蔫,重则枯死,即所谓旱害;处于最高点以上窒息烂根,即所谓涝害;只有处在适宜的土壤水分之中才能发育正常。

生活在陆地上的作物为陆生作物。按照它们对水分的需求程度可分为:湿生作物、旱生作物和中生作物。

(1) 湿生作物 它们生活在潮湿的生境之中。其根系不发达,无根毛;根、茎、叶的通气组织发达,且互相连通;叶具角质层,抗涝能力强,如水稻等。

(2) 中生作物 它们生活在水分适中的生境之中,其根茎输导组织发达,能保证水分的供应;叶表面具角质层,栅栏组织整齐而发达,缺少完整的通气组织;不能在潮湿积水缺氧的土壤中生长,也不能在过于干旱的生境中生活,如小麦和棉花等属于这种类型。

(3) 旱生作物 它们生活在干旱的生境之中。按照抗旱特征和特性可分为少浆液作物和多浆液作物。

4. 养料 养料是作物的营养物质。营养物质和水分一样为合成作物体的重要原料,它可分为无机养料和有机养料。有机养料包括尿素、糖类、氨基酸、维生素等。可以通过根和叶被作物直接吸收,但作物直接吸收的养料主要是可溶性的无机养料。组成作物的无机营养元素多达 60 多种,因作物种类不同,其中元素的种类和数量也大不一样。但有些元素不可缺少,这就是作物的必需元素,共 16 种;有些元素可以缺少,则是非必需元素。在营养元素中,又因含量多少可分为大量元素,含量 $0.01\% \sim 10\%$,包括碳、氢、氧、