

作物栽培学

主编 汤一卒

南京大学出版社

出版前言

高等教育自学考试制度在我省实施十多年来,已先后开考了文、理、工、农、医、法、经济、教育等类五十多个本、专科专业,全省共计三百余万人报名参加考试,已有 11.4 万人取得毕业证书。这项制度的实施,不仅直接为我省经济建设和社会发展造就和选拔了众多的合格人才,而且对鼓励自学成才、促进社会风气的好转,提高劳动者的科学文化素质具有非常重要的意义。十多年来的实践证明,自学考试既是一种国家考试制度,又是一种基本的教育制度,受到广大自学者和社会各界的欢迎,产生了巨大的社会效益,赢得了良好的社会信誉。

为了贯彻落实党的十五届三中全会精神,深入实施科教兴省战略,探索建立为我国农村经济与社会发展培养人才的新路子,我省经全国高等教育自学考试指导委员会批准,从 1999 年开始开展农村高等教育自学考试实验区的试点工作。这是一项全方位的试点工作,我们将在专业设置、自学教材和考试形式等方面进行重大改革,使高等教育自学考试制度更加适应农村经济发展和人才培养的要求。

自学考试制度是建立在个人自学基础上的教育形式,而个人自学的基本条件是自学教材。一本好的自学教材不仅可以使自学者“无师自通”,还对保证自学考试质量具有重要作用。对农村自学者来说,由于缺少“名师指点”和自学者之间的相互交流,自学相当困难,除了要有一本高质量的自学教材外,还需要有与之配套的自学指导书,以便帮助自学者系统地掌握教材的内容,达到举一反三、触类旁通,提高自学效率的目的。因此,我们在农村自学考试实验区教材建设中,试图探索一种教材编写的新路子,将教材内容与自学指导有机地融合在一起,使自学者更加容易地理解和掌握教材的内容;同时,打破常规教材编写追求系统性、完整性的界律,针对我省当前农村经济发展的实际状况,把农村经济发展、农民发家致富需要的知识和理论写进教材中去,使之成为农村自学者学习科学知识、提高自身素质的教科书,成为指导农业生产和农民致富的科学手册。

农村自学考试实验区的教材建设工作是一项基础建设工作,它是我省农村自学考试实验区试点工作取得成功的必要保证。为此,省高等教育自学考试委员会成立了“江苏省农村自学考试实验区专业指导委员会”,具体负责教材建设的规划和编写审定工作。

随着农村自学考试实验区试点工作的进一步展开,我们将有计划、有步骤地组织有关高等院校、成人高校、高等职业学校、中等农业专科学校以及行业主管部门中业务水平较高、教学经验丰富、了解农村情况、熟悉自学考试特点和规律的专家、学者,编写一批既适合自学特点又适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,以满足农村自学者的需要。我们相信,随着农村自学考试实验区教材的陆续出版,必将对我省农村自学考试事业的发展,为农村培养“留得住、用得上”的应用型、复合型人才,加快农村现代化建设起到积极的促进作用。

编写适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,是一项探索性的工作,需要在实践中不断总结和提高,为使这项有意义的工作能取得事半功倍的效果,希望得到社会各方面更多的关心和支持。

由于作者对自学考试特点和农村实际情况了解的深度有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者惠予指正。

出 版 说 明

编 写 说 明

江苏省自学考试实验区种植类专业考试计划(试行)统编教材。《作物栽培学》为农学方向综合应用性专业课程,依照“计划”之限定,主要介绍水稻、小麦、玉米、大豆、甘薯、棉花、油菜、花生和麻类等作物的生长发育规律、产量形成规律及其与外界环境条件的相互关系,并介绍这些作物实现高产、稳产、优质、低成本的栽培技术措施和理论依据。注意到江苏省种植业结构调整的实际需要,在编写内容时,种植面积大、在国民经济中影响大的水稻、小麦、棉花、油菜、玉米等作物保持了较多的篇幅,另一些作物内容突出了基本知识。原专业考试计划还包括烟草,编写过程中经听取教材审定专家的意见和考虑到国家烟草种植的实际计划,本教材删去了烟草章,更加贴近了教材的实用性。必须指出,由于篇幅所限,生产上有一定种植面积的蚕豆、绿豆、红豆、马铃薯、甜菜、甘蔗、甜叶菊、荞麦、芝麻、向日葵、茶叶、薄荷等作物未能写入本教材,尤其是种植业结构调整带来作物类型的进一步变化,只能有待教材试行期间广泛听取意见的基础上根据需要增补。本教材每章后的练习题及所附参考答案,尽量选用了有助于学员理解和掌握的难点题,以点及面介绍适应考试解题的思路。

考虑到本教材的应考对象基本上多为农村基层工作者,有的是青年农民,还基于我国农户实际经营的农田规模在较长时间还维持较小面积的现实,因此在编写栽培技术内容时主要采收了集约性技术,而规模化技术、机械化技术偏少,甚至在单位土地面积表达上还保留了“亩”的习惯用法,文字表达也尽量不用符号,这些均出于编者对教材的实用性的良苦用心。

由于编者水平有限,编写时间紧,教材难免存在不妥或谬误之处,敬请广大读者予以指正。

编者

二〇〇〇年一月

目 录

绪论	1
第一节 作物的概念、分类和分布	1
第二节 作物的生产概况	3
第三节 作物产量和生产潜力	7
第四节 作物栽培学的性质、内容和研究方法	10
自学指导	11
复习思考题	11
第一章 水稻	13
第一节 概述	13
第二节 水稻栽培的生物学基础	16
第三节 水稻的栽培技术	48
第四节 新技术的应用	62
自学指导	82
复习思考题	84
第二章 小麦	85
第一节 概述	85
第二节 小麦栽培的生物学基础	89
第三节 小麦的栽培技术	111
第四节 小麦高产群体质量栽培与籽粒品质	122
第五节 大麦	130
自学指导	141
复习思考题	143
第三章 玉米	144
第一节 概述	144
第二节 玉米栽培的生物学基础	147
第三节 玉米的栽培技术	163
自学指导	170
复习思考题	172
第四章 大豆	173
第一节 概述	173
第二节 大豆栽培的生物学基础	175
第三节 大豆的栽培技术	181

自学指导.....	187
复习思考题.....	188
第五章 甘薯	189
第一节 概述.....	189
第二节 甘薯栽培的生物学基础.....	190
第三节 甘薯的栽培技术.....	195
自学指导.....	205
复习思考题.....	206
第六章 棉花	207
第一节 概述.....	207
第二节 棉花栽培的生物学基础.....	212
第三节 棉花的栽培技术.....	237
第四节 棉田立体高效种植制度.....	264
自学指导.....	271
复习思考题.....	273
第七章 油菜	274
第一节 概述.....	274
第二节 油菜栽培的生物学基础.....	278
第三节 油菜的栽培技术.....	292
自学指导.....	302
复习思考题.....	303
第八章 花生	304
第一节 概况.....	304
第二节 花生栽培的生物学基础.....	306
第三节 花生的栽培技术.....	313
自学指导.....	318
复习思考题.....	319
第九章 麻	320
第一节 概述.....	320
第二节 苕麻.....	321
第三节 黄、红麻.....	328
自学指导.....	337
复习思考题.....	338
复习思考题参考答案	338
作物栽培学综合模拟试卷及参考答案	353
参考书目	357
《作物栽培学》考试大纲	358
后记	381

绪 论

第一节 作物的概念、分类和分布

一、作物的概念

地球上约有 30 余万种植物,被人们直接利用的有 2 500 余种,其中约有 1 500 余种为人工栽培植物。广义而言,凡对人类有利,经人工驯化改良并用适当的方法进行栽培管理的植物,统称为作物,其范围包括全部栽培植物,如大田作物、园艺作物、森林、草坪和水生作物等。农业上通常所称的作物是指大田作物,又叫农作物、庄稼。我国常见的农作物有 50 多种,主要是粮、棉、油、麻、糖、烟、茶等。每种作物经长期选择、培育和利用,类型、品种繁多,特性各异,为了进行比较、研究和利用,可将其分为若干类别。

二、作物的分类

作物分类的方法很多,在作物栽培学中,常见的分类方法有两种,一是按用途和植物学系统相结合的分类方法分类;另一种是按作物生理生态特性分类。第一种方法是常采用的最主要的分类方法,其他方法为辅助的或特用特指的某种特征、特性的分类方法。

(一)按作物用途和植物学系统相结合的分类方法,一般可将作物分为三大部分八大类:

1. 粮食作物 包括三大类。

(1) 禾谷类作物:属禾本科。主要作物有稻、小麦、大麦、燕麦、黑麦、玉米、高粱、粟、黍(稷)、薏苡等和蓼科的荞麦。

(2) 豆菽类作物:属豆科。主要作物有大豆、蚕豆、豌豆、绿豆、饭豆、小豆等。

(3) 薯类作物(或称根茎类作物):主要有甘薯、马铃薯、木薯、蕉藕、豆薯、山药、芋、菊芋等。

2. 工业原料作物(又称经济作物) 包括四大类。

(1) 纤维类作物:主要作物有棉花、黄麻、红麻、大麻、苧麻、亚麻、苘麻、剑麻、蕉麻、蔴草、芦苇等。

(2) 油料作物:主要作物有油菜、芝麻、向日葵、蓖麻等。

(3) 糖料作物:主要作物有甘蔗、糖甜菜、甜叶菊等。

(4) 嗜好类作物:主要有烟草、咖啡、茶等。

此外,药用作物,如人参、枸杞、黄连等;香料作物,如薄荷、留兰香等;橡胶作物,如三叶橡胶等。

3. 绿肥及饲料作物

绿肥和饲料作物常常既可作绿肥,也可作饲料,或者有的地方作绿肥为主,有的地方作饲料为主。例如,紫云英、苕子、田菁、桤麻、水花生、水浮莲、水葫芦、绿萍、紫穗槐等,以及饲用甜菜、黑麦草、苜蓿、草木樨、苏丹草等。

(二) 根据作物生理生态特性分类

1. 按照作物对温光条件的要求,可分为喜温作物和耐寒作物

(1) 喜温作物 如水稻、玉米、高粱、棉花、烟草、花生、甘蔗和苧麻等。在全生育期中,所需的日均温和总积温量较高,其生长发育的最低温度约为 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$,温度低生长发育缓慢,甚至停止。

(2) 耐寒作物 如小麦、大麦、黑麦、燕麦、油菜、蚕豆等。这些作物全生育期要求的日均温和总积温量较低,其生长发育的最低温度约为 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$,温度过高,生长发育缓慢,甚至停止。

2. 按作物对光周期反应,可将作物分为三类

(1) 长日照作物 这类作物在白昼长,黑暗短的条件下,其生长发育速度加快,生育期缩短,如小麦、大麦、油菜等。

(2) 短日照作物 这类作物在白昼稍短,黑暗稍长的条件下,其生长发育速度加快,生育期缩短,如水稻、玉米、棉花、麻类、烟草等。

(3) 中性作物 这类作物对白昼长短要求不太严格。如豌豆、荞麦等作物。

3. 按作物对 CO_2 同化途径,可将作物分为两类

(1) 四碳作物 这类作物在光合作用过程中,吸收 CO_2 最先形成的中间产物是带四个碳原子的草酰乙酸等双羧酸。其光合作用的二氧化碳补偿点低,光呼吸作用消耗也低,在强光高温下光合作用能力比三碳作物高出一倍以上。如玉米、高粱、甘蔗等。

(2) 三碳作物 这类作物光合作用最先形成的中间产物是带三个碳原子的磷酸甘油酸。其光合作用的二氧化碳补偿点高,光合作用能力低,光呼吸作用消耗也高。如水稻、小麦、大麦、大豆、棉花、烟草等。

此外,有根据作物播种期不同,分为春(夏)播作物和秋(冬)播作物;根据成熟、收获期不同分为夏熟作物和秋熟作物等。

三、作物的起源与分布

(一) 作物的起源

目前栽培的农作物,大都起源于自然野生植物。原始的野生种,在长期被人类栽培利用过程中,经自然选择和人工选择、培育,逐渐形成今天丰富多彩的适宜于各地栽培的类型和品种。从这一意义上来说,今天各种作物的优良品种,都是人类通过劳动改造自然的产物。

关于栽培植物的起源地,最先研究的瑞典植物学家德康多尔经多年研究,于1883年发表了《栽培植物起源》一书。本世纪二三十年代,苏联著名植物学家瓦维诺夫对世界六大洲的60多个国家进行了多次考察,对大量新品种、新物种进行了详细比较研究。把遗传变异最丰富的地方,作为该物种的起源中心,最后以考古学、历史和语言学的资料,对植物地理的划分加以修正,于1935年出版了《育种的植物地理学基础》一书。他在该书中论证了世界栽培植物的起源有八大中心,该书的基本理论至今仍起着重要的作用。其八大中心是:

(1) 中国起源中心 认为世界第一个最大农业发源地和栽培植物的起源中心是中国中部、西部山区和其毗邻低地。中国起源地的特点是:栽培植物数量大,包括了热带、亚热带和温带作物的代表。在栽培植物种和属的巨大潜势上,中国超过了其他所有的起源地,特别是果树物种丰富,中国占第一位。如中国起源的禾谷类作物中黍、稷、粟、稗子、高粱、芦苇粟、裸粒和无芒大麦类群、裸燕麦(次生中心)、蜡质玉米(次生中心)等。当时作者还尚未认识到我国是水稻起源地之一。据统计,世界上660种重要粮食作物、经济作物及果树、蔬菜等,起源

中国的就有136种,占总数的20.42%。

(2) 印度起源中心 作者认为印度是稻、甘蔗、粒用豆类和许多热带果树的故乡。

(3) 中亚起源中心 由于印度的旁遮普省、克什米尔、阿富汗及前苏联的塔吉克和乌兹别克共和国生态条件一致,因此,划为中亚起源中心,该中心是普通小麦和密穗小麦、圆锥小麦及粒用豆类的起源地。

(4) 前亚起源中心 包括小亚细亚内部、外高加索全部、伊朗和山地土库曼。该中心是栽培小麦十个小麦种的发源地,同时也是黑麦的故乡。

(5) 地中海起源中心 它是大量蔬菜的起源中心。

(6) 埃塞俄比亚起源中心 该中心是一个独立的栽培植物世界起源地,小麦变种数目最多,也是大麦的起源地。

(7) 中美起源中心 包括墨西哥和安的列斯岛。这里是玉米及其近缘野生种的发源地,很可能是甘薯的故乡。

(8) 南美起源中心 该中心包括秘鲁、厄瓜多尔和玻利维亚,基本上具有高山所特有的物种。是马铃薯、橡胶树、可可、花生以及一些热带果树的起源地。

(二) 作物的分布

作物的分布与作物的生物学特性、气候土壤条件、社会经济的发展、生产技术水平、人们的习惯和社会需求等情况有关。例如,在纬度较高的寒冷地带,有较耐寒的小麦、油菜、蚕豆、豌豆等作物;有降水量充足或有灌溉条件的地带,有水稻和其他水生作物。同样,人为力量也是决定农作物分布的主导因素,如水稻种植带的北移,棉花在新疆北部地区发展成功等,都是典型的例子。从世界范围看,由于水稻生长期长,要求较多的热量和水分,故主要分布在东南亚和南亚雨水多、温度高的热带、亚热带国家和地区,种植面积最大的国家是印度、中国、孟加拉国、印度尼西亚、泰国、越南等,种植面积占世界水稻面积的90%以上。

小麦则主要分布在北半球的欧亚大陆和北美洲。面积较大的国家有苏联、中国、美国、印度、加拿大和澳大利亚等。

玉米以北美洲种植最多,其次是拉丁美洲和欧洲。

从我国来看,东北为粮、豆、甜菜、亚麻等集中产区;内蒙古和黄土高原主要作物为冬(春)小麦、马铃薯、油菜、大豆、玉米、甜菜等;西北以灌溉农业为主,主要作物有麦、棉、甜菜、玉米、油菜等;黄淮海地区主要作物有冬麦、玉米、甘薯、棉花、芝麻、花生、烟草等。长江中下游是我国粮、棉、油、丝、麻、茶的集中产区;云贵高原主要作物是水稻、玉米、油菜、茶叶、甘蔗、烟草等;华南则是我国唯一宜种热带经济作物地区,也是我国主要双季稻和甘蔗生产基地。

第二节 作物的生产概况

一、世界作物生产概况

由于世界经济发展和科技进步,使农业生产和农村面貌发生了重大变化,其突出表现是农业劳动生产率、土地生产率和农业商品率大大提高,城乡差别日趋缩小。从农作物生产的发展趋势看,谷类作物生产不断提高,以小麦、水稻居领先地位,杂交玉米和杂交高粱育成后,使谷类作物生产有了显著提高;棉、麻、丝的生产也有所增长;大豆、油菜、向日葵等作物生产继续上升,大豆近年增长2.3倍;甘蔗、甜菜也同时增长。从农业生产率看,美国平均每

个农业劳动力负担耕地面积 729 亩,生产粮食 92 741 千克,生产肉类 6 479.5 千克,可养活 55.9 人;其次为加拿大,平均每个农业劳动力负担 1 235 亩,生产粮食 70 167.5 千克,生产肉类 4 474 千克,可养活 44 人;前苏联一个农业劳动力可养活 11.4 人。美国农业商品率已提高到 99.9%。

二、我国作物生产概况

我国是农业古国,在长期的农业生产中,积累了丰富的经验,对世界农业作出了重大贡献,在距今两千多年前我国就有农业文献。战国时期农书《吕氏春秋》中有“上农”、“任地”、“辨土”、“审时”等四篇农业论文,这是世界上最早的作物耕作、生理、栽培技术专论。汉代的《汜胜之书》是最早的作物栽培专著,也是世界上最古老的农学著作之一。书中记有“种麦得时无不善,夏至后七十日可种宿麦(冬麦),早种时虫而有节,晚种则穗小而实少”,指出了冬小麦播种过早或过晚,对于植株性状和产量将有显著影响。我国古代的农业科学遗产丰富,有些至今仍有研究价值。

解放后,我国农业生产有了相当大的发展,农业技术和农业科学理论方面都取得重大成就。在改土治水、品种改良、施肥、灌溉、播种期、种植密度、病虫草害防治,以及轮作复种等方面的研究成果,大大地提高作物的单产和总产。例如,水稻、棉花、油菜、甘薯等作物的育苗技术有了较大的改进和发展。水稻育秧方面就有湿润育秧、两段育秧、温床育秧、场头育秧、塑盘育秧、肥床早育等育秧技术,这些技术适合不同地区、不同茬口、不同肥力和栽培水平,尤其目前推广的肥床早育技术,不但省工、省地、省种,还能培育壮苗,为水稻栽后早发打下了基础,有明显的增产增收效果。各地农业科学工作者开展了作物高产生理、生态、土、肥、植保、光能利用、田间小气候等综合研究,揭示了作物高产的内在规律,明确了在不同条件下作物合理的群体结构,掌握了各种作物的看苗诊断技术、植株营养诊断技术、土壤配方施肥技术。

在施肥方面,不但增加了肥料的投入,还大力发展复合肥生产,施用各种专用肥,满足不同作物对养分的要求;还有微肥、药肥和多种生长调节剂,有效地调控作物的生长。在灌溉方面,不但大力兴修水利,扩大灌溉面积,还改进灌溉方法,推广管灌、喷灌、滴灌等技术;水稻上研究推广的节水灌溉技术,不但节约用水,还有效地促进了根系的发育,控制病虫草害的发生蔓延。

在种植密度方面,从分析作物与环境、个体与群体、器官与器官之间的矛盾出发,系统地研究了苗、株、穗、粒的形成发展过程,提出了实现高产的合理密度和理想群体结构。江苏省农业科学工作者近年研究推广的作物高产群体质量栽培理论和技术,更加全面系统地将密度、施肥、灌水等技术综合考虑,组装配套,形成稻、麦等主要作物高产栽培理论和技术模式,成为指导生产实践的有效手段。

在农业机械化方面,农业科学工作者根据我国人多地少,土壤零散的特点,研制生产了适合不同地区、不同季节的耕、耙、播、管、收、脱、晒机械,大大减轻了劳动强度,加快了作业速度,提高工作效率,有力地促进农业的发展,解放劳动生产力。

农作物品种方面,解放后,特别是近二十年来,育出了大量高产稳产新品种。例如,二十年前的水稻品种,产量潜力只有 300~400 千克,小麦品种只有 200~300 千克,而近年推广应用的水稻品种产量潜力可达 700 千克以上,小麦品种在 500 千克以上,几乎增加一倍。除稻、麦、棉主要作物外,其他农作物,包括果树、蔬菜、花卉等品种都有很大的改良和提高。

由于以上各方面的原因,解放后,特别是改革开放以来,我国农业有了飞快的发展,农业和农村经济也随之提高了许多,限制全国人民生活水平的粮票、布票等各种票证也随之消失,温饱和小康已经或即将到来。

然而,我国是一个人口众多的国家,经济薄弱,起步迟底子差,加上自然的人为的各种因素,与发达国家比,我国农业生产还存在一些不足和困难,影响、制约着农业特别是作物生产的发展:其一,良种不足,品种混杂。尽管解放后我国农业科学工作者不懈努力,引进、培育了许多优良农作物品种,在生产上发挥了很大作用,但是,就作物生产的需求来看,还远远不能满足,特别是高产、优质品种类型不能满足提高了的生活水平的需求;许多地方群众选留种和良种繁育工作没有做好,品种混杂、退化严重,一个新品种出来不久,就种性变化,很快失去它的优良性状,不能增产增收。其二,施肥不足,肥料种类不全。肥料是高产的基础,有些地方投入不够,施肥不足,有机肥更少,不能满足作物生长过程对肥料的需求,有些只注意施氮化肥,不配套磷肥、钾肥等元素,不能满足作物对各种养分的需求。其三,生产条件差,抗御自然灾害的能力弱。例如灌排能力,病虫草害防除能力和农业机械配套能力等。其四,是农业科学知识的推广普及不够。尽管我国农业科学工作者做出了许多成就,但是由于我国农村分散的个体小型生产形式,非常不利于农业科学技术的推广和普及,使许多有效的新技术、新品种不能为广大群众所利用。以上种种问题严重地制约着农业,特别是作物生产发展和效益的提高。然而,问题就是途径,差距就是潜力,只要各级领导重视,经过大家的努力,逐步克服困难,就能取得更大成绩。

三、江苏省农业资源与作物生产

(一) 江苏省的区域概貌

江苏省位于北纬 $30^{\circ}\sim 35.2^{\circ}$,东经 $116.2^{\circ}\sim 121.9^{\circ}$ 之间,地处长江、淮河、沂河、沭河下游,东濒黄海与上海相连,西接安徽,南邻浙江,北毗山东。总面积为 10.26 万平方公里,约 1.539 亿亩。约占全国土地总面积的 1.05%,居全国第 24 位,是面积较小的省份之一。

全省共有 1908 个乡(镇),总人口 6705.7 万,农业人口约占总人口的 80%左右。耕地面积约 6853.26 万亩,人均 1.067 亩,地少人多。

全省地势低平,平原广阔,河网稠密,山丘零散,湖荡众多。平原约占全省土地面积的 68.8%,由黄淮平原、江淮平原、沿海平原和长江三角洲组成。山地丘陵低矮而分散,主要分布在西南部、南部及北部边缘,低山丘陵岗地面积约占总面积的 14.3%。江河湖塘水面约占总面积的 16.9%,水面比重之大居全国之首。

(二) 江苏省农业生产的自然条件和社会条件

江苏省地处中纬度地带,属北亚热带向北温带过渡的地区,南北差异显著。淮北属暖温带半湿润地区,淮南属北亚热带湿润地区。在气候上兼有南北之长,日照充足,热量丰富,降水充沛。全省年太阳总辐射量为 $108\sim 125$ 千卡/厘米²,日照时数为 $1988\sim 2631$ 小时,日照百分率为 45%~59%。年平均气温 $13.2\sim 16^{\circ}\text{C}$,自南向北递减,作物生长季节的活动积温为 $4900\sim 5850^{\circ}\text{C}$ 。无霜期平均为 $200\sim 245$ 天,生长季节($\geq 0^{\circ}\text{C}$ 天数)为 $303\sim 351$ 天。年平均降水量为 $780\sim 1110$ 毫米,南部多于北部,沿海多于内陆。这种光、温、水同季的季风气候,为各种喜温、耐寒和水旱作物生长,采用多品种,实行多熟制,发展农、林、牧、副、渔多种产业结构,提供了丰富的多样性的气候资源(表 1)。

表 1 江苏省各农业区气象要素

农 业 区	代 表 站	年 平 均 气 温 (℃)	最 冷 旬 平 均 气 温 (℃)		极 端 最 低 气 温 (℃)		最 低 气 温 ≤0℃ 初 日 (月/日)		最 低 气 温 ≤0℃ 终 日 (月/日)		初 霜 (月/日)		终 霜 (月/日)		无 霜 期 (天)			
			最低	极值	平均	极值	平均	最早	平均	最晚	平均	最早	平均	最晚				
		徐 淮 区	徐州	13.9	-3.7	-8.6	-13.8	-23.3	11/11	10/23	3/31	4/7	11/4	10/22	3/30	4/18	219	
沿 海 区	射阳	13.7	-2.1	-4.2	-10.6	-15.0	11/20	11/6	3/26	4/6	11/11	10/23	3/31	4/18	225			
里下河区	兴化	15.0	-0.9	-2.5	-8.6	-14.9	11/29	11/9	3/11	4/3	11/12	10/25	3/26	4/10	230			
沿 江 区	南通	15.0	-0.1	-2.3	-7.8	-10.8	11/30	11/9	3/17	4/4	11/11	10/25	4/1	4/16	221			
镇 扬 区	南京	15.4	-0.9	-5.1	-9.9	-14.0	11/21	11/9	3/18	4/3	11/9	10/23	3/29	4/13	226			
太 湖 区	苏州	15.8	0.4	-2.0	-7.1	-9.8	12/1	11/10	3/9	4/3	11/15	10/29	3/25	4/18	234			
农 业 区	代 表 站	稳定通过≥3℃				稳定通过≥10℃				降 水 (mm)								
		始 日 (月/日)	终 日 (月/日)	间 隔 日 数	积 温	始 日 (月/日)	终 日 (月/日)	间 隔 日 数	积 温	全 年	春 季		夏 季		秋 季		冬 季	
											总 量	占 全 年 %	总 量	占 全 年 %	总 量	占 全 年 %	总 量	占 全 年 %
徐 淮 区	徐州	3/3	12/1	274	5052	4/5	11/5	215	4598	841.3	141.3	17	498.2	59	151.3	18	50.5	6
沿 海 区	射阳	3/5	12/7	278	4920	4/8	11/9	216	4448	(1085.2)	194.1	18	594.2	55	225.9	21	71.0	6
里下河区	兴化	2/25	12/14	293	5345	4/3	11/13	225	4818	1016.3	210.7	21	512.5	50	202.1	20	91.0	9
沿 江 区	南通	2/27	12/15	292	5274	4/5	11/16	226	4756	1032.5	247.9	24	450.2	44	213.2	21	121.2	11
镇 扬 区	南京	2/23	12/13	295	5434	4/1	11/12	226	4897	992.0	267.1	27	424.1	43	186.9	19	113.9	11
太 湖 区	苏州	2/21	12/21	304	5547	4/2	11/17	230	4957	1066.2	295.6	28	395.3	37	230.3	22	145.0	13

江苏省气候条件虽然较优越,但7~9月份有台风侵袭。11月份的初霜和3~4月份的晚霜,常常威胁作物的生长。冬季西北利亚冷高压影响,偏北大风多,降温幅度大,降水较少,干而冷,北部以发生冻害。夏季受副热高压影响,盛行偏南风,降水多,湿而热,北部易成雨涝。春季天气多变,南部常出现连绵阴雨天气。秋季,季风开始活跃,晚秋常有较强冷空气影响(即寒露风),对晚秋作物危害甚大。在纬度、海洋和季风的综合影响下,造成了我省气象灾害种类多而频繁。对农业生产危害较大的有干旱、雨涝、台风、冰雹、霜冻、连绵阴雨、干旱风、低温冷害、高温热害等。

江苏省土壤地带性和地域性的规律明显,由于农业开发利用的历史悠久,土壤类型变得较为复杂。水田土壤主要分布于淮南地区,包括太湖平原的黄泥土、长江两岸的淤泥土、里下河及太湖地区洼地的青泥土、丘陵地区的黄白土、沿海地区的盐沙土等;旱地土壤,主要分布于淮北地区,其中有干涸湖荡形成的青黑土、黄泛沉积物上发育的黄潮土、长江沉积发育的灰潮土、沂沭冲积物上形成的棕潮土、滨海盐土开垦后形成的盐潮土、丘陵地区发育于棕壤的包浆土及黄浆土和发育于黄棕壤的黄岗土;林地和荒地土壤,林地土壤主要有云台山及赣榆县低山丘陵的棕壤,镇仪吴和宜溧丘陵山地的黄棕壤、宜溧山地的黄壤;荒地除以上三种土壤外,还有零星分布于湖荡洼地的沼泽土和沿海平原的盐土。

人多地少,劳力充裕。据1988年统计,农业劳力有2737.21万人,平均每个劳力负担耕地2.5亩。但地区间差异很大,沿江、太湖、南部沿海和城镇郊区,劳力负担较轻;徐淮、镇宁

扬丘陵、里下河和沿海的大部分地区,劳力负担较重。由于农业生产季节性强,用工集中,特别是种植多熟制地区,劳动力普遍紧张。虽然农机具在我省有了较快的发展,耕、耙、播、脱粒和运输等,实现了不同程度的机械化,但仍存在机具不配套、零件供应不足、机械使用率不高等问题。

3. 江苏省主要农作物的种类及其生产水平

江苏省作物生产中,以粮食作物生产为主,按1990~1996年统计平均,粮食作物播种面积9 012.0万亩,总产3 255.2万吨。粮食作物中以水稻面积最大,约3 490.5万亩;总产1 728.6万吨,其次为小麦,为3 405.0万亩。总产937.7万吨。此外,尚有面积较小的大麦、甘薯、大豆和小杂粮,如蚕豆、豌豆、杂豆等。

经济作物以纤维作物棉花为主,1990~1996年平均全省播种面积为835.5万亩,皮棉总产50.5万吨。其他纤维作物主要是麻类,约11.8万亩,其中以黄红麻为主,其次是苎麻和大麻。

油料作物主要是油菜、花生、芝麻等。其中油菜面积最大,1990~1996年平均为730.5万亩,总产93.3万吨。

其他经济作物尚有糖料(包括甘蔗、甜菜)、烟草、药材、薄荷、留兰香、席草、草莓等。

第三节 作物产量和生产潜力

一、作物产量

作物的产量包括生物产量和经济产量两个概念。所谓生物产量,是指作物在生育期间,生产积累有机质的总量,即整个植株(一般不包括根系)总干物质的收获量。组成作物躯体的干物质中,有机质占90%~95%,矿物质占5%~10%,可见有机物质的生产和积累,是形成产量的主要物质基础;所谓经济产量(即一般所指的产量),是指栽培目的所需要产品收获量。由于作物种类和栽培目的不同,它们被利用作为产品的部分也就不同。如禾谷类、豆类作物的产品是子实,薯类作物是块根、块茎等,棉花是种子上的纤维,黄麻是韧皮纤维,甘蔗是茎秆,烟草、茶叶是叶片,绿肥作物是整个茎叶。有时因栽培目的不同,它的经济产量也不一样,例如,当玉米为粮食作物时,它的产品收获量是子实;当作为饲料作物时,茎、叶、果穗的全部,都包括在产品之内。

经济产量,是以生物产量为基础的,一般来说,生物产量高,经济产量也高,但是,究竟能获得多高的经济产量,还要看生物产量转化为经济产量的效率,这种效率称为经济系数。经济系数越高,说明对有机物的利用越经济。经过人们的选择和培育,作物的经济系数已达到一定水平。例如,水稻、小麦为35%~50%,玉米为30%,油菜为28%,大豆为20%,薯类作物为75%~85%。从上述数字中看出,不同作物的经济系数差异很大,这与我们所利用的器官形成过程及化学成分有关。一般说,凡是以营养器官作为主要收获产品的作物(如薯类),形成产品的过程比较简单,其经济系数常常较高;凡是以生殖器官的部分作为主要收获产品的作物(如禾谷类、豆类等),其经济产量的形成,要经过有性器官的分化发育、开花、结实、灌浆、成熟等过程,有机物要经过复杂的转化和运转,因而经济系数较低。收获的主要产品的化学成分不同,其经济系数也不一样,以形成碳水化合物为主的,在形成过程中需要的能量较少,形成蛋白质和脂肪,必须由碳水化合物转化而来,过程复杂,需要的能量多。因而大豆、油

菜的经济系数较稻、麦低,但是,它们单位重量中所含的能量却较高。

由此可见,作物的生物产量、经济产量和经济系数三者之间,关系十分密切。在作物正常生长的情况下,各种作物的经济系数是相对稳定的,因而生物产量高,经济产量一般也较高。所以,提高生物产量是获得高产的基础。从作物产量形成顺序看,在营养生长阶段,光合作用产物大部分用营养体的形成,为以后形成产品器官奠定基础。转入生殖生长以后,光合作用产物越来越多地用于生殖器官(或贮藏器官),即产量的形成。研究证明,作物生育后期的光合产物,与经济产量有直接的关系。生长后期的生长中心是产品器官,需要大量的有机物质来充实,而此时作物的叶面积已达最大限度,所以,若能保持叶面积较长时间的功能期,维持较高的光合生产力,是提高经济产量和经济系数的重要手段。作物高产栽培的主要任务,就是综合运用各项农业技术,在作物生育前期,促进壮苗早发,建立起足够的营养体,为制造大量生物产量打好基础;生育中期要促进器官间协调而健壮的生长,以形成足够数量的产物贮藏器官和积累大量有机物质;生育后期要防止早衰,以保证有足够的有机物质向产品器官运转,扩大产品的收获量。高产栽培生理上提出的所谓“源、库、流”理论,即要努力扩大作物的光合面,提高其光合效率,加速其转化和运输功能,使光合产物能顺利转运到产品器官,并尽可能扩大贮藏器官,使光合产物尽可能多地贮进产品器官,以提高产量。

作物的单位面积产量,是单株产量和单位面积上株数的乘积。作物的种类不同,构成产量的因素也不同(表2)。研究这些产量因素的形成过程和相互之间的关系,以及影响这些因素的条件,并采用先进的农业技术措施,满足作物的高产生理需求,才能取得理想的收成。例如,禾谷类作物的单位面积产量,决定于单位面积上的穗数、平均每穗实粒数(颖花数×结实率)和千粒重三个因素,三者关系如下:

$$\text{亩产量(千克/亩)} = \frac{\text{每亩穗数} \times \text{平均每穗实粒数} \times \text{千粒重(克)}}{1000 \times 1000 \text{ 克}}$$

表2 各类作物单位面积产量构成因素

作物名称	产量构成因素
禾谷类	穗数、每穗实粒数、粒重
豆类	株数、每株有效分枝数、每分枝荚数、每荚实粒数、粒重
薯类	株数、每株薯块数、单薯重
棉花	株数、每株有效铃数、每铃子棉重、衣分
油菜	株数、每株有效分枝数、每分枝荚数、每荚粒数、粒重
甘蔗	有效茎数、单茎重
烟草	株数、每株叶数、单叶重
绿肥	株数、单株重

由上式可见,单位面积上穗数越多,平均每穗实粒数越多,千粒重越高,三者的乘积越大,产量越高。在相同情况下,不同品种或同一品种不同生产条件,三个因素的结构可能不一样,有的是其中一个或两个因素较好,也有三个因素同时得到发展的。以小麦为例,我国北方高产田产量构成因素是以穗多为特点;南方高产田的穗数比北方少,但每穗粒数比较多。又如,江苏省目前种植的杂交稻,以大穗为优势,每亩穗数比较少,而新近出的一些粳稻高产品种,则有穗数和粒数双重优势,种植面积迅速扩大。

作物产量是由群体形成的,群体又是由各个个体累加的结果。群体与个体之间,既相互依存,又存在一定的矛盾。例如禾谷类作物,每亩的产量基础是穗数的多少,但是,一般情况下,穗数增加之后,每穗粒数会下降,粒重也有所减少;如果注重个体的发展,争取大穗、大粒,势必要稀播,减少群体数量,每亩穗数减少,不一定能高产。然而,在高产栽培条件下,全面掌握作物生长发育规律、吸肥吸水规律和产量形成规律,应用科学合理的栽培措施,充分利用地力、光能和空间,减少无效生长,在穗数稳定的前提下,增加穗粒数、提高粒重,达到高产稳产的目标。

当密度超过一定范围后,叶面积指数过大,光合效率下降,叶片功能期缩短,干物质积累减少,使经济系数降低。所以,任何作物在高产栽培条件下,都有一个合理的群体密度,最佳的叶面积变化轨迹。在这合理的密度范围内,增加密度、增加叶面积,可以提高干物质生产、积累量。当密度超过合理范围,田间郁蔽严重,光合产物不能增加,呼吸消耗增大,因而植株干物质积累反而减少。

二、作物生产潜力及提高作物产量的途径

作物通过光合作用,将 CO_2 和水合成有机物。人们栽培植物,就是要通过各种措施和途径,最大限度利用太阳能,提高光合效率,形成更多的有机物质,提高产量。

太阳辐射能,是作物进行光合作用的唯一能源。我国地处温带、亚热带和热带,太阳能资源极为丰富。充分利用这一资源,为作物高产提供物质基础,是实现农业丰收的重要途径。

根据估算,在自然条件下,作物可能达到的太阳光能最高利用率为 $12\% \sim 20\%$,但目前我国耕地全年太阳光能平均利用率只有 0.4% ,即使长江流域常年亩产 1500 千克以上的田块,光能的利用率也只有 5% ,由此可见,现在农田提高单位面积产量,还有巨大潜力。

全国各地辐射能有差异,据估算,若能把 $\geq 5^\circ\text{C}$ 时期的太阳光能的利用率提高到 5.1% ,则全国粮食平均单产可以达到 1250 千克以上,其中东北、西南可达 1000 千克以上,华北、西北、华中和柴达木盆地可达 $1300 \sim 1500$ 千克,华南、南疆和藏南谷地,可达 $1500 \sim 1800$ 千克,昆明、海南和台湾沿海可达 2200 千克左右。

上述光能利用的理论值,必须在以下四个条件都具备时才能实现:(1)具有充分利用光能的高光合效能的品种;(2)空气中的 CO_2 浓度正常;(3)环境因素均处于最佳状态;(4)具备最适宜接受和分配光能的作物群体。因此,提高光能利用率的途径包括改良作物本身和改进环境因素两大方面,具体可以从以下途径入手:

(1) 培育高光效的农作物品种。要求具有高光合能力,低呼吸消耗,光合机能保持较长时间,叶面积适当,株型、长相都有利于田间群体最大限度地利用光能的特点。

(2) 合理安排茬口,充分利用生长季节。采用间作、套种、育苗移栽等措施,提高复种指数。充分利用时间、空间和光能,使单位面积上有较大的绿色面积。

(3) 采用合理的栽培措施。如合理密植,保证田间有最适宜的作物群体,最大限度地利用光能;加强田间管理,正确运用肥、水等调控措施,使作物群体结构合理,叶片功能期延长,促进光合产物的生产、积累和运转。

(4) 提高光合效率。如补施 CO_2 肥料,增强光照,提高温度等措施。

第四节 作物栽培学的性质、内容和研究方法

一、作物栽培学的性质、内容

作物栽培学是一门应用科学,是研究作物生长发育规律及其与环境条件的关系,以及探讨作物高产、优质、高效、低成本生产的理论和措施的一门科学,涉及内容广泛,又密切联系生产实际,是一门综合性、实践性很强的科学。作物栽培学研究的内容包括以下几个方面:

(1) 作物栽培学所研究的对象——作物,即粮、棉、油、麻、糖、烟等主要农作物,是活的有机体。每种作物都有自己的一系列生长发育的规律,作物栽培学必须研究和运用这些规律,采取科学的措施促进或控制它的生长发育过程,达到人们所要求的生长结果。

(2) 作物是活的生物体,在生长发育过程中,对土壤、温、光、水、肥、气等环境条件有一定的要求,作物栽培学必须研究作物生长发育过程中对这些条件的要求,以及这些环境条件对作物器官建成产生的影响,从而采取适当的栽培措施,发挥有利因素,克服不利因素,满足作物对环境条件的要求,并使其沿着高产方向发展。

(3) 作物产量是由群体形成的,群体又是由各个个体组成;个体又有营养器官和产量器官,作物栽培学要研究作物的群体与个体、器官与器官之间的相互关系,消除或减少它们之间矛盾的因素,促使它们之间健壮和协调的生长。例如,根据作物的品种特性、气候条件、施肥水平等,合理安排它们的播种期、播种量,并运用肥、水措施调控群体发展轨迹,妥善解决个体之间争夺温、光、水、肥、气的矛盾,解决器官之间生长不协调,尽可能促进产量器官的发展。

(4) 作物栽培学是作物生产上的系统工程,它不仅着眼于一个作物、一季作物高产,还要考虑到季季高产,年年高产。因此,作物栽培学还要对作物布局作出长期的、合理的安排,许多栽培措施要从前后季作物的相互关系考虑。还必须以高产稳产农田、合理的耕作制度、优良的品种为基础,才能发挥整个作物生产的高产、高效效应。

二、作物栽培学的学习方法

作物栽培学不仅是研究作物本身的生长发育规律,而且还要研究外界环境条件包括栽培措施对它所产生的影响,以及高产群体所必须遵循的客观规律,是一门多学科的综合科学,具有密切联系生产实践和区域性强的特点。因此,要学好作物栽培学,要注意以下几点:

(1) 要认真学习党和政府关于农业生产的方针、政策,了解农产品市场状况和发展动态。作物栽培学是为农业服务的,党和政府根据人民生活需要,根据国民经济发展特点和国内外农产品市场供求关系,经常作出战略性的调整,作物栽培学也必须及时适应、服务、服从这种调整。

(2) 要以辩证唯物主义的观点和方法作指导。作物是活的有机体,有一定的生长发育规律,环境条件又是一个多变、交叉因素,因此,在学习、应用这些理论和规律时,既不能背离规律,又不能生搬硬套,必须从实际出发,运用科学技术,灵活解决各种生产实际问题。

(3) 要有严谨的科学态度和理论联系实际、实事求是的作风。作物栽培学是一门实践性很强的学科,它直接用于指导实践,为生产服务。因此,学习作物栽培学,一方面要认真学习理论知识,另一方面要理论联系实际,深入科研、生产第一线,实事求是地总结和反应客观情

况。要逐步学会看天、看地、看苗等诊断技术,提高发现问题、分析问题、解决问题的能力。

(4) 要学好基础课,奠定学好本学科的坚实的理论基础。作物栽培学是一门综合性应用科学,它必须以多学科知识为基础。例如:研究作物的形态结构,必须有植物学、植物解剖学知识;研究作物生物学特性,必须有植物生理学和遗传学知识;研究作物与环境关系,必须有土壤学、农业化学、农业气象学、植物生理、生态学等方面知识;防治病虫害,必须有农业微生物学、农业昆虫学、植物病理学等知识;在分析总结写作时,还要有生物统计、数学、计算机等方面知识和技能。所以,必须学好各门基础学科,为作物栽培学打下坚实基础,才能正确掌握、灵活应用作物栽培学知识和技术于农业生产实践,为现代农业服务。

自学指导

绪 论

目的要求

了解作物栽培学的性质、任务和研究内容,及其与有关学科的相互关系,明确作物栽培学的研究、学习方法。掌握作物的概念和作物分类方法。熟悉作物生产概况以及江苏省农业区域的划分和特点,为学好作物栽培学打好基础。

内容提要

第一节 作物的概念、分类和分布

1. 作物的概念。
2. 作物的分类方法。各分类方法将作物分成的类型。

第二节 作物的生产概况

1. 世界作物的生产概况。
2. 中国作物的生产概况。
3. 江苏省农业资源与作物生产。

第三节 作物产量和生产潜力

1. 作物产量的概念,作物产量构成因素。
2. 作物产量的潜力和提高产量的途径。

第四节 作物栽培学的任务、内容和研究方法

1. 作物栽培学的性质和研究内容。
2. 作物栽培学的学习方法。

复习思考题

1. 作物的概念是什么?

2. 解放后我国在作物生产技术和农业科学理论方面取得哪些重大成就?

3. 作物的产量概念是什么? 见基础题四答案, 见本书附录, 见基础题四 (4)

4. 作物栽培学的性质和研究内容有哪些?