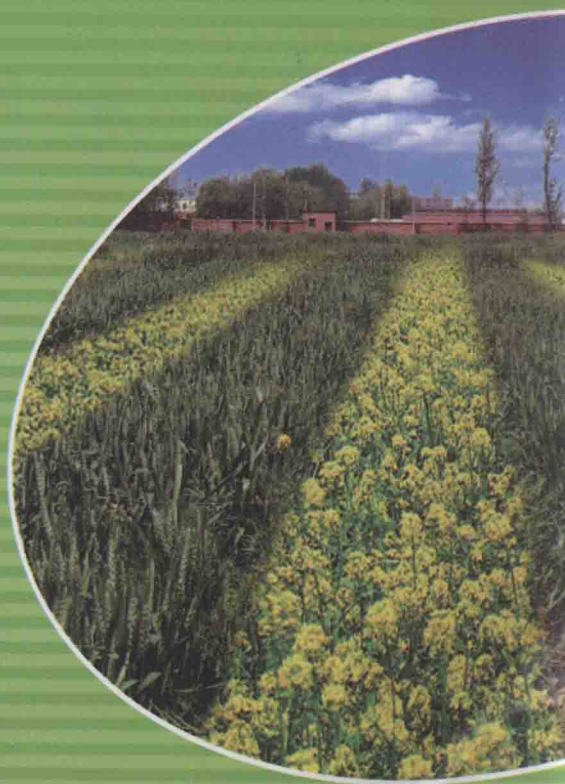


作物群落学

UOWU QUNLUOXUE

杜心田 著



郑州大学出版社

作物群落学

UOWU QUNLUOXUE

杜心田 著



郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

作物群落学/杜心田著. —郑州:郑州大学出版社,
2012.12

ISBN 978-7-5645-0953-8

I. ①作… II. ①杜… III. ①作物-作物群落-研究
IV. ①S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 157145 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

郑州市诚丰印刷有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:8.75

字数:222 千字

版次:2012 年 12 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-66966070

彩页:4

印次:2012 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0953-8

定价:35.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

序

要 录 内 容

向河南农业大学

百年校庆献礼

河南农业大学校长

刘 杰

2012年3月27日

内容提要

作物群落是作物个体和群体的连续集合,是作物集合的最高层次。本书的出版是为了发展作物科学,汇总以往试验调查材料和参考资料,它包括作物群落的形态、生理、生态、生产力、育种、栽培、分类、演替、研究方法和发展前景。这是一部作物群落的原创性专著,适合农业院校师生、科研和生产部门人员参考。

序

杜心田教授是我的老师,毕生从事作物栽培学、耕作学和农业生态学的教学和科研工作,将生态中的群落概念,引用到作物科学中,提出“作物群落”。退休 24 年来,致力于作物集合层次研究,分作物为个体、群体和群落三个层次,从作物个体到同类作物个体的集合体——作物群体,再到异类作物群体的集合体——作物群落,研究它们的发生和发展,相同和不同,以及生产力的高低,从发展观出发,作物群落是作物的最高层次,是作物科学的新领域。

我国作物群体的生产已走在世界的前列,水稻和棉花群体单产均创世界最高纪录,小麦、玉米和油菜也创我国历史新高,单纯依靠小麦、玉米、水稻和油料等作物群体单作栽培,一年两熟,品种更新,提高栽培技术,而获得增产困难较大,由于将几种作物群体,和谐组合,互利互惠,协调生长,充分利用时间、空间和生态条件,间作套种、立体种植,群落生产却存在着巨大的潜力,发展作物群落生产不失为一条作物增产的有效途径。

杜心田教授在总结以往试验和调查材料的基础上,出版了《麦棉套种》、《棉花小麦群落栽培》、《作物群落栽培学》和《作物群落育种学》,并集研究的大成,编写了《作物群落学》一书。这是一部原创性专著,其中系统而深入地叙述了作物群落的形态特征、生理特性、生态环境和分类系统等内容,从单一的作物群体栽培到多群体的作物群落栽培,从群体的新品种培育到作物群落品种集的选育,笔耕不辍,建立起作物科学一门新学科。本书的出版是对作物群落的全面总结,是作物科学从群体阶段发展到群落阶段的标志。在河南农业大学百年校庆之际,这是献给母校的一份厚礼。

河南农业大学校长

1d京

2012 年 5 月 27 日

前 言

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。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。广义的作物包括菌作物、藻作物、大田作物(农作物)、园艺作物和林作物等所有栽培植物;狭义的作物仅指大田作物,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。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。

从微观到宏观,构成作物的层次包括粒子、原子、分子、细胞、器官、个体(图版1)、群体(图版2)和群落(图版3)。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(individual)、群体(population)和群落(community)能够单独存在,其他层次都依存于个体之中。个体组成群体,群体再组成群落,群落是作物集合的最高层次。遍及祖国各地的立体种植,就是作物群落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、套作和叠种,都是群落所特有。一种作物的个体和群体只有单作,不会有混作、套作和叠种。作物的混作和套作在我国已有2 000多年的历史。早在公元前1世纪,《汜胜之书》就有“每亩以黍稷各三升合种之”,“也可种小豆于瓜中”的记载。说明我国古代早已实行了两种作物一块种植的混作和套种。以后经过历代的改进和创新,形成了以混作、间作、套种、叠种、复种和轮作为内容的完整的种植方式,并导引畜、禽、鱼、虫等动物的混养和层养的立体养殖方式。20世纪80年代后期,立体农业在我国兴起,将以上方式上升为立体农业。这是多物种、多层次利用空间、时间和资源的农业立体经营。实际上,这就是农业群落生产,不过当时并没有这样提法,没有认识到群落水平。从个体和群体到群落,这是作物的层次演进。

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,不仅存在着野生的和培养的低等植物和高等植物,并且还存在着在高度发展的由个体及群体连续所组成的作物群落、畜禽渔群落和农业群落。河南省中牟县的大白菜大蒜棉花西瓜群落(图版4)属于作物群落。江苏省无锡市郊蠡鸿村的鲢鱼草鱼鲤鱼混养属于畜禽渔群落。世界闻名的广州珠江三角洲的基塘农业,也就是鱼猪桑豆立体种养,成为典型的农业群落。它们有着发生发展的历史背景,一定的本质属性和应用价值。因此,必要确立并给以相

应相称的定义。农业群落是由不同农业生物群体所组成的,立体利用空间、时间和资源的农业生物集合体。农业生物主要包括人工培育的菌物、植物和动物等。它们是农业生产资料,又是农产品。农业群体是农业生物个体的集合体,包括菌物群体,作物群体和畜禽群体等。广大农区以这些群体为生产对象,并将它们进一步组成农业群落,成为农业生物集合的高层次,配置在不同的空间和时间内,立体利用其中光、热、水、肥、气等资源,转化为群落的产品,取得较高的产量和效益。

农业群落上属生物群落,与野生生物群落并列,以下大体划分为培养菌物群落、栽培植物群落(作物群落)和饲养动物群落以及复合群落。并且,它们可向下逐级划分,如栽培植物群落(即广义的作物群落)划分为农作物群落、园艺作物群落和林作物群落等。农作物群落可再划分为粮食作物群落、经济作物群落和饲料绿肥作物群落。园艺作物可再划分为蔬菜作物、药用作物、花卉作物和果树作物。林作物可再划分为用材林、经济林和薪炭林。它们均可组合形成群落,是一个庞大的集体,具有结构多变,资源利用率较高,抗逆性增强和丰产性能良好的特性。海南省的橡胶园实行林胶茶群落立体种植,防护林网处在胶茶周围和空间高层,防风防寒;橡胶树处在中层,保湿保温;茶树需要阴凉湿润的环境,处于下层,各得其所,结构合理,经济、生态和社会效益综合提高。1989年,南海农场采用这种模式,面积达 $5\,000\text{ hm}^2$,提高土地利用率50%,相对湿度增加2%,蒸发量减少40%,风速降低80%,改善了生态条件,橡胶树正常割胶,每公顷额外增收茶叶 $2\,407.5\text{ kg}$,比纯茶园还增产2.9%,年增利润54.8%,充分显示了农业群落的优越性。然而,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。2010年,作者在《前沿科学》中发表了“作物群落,作物科学的一个研究新领域”^[3],概括地介绍了作物群落的组分、形态和生态等。为了开拓这一新领域,发展作物科学,作者进一步整理了以往的研究调查材料和收集了有关资料,编写了《作物群落学》一书。本书的内容包括:形态特征、生理特性、生态环境、生产力、育种技术、栽培技术、群落管理机械化、分类系统、群落演替、存在问题和研究方法、作物群落的前景共11章,对作物群落做了全面而系统的论述。本书是一本学术性较强的专著,它的特点如下:

1. 著作的原创性。作物群落是一个新概念,到现在为止,在国内外还未曾有《作物群落学》书籍出版,它是一本原创性著作。

2. 内容的新颖性。本书是第一版著作,内容新颖。作物群落的形态、生理、生态、分类、育种、栽培和机械化都是新内容,特别是提出相利性状、相害性状、品种集、效应密度、效应产量、临界密度、临界产量、群落内生境、生境管理、土壤干湿剖面、群落复肥、群落组合类型、一技兼用技术、人为作物分类系统以及作物群体边缘效应递减率、作物群体密度效应递增率、作物群落产量不定等定律、数量性状遗传不定等定律以及群落源流库循环理论等都是一些新概念和新理论。

3. 结构的严密性。由于作物层次的连续组成的结果,分出个体、群体和群落。作物

群落成层结构包括群体、个体和器官。在叙述群落的形态、生理、生态以及栽培技术时还区别开单独个体、单独群体和群落中的个体和群体,条理清晰,层次分明。

4. 排版规范,图文并茂。全书共 11 章,全面叙述作物群落。文字流畅,深入浅出,并附有插图图版,适合自然科学有关专业人员、院校师生以及农业技术人员阅读和参考。

承蒙河南农业大学领导支持和图书馆提供方便,特别是张琼校长为本书作序,在此深表谢意。作为一本初版专著,难免会有不妥和错误之处,还望专家和读者批评指正,不吝赐教。

杜玉田

2012 年 5 月

目 录

第一章 形态特征	1
第一节 个体特征	1
一、器官形态	1
二、植株结构	3
第二节 群体特征	4
一、群体外观	4
二、田间结构	4
三、边缘效应	7
第三节 群落特征	9
一、形态	9
二、外貌和季相	10
三、群落的结构	10
第二章 生理特性	30
第一节 个体特性	30
一、生长发育	30
二、代谢生理	32
三、抗逆生理	32
四、生殖生理	34
第二节 群体特性	35
一、生长发育	35
二、群体内个体之间的关系	35
三、群体的特性	36
第三节 群落特性	37
一、生长发育	38
二、群落的特性	39
三、群落的功能	40
第三章 生态环境	43
第一节 个体环境	43
一、作物的生态因素	43
二、作物的生态适应性	47
第二节 群体环境	49
一、作物群体和环境的关系	49
二、作物群体的外生境	49

三、作物群体的内生境	49
第三节 群落环境	50
一、群落与环境的关系	50
二、群落的外生境	51
三、群落的内生境	51
四、群落的生态系统	52
第四章 生产力	54
第一节 产量	54
一、群体产量	54
二、群落产量	60
三、群落与群体产量的关系	60
四、提高群落产量的途径	61
第二节 品质	63
第三节 经济效益	64
第五章 育种技术	66
第一节 引种	67
第二节 系统育种	68
一、选择	68
二、株行试验	68
三、品系比较试验	68
四、区域试验和生产试验	69
五、品种审定	69
第三节 杂交育种	69
一、亲本的选择	69
二、杂交方式	70
三、杂交技术	73
四、杂种后代的处理	74
第四节 诱变育种	75
一、辐射诱变	75
二、化学诱变	76
第五节 航天育种技术	77
一、种子筛选	77
二、太空诱变	77
三、地面试验	77
第六节 细胞工程	78
一、组织培养技术	78
二、花药培养技术	79
三、体细胞杂交技术	80

第七节 染色体工程	81
一、整倍体染色体加倍	81
二、非整倍体染色体更换	84
第八节 基因工程	85
一、基因工程的概念	85
二、基因工程的步骤和技术	86
第六章 栽培技术	88
第一节 品种集管理	88
一、种植	88
二、密植和间定苗	90
三、植株调控	90
四、收获	91
第二节 生境管理	91
一、整地	91
二、施肥	92
三、灌溉	93
四、中耕和培土	95
五、群落植保	95
第七章 群落管理机械化	97
第一节 群落机械化的原则	97
一、群落栽培与农机具相适应	97
二、由简到繁,由易到难	97
三、以中小型机具为主	98
第二节 作物群落机械	98
一、拖拉机	98
二、铧式犁	99
三、旋耕犁	99
四、畜力螺旋犁	99
五、播种耩	99
六、谷物播种机	100
七、播种中耕施肥机	101
八、收割机	101
第八章 分类系统	102
第一节 作物的人为分类方法	102
第二节 大田作物(农作物)群落的分类和命名	103
第三节 典型大田作物群落	103
一、粮食作物群落	103
二、经济作物群落	105

18	三、饲料绿肥作物群落	106
18	四、复合群落	107
9	第九章 群落演替	109
28	第一节 自然群落演替	109
73	一、演替的因素	109
93	二、演替的类型	110
88	三、演替的方向	110
83	第二节 作物群落演替	110
88	一、演替的因素	111
99	二、演替的类型	111
99	三、演替的方向	111
9	第十章 存在问题和研究方法	113
19	第一节 存在问题	113
19	一、品种集问题	113
50	二、生态问题	113
60	三、高产栽培问题	114
79	四、机械化和信息化问题	114
29	第二节 研究方法	114
79	一、调查研究	114
79	二、田间试验	115
9	第十一章 作物群落的前景	122
19	第一节 发展方向	122
89	一、由简单结构向复合结构发展	122
89	二、由粗放经营向集约经营发展	122
89	三、由人工操作向机械作业发展	122
99	第二节 研究方向	123
99	一、收集和研究群落的种质资源	123
99	二、群落育种和栽培技术的研究	123
99	三、群落理论和方法的创新	124
99	第三节 作物群落有着广阔的发展前景	124
99	主要参考文献	125
101		
501		
501		
601		
601		
701		
701		
801		
801		

第一章 形态特征

作物的群体和群落都是一个集合。在集合层次上,作物群落包括群体,群体又包括个体,所以,作物群体的形态特征是在个体形态特征的基础上表现出来的,作物群落的形态特征是在群体和个体形态特征的基础上表现出来的。在个体形态特征的基础上,群体又有个体所没有,而自己独有的特点。在个体和群体形态特征的基础上,群落又有个体和群体所没有,而自己独有的特点。反过来,在群落之中,群体和个体的形态特征受其他伴生群体和个体的影响,又不同于单独存在的群体和个体的形态特征,这就造成作物群落形态特征的复杂性。所以,作物群落及其所包含的群体和个体都有其自己的形态特征,都需要分别加以叙述。

第一节 个体特征

作物群落中群体内的个体由不同器官构成。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)。它们的形成决定了作物个体的器官形态以及植株结构。

一、器官形态

(一)根

根是作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储存水分和养料,进行无性繁殖和固定个体于地上。它的表面颜色在土中的为白色,伸出土外的,受日光照射,一般为暗灰色。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,在根的尖端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,纵向可达数十米,而以0~

80 cm土层内根量最多。根系对于作物吸收水分和养料有着非常密切的关系。

(二) 茎

茎是作物的连接根部与其他地上部分的器官。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、花和果实等,输送并交流水分和营养物质,支持植物体接受阳光和空气,储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。节与节之间的一段茎为节间,其长短直接影响作物的高低。顶尖是茎的顶部,是顶芽分生组织所在的部位。茎的表面颜色,在幼嫩时为绿色,在后期变为黄色或灰色。按茎的形态可分直立茎如小麦的茎,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的茎等。另外,尚有一些变态茎如马铃薯的块茎等。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。节部分生组织产生侧芽,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* spp.)等,所以,能够无性繁殖。作物的株高由数厘米到数十米,横向扩展数厘米到数米。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,向上逐渐缩小,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,其主茎和分蘖成簇生长。了解作物的株型有助于进行作物群落的组建、立体种植和管理工作的。

(三) 叶

叶是作物主要制造有机养料的器官。作物的叶由茎、枝顶端生长锥及节部生长点分化而成。它的功能是进行光合作用,制造有机物,并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叶序,可分为互生叶(如蚕豆叶等)和对生叶(如芝麻叶等)。叶的颜色为绿色,后期渐变为黄色。按照叶片的形状可分为掌状叶(如棉叶等)、披针形叶(如麦叶等)和带状叶(如玉米叶等)。此外有许多叶片呈其他形状和变态叶,如豌豆的卷须。

(四) 花

花是作物进行有性繁殖的器官。作物的花由茎、枝顶尖和节上的分生组织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,其构造分苞叶、花柄、花托、花萼、花冠、雄蕊和雌蕊。各部俱全称完全花如棉花等;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。两性花的雄蕊和雌蕊同在一朵花内的植株称雌雄同花;单性花同在一株上的植株称雌雄异花同

株,如玉米等;单性花不在一株上,植株有雌株和雄株之分的称雌雄异株,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

由雌蕊的子房及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。果实含有营养物质,因此成为作物栽培的收获物。完全由子房发育而成者称真果,如棉铃等;由子房和部分花器发育而成者称假果,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。果皮肥厚多汁叫浆果,如番茄;果皮干燥的叫干果,如苘麻的蒴果。果皮颜色为绿色,有的后期变为黄色,表现成熟。

种子是作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产量。

作物群体由多株同类个体组成,其中个体特征与单独存在时的个体,多有不同。由于个体与个体相互影响,一般来说,群体中的个体生长势较差,表现植株细高,分枝少而短,下部叶发黄,籽秕籽轻等。整个体积和重量变小变轻。并且又增添了一些新特征,如弯曲和倒伏等。

二、植株结构

植株结构表明随着时间而变化的各个器官的位置和空间关系。可分为垂直结构和水平结构。一般植株的垂直结构分上部、中部、下部和地下部。上部是由顶芽、侧芽、幼叶和嫩茎组成,是植株的细胞分裂和体积增长最活跃的部分。中部是处在上部和下部之间部分,包括旺盛的茎、叶、花、果和新分枝等,是植株生理功能最活跃的部分。下部是作物地上部分的最下部,包括老叶、老茎、老分枝和地面根等。地下部是作物生长在土壤中的部分,包括根、地下茎、地下芽、块茎和块根等。植株的水平结构是以茎为中心,分左半部和右半部,都是由侧枝和分枝及其芽、叶、花、果组成。了解个体的植株结构对于群落管理具有一定的意义。

第二节 群体特征

一、群体外观

群体外观除了视野扩展外,增加有个体间空地的颜色。并且随着生长期的延长而变化,因而产生群体季相(aspect)。如小麦冬春季为绿色,夏季为黄色。整个群体也会出现统一的动态的表征,即将黄熟的麦田,随风摆动,形成流水似的麦浪。这是单株小麦所不会发生的外观。

二、田间结构

作物群体的田间结构是指作物群体在田间的空间配置,它包括水平结构和垂直结构。

(一) 水平结构

作物群体在空间水平方向的配置称水平结构,包括株距、行距、带宽、带距和密度等。

1. 株距 株距是群体内相邻个体之间的距离。它是作物群体田间结构最基本的项目。株距的确定关系着个体的营养面积和生活空间的问题,对于群体生长发育好坏至关重要。株距过大,浪费土地;株距过小,由于个体之间相互影响的关系,个体发育不良,影响群体的产量。确定株距历来都是作物种植的一项重要任务。中耕作物如芝麻等,在人工撒播的情况下,个体不规则地散布在地面,由于分布不匀,还需要间苗和定苗,使群体均匀留苗,有一个相对适宜的株距。非中耕作物如小麦等条播后,行内不进行间定苗,播下的种子自然分布,即构成个体的株距。株距的大小主要根据作物的形态特征,特别是株高、株型以及枝叶和根群状况来确定。一般植株高大,株型松散的作物,株距可大些;反之,可缩小。

2. 行距 行距是作物群体成行分布时,其行间的距离。它是作物田间结构规格化的标志之一。条播的作物有了行距,横向的株距也就确定了。同时,纵向株距即行内株距更容易定距。因此,作物群体成行分布,规定了行距和株距,作物个体间的距离才实现有数据可循的水平结构,以便实现机械化作业。行距可分为等行距和宽窄行。前者是指种植行的距离完全相等,它的特点在于调整方便,容易机械操作,适合“密行密株”的配置方法,它在密植作物种植上应用较广。后者是指宽行距和窄行距相间,它的特点是宽行通风透光,减轻群体的郁蔽程度,在棉花和玉米等作物均有应用。行距的确定同样根据作物个体的株高、株型以及枝叶和根群扩展状况来调整。玉米和棉花根群深广,行距都大,一般都在 40 ~ 79 cm。小麦和亚麻(*Linum usitatissimum*)株小根浅,行距都小,一般为 15 ~