

11204128

全国高等农业院校教材

作物栽培学概论

杨守仁 郑丕尧 主编

农学类专业用

13

农业出版社

全国高等农业院校教材
作物栽培学概论
杨守仁 郑丕尧 主编

* * *

责任编辑 张兴瓚

农业出版社出版(北京朝阳区枣营路)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 11印张 237千字
1989年10月第1版 1990年10月北京第2次印刷
印数 6,801—9,500册 定价 2.30元

ISBN 7-109-00629-8/S·474

前 言

我国早在40年代以前有关农作物的教学和论著,基本上是以作物类别为主的一些内容,如作物各论、稻作学、麦作学、棉作学、十大作物、四十五大作物等,虽然也有作物通论的教学,仍然是以作物为主,各种知识溶为一体,这自有其时代背景的范限,也有它一定特点。进入50年代以来,各种学科都有不同程度的进展,作物学开始分化,走向了以专业为主的教学和论著,如作物栽培学、作物育种学、植物病理学、农业昆虫学、作物营养学、农业气象学等等。在作物栽培学上,最初是借用苏联雅库什金教授主编的《作物栽培学》为蓝本进行教学,其后于1958年由李竞雄、杨守仁、周可涌三位教授主编了我国第一本作物栽培学通用教材。60年代全国农业高等院校中,有的合编、有的单编,进一步改编修订了原有的作物栽培学教材。及至80年代出版了作物栽培学通用教材的北方本和南方本,与此同时陆续出版了一批单一作物的栽培学专著,即一套《中国主要农作物栽培学》。这些新编教材和专著大大丰富和开阔了我国作物栽培学的视野和内涵,标志着我国在作物栽培学领域中的某些进展和亟待发掘的关键所在。为了对全国有一个总体的概括认识,沈阳农业大学杨守仁教授近年来极力倡导编一套全国通用的作物栽培学简明教材,包括总论、各论及实验指导等内容,但在当前情况下,限于人力,暂缓进行。为教学所需,曾于1984年10月底由部分院校老师共同议定编写一本《作物栽培学概论》,由沈阳农业大学杨守仁教授和北京农业大学郑丕尧教授主编,共五章,北京农业大学王经武编第一、第二章,沈阳农业大学董钻编第三章,四川农业大学李尧权编第四章,西南农业大学刘文斗编第五章。经几次修改,颇感仓促,遗漏及错误在所难免,因需要教材甚急,只好拟作抛砖引玉之举,尚希望教和学中不吝赐教,以便及时修订补充。至于课堂实验内容,请参照湖南农学院刁操铨教授主编的《作物栽培学实验指导》,可选取相适应的内容试行,本教材不再另附实验指导。

编 者

目 录

前言

第一章 农业生产和作物栽培	1
第一节 作物生产概况	1
第二节 作物栽培学的演进和发展	12
第三节 作物栽培学的性质、任务和研究法	17
第二章 作物的起源、分类和分布	21
第一节 作物的起源	21
第二节 作物的分类	27
第三节 作物的适应性、分布和我国种植业分区	34
第三章 作物的生长发育与环境	41
第一节 作物的生长发育	41
第二节 作物各个器官的生长发育	43
第三节 作物生育的一般进程和器官相关	55
第四节 作物的生育期和生育时期	61
第五节 作物与生态条件	63
第六节 对等效应——作物的生物化学相互影响	82
第四章 作物的产量、品质和生产潜力	86
第一节 作物的产量及产量形成	86
第二节 作物生产过程中形成的贮藏物质	99
第三节 作物群体及其生产结构	106
第四节 作物的生产潜力	122
第五章 作物栽培制度和技术措施	127
第一节 作物栽培制度	127
第二节 作物栽培技术措施	137
第三节 特殊栽培法	158

第一章 农业生产和作物栽培

第一节 作物生产概况

一、作物生产在农业中的重要性

人类为了生存和发展,首先必须解决吃、穿这一生存生活的基本问题,然后才能从事其他生产活动和社会活动。吃是为了获得生命活动所必须的能量,穿是为了适应变化的生活环境。古人云:“一日不再食则饥,终岁不制衣则寒”(西汉晁错),“人之情不能无衣食,衣食之道必始于耕织”(《淮南子》)。马克思在《德意志意识形态》中指出“人们为了能够‘创造历史’必须能够生活,但是,为了生活,首先就需要食、衣、住以及其他东西,因此,第一个历史活动就是生产满足这些需要的资料,即生产物质生活本身”。解决吃穿问题主要靠农业生产。农业是世界上最原始、最古老和最根本的产业,因此,人们把农业称为第一产业。有了第一产业的发展,人们生存生活的基本问题有了保证,解放了一部分劳动力,进行社会分工,才有第二产业即制造业的产生。之后又发展起第三产业,即服务业。由此可见,农业是人类一切社会活动和生产发展的基础,这是不依人们的意志为转移的客观规律。

人类生活之所以离不开农业的根本原因,是因为人的生命活动所必需的能量目前只能从食物中获得,而食物中的能量,究其来源是绿色植物转化太阳能的结果。

绿色植物以其特有的叶绿素吸收日光能,通过光合作用,将由空气中吸收的二氧化碳和由土壤中吸收的水分和无机盐类,经过复杂的生理生化活动,合成富含能量的有机物质,其中一部分直接用来作为人类的食物,一部分作为农业动物的饲料转化成奶、肉、蛋等食品。人类摄取这些食品,在消化过程中将储存在有机物质中的日光能又释放出来,满足生命活动的需要。

人类栽培的绿色植物称为作物,它是有机物质的创造者,是日光能的最初转化者,其产物是人类生命活动的物质基础,也是一切以植物为食的动物和微生物生命活动的能量来源,因此,作物生产称为第一性生产。

动物性生产是建立在植物性生产的基础上而进行的再生产过程,是能量再次转化的过程,被称为第二性生产,这一生产过程是以第一性生产为前提的,离开了第一性生产,动物饲养也就不复存在。

农业生产是综合性的生产,大致可分为种植业和养殖业两大部门。种植业包括农作物、果树、蔬菜、造林、茶、桑、药材等的生产,养殖业包括畜牧业和渔业的生产,我国把农村经营的副业也列入农业生产范畴,所以广义的农业包括农、林、牧、渔、副五个生产部

门，统称五业。五业之间存在着相互依赖和相互促进的关系。农业给发展林、牧、渔业提供粮食和饲料；植树造林为水土保持、防护农田创造了条件；畜牧业的发展为农业提供了动力和肥料；农、牧、渔业的发展为副业提供原料；而副业又为其他各业的发展提供了资金。

种植业在我国农业中占的比重最大，是农业生产的基础，国家列入统计指标的有粮、棉、油、糖、麻、烟、茶、桑、果、菜、药、杂等十二项，这些为人类所栽培的植物都叫做“作物”，这是广义的作物概念。就狭义的作物概念来讲，主要指农田大面积栽培的粮、棉、油、麻、烟、糖等，一般称农作物，北方人民叫“庄稼”。作物栽培学所研究的对象主要指的是这部分作物。

农业内部的组成及其比重形成农业生产结构，不同国家的农业生产结构不同，纵观世界各国，大多数发达国家的畜牧业比重大于种植业，这是因为发达国家按人口平均粮食生产水平高，有较多的剩余粮食作饲料，利用农业动物转化成动物性食品。一般都在按人口平均占有粮食 500kg 以上的国家才能够使食物结构逐步过渡到以畜产品为主。也有些发达国家如英国、荷兰等，虽然按人口平均粮食没有达到 500kg，但他们依靠雄厚的资金进口饲料发展畜牧业。发展中国家，人口多，粮食生产水平低，人均粮食少，大部分直接食用，可供转化的部分少，除少数地多人少的国家之外，大多数发展中国家的种植业在农业中仍占很大比重。

我国是拥有 10 亿人口的世界大国，为了解决占世界五分之一以上人口的吃饭穿衣问题和为发展工业积累资金，农业一直占有很大比重，农业占工农业总产值比重，1955 年以前在 50% 以上，1958 年以后虽经调整，但农业仍占三分之一左右。农业中的种植业又占农业总产值的三分之二以上，它不仅为 10 亿人口提供粮食，而且为工业，特别是轻工业提供丰富的原料，据统计，以农产品为原料的轻工业产值约占轻工业总产值的三分之二，由此可见，

表 1—1 我国农业产值和种植业产值在一些主要年份中的比重变化情况

年 份	农业产值占工农业总产值比重		种植业产值占农业总产值比重	
	农业总产值(亿元)	占工农业总产值比重(%)	种植业产值(亿元)	占农业总产值比重(%)
1949	326	70.0	224.3	82.5
1952	461	56.9	346.6	83.1
1957	537	43.3	432.6	80.6
1965	833	37.3	446.8	75.8
1970	1058	33.7	534.8	74.7
1975	1343	30.1	932.4	72.5
1978	1567	27.8	988.6	67.8
1979	1896	29.7	1059.6	66.9
1980	2180	30.8	1415.3	63.7
1981	2469	32.5	1498.3	63.2
1982	2785	33.6	1649.9	62.7
1983	3121	33.9	1789.4	62.1

(引自《中国农业的光辉成就》)

种植业在农业总产值中占有十分重要的地位（表1—1）。

长期以来，由于我国人口多，耕地少，粮食生产有限，为了解决吃饭这件大事，农业生产多年来偏重于发展粮食种植业，忽视了经济作物、林业、畜牧业、渔业和副业的生产，不少地区违背因地制宜的原则，在一些不适宜发展粮食生产的地方强行种植粮食作物，如毁林开荒、滥垦草原、盲目围湖造田等，其结果是破坏了农业各部门之间客观存在的相互依存关系，造成森林草原的破坏，水土流失，土壤肥力下降，农业生态系统恶化等不良后果。

1978年党的十一届三中全会以后，随着党的各项农业政策的实施，农村面貌发生巨大变化，农业生产取得前所未有的发展，在抓好种植业生产的同时，积极开发多种经营，畜牧业、林业、渔业、副业比重逐年增长（表1—2）。但是，粮食生产仍是第一位的，因为工业要发展，人口要增加，人民生活要提高，饲养业也要发展，这些都需要粮食和其他产品，所以粮食生产决不能放松，这是由我国国情所决定的。

表 1—2 我国历年农、林、牧、渔、副产值比重（%）

年 份	种 植 业	林 业	牧 业	渔 业	副 业
1949	82.5	0.6	12.4	0.2	4.3
1952	83.1	0.7	11.5	0.3	4.4
1957	80.6	1.7	12.9	0.5	4.3
1965	75.8	2.0	14.0	1.7	6.5
1978	67.8	3.0	13.2	1.4	14.6
1979	66.9	2.8	14.0	1.2	15.1
1980	63.7	4.2	15.3	1.7	15.1
1981	63.2	4.2	15.2	1.7	15.7
1982	62.7	4.1	15.5	1.7	16.0
1983	62.2	4.1	14.7	1.7	17.9
1984	58.1	4.1	14.2	1.7	21.9

（1985年《中国经济年鉴》）

二、世界和我国的作物生产概况

（一）世界作物生产概况 世界人口的迅猛增长对农业带来巨大的压力。据1975年统计，世界耕地面积为226.05亿亩，人口为40亿，到1981年仅6年时间，耕地面积就减少到203.35亿亩，而人口却增加到45亿。由于人口的迅速增加，世界各国都在致力于发展农业生产，提高粮食及其他农产品的产量，以应付人口压力的严重挑战。在农产品的生产中，粮食的生产被列为首要任务。粮食作物播种面积自1949年以来逐年增加，1980年最高，达到142.68亿亩。由于耕地面积所限，不能单靠扩大播种面积增加粮食产量，各国都很重视提高单位面积产量。1984年虽然粮食作物播种面积比1980年减少了23%，但由于单产提高，总产只减少了1%（表1—3）。

世界粮食总产量从50年代以来，平均每年递增约3%，1970—1980年的10年间，每年递

表 1—3 世界粮食作物面积、单产、总产

年 份	粮食作物播种面积(万亩)	单产 (kg/亩)	总产 Gkg (亿公斤)
1949	983805	67.0	757.5
1955	1134707	82.5	935.4
1960	1159635	94.5	1096.9
1965	1231892	96.0	1185.3
1970	1258225	110.5	1392.8
1975	1325617	118.0	1560.7
1980	1426893	126.0	1798.9
1982	1106568	153.2	1695.8
1984	1102950	161.8	1784.3

(注: G = 10⁹)

(资料来源: 1981, 1983年中国农业年鉴; 1984年联合国粮农组织)

表 1—4 部分国家谷物产量

(单位: kt)

年 份	1950	1960	1970	1980	1981	1983	1984
国 别							
世界总计	688 846	961 900	1 212 948	1 570 454	1 654 409	1 641 214	1 784 262
中 国	—	—	—	320 564	325 020	345 759	358 809 F
美 国	140 717	180 428	186 851	269 997	328 975	207 437	308 501
苏 联	78 939	130 807	179 176	182 832	168 406	185 488	166 648 F
印 度	52 861	84 527	113 909	145 079	147 900	166 425	171 035
加 拿 大	21 965	25 515	28 954	40 795	49 993	47 618	42 995
法 国	13 882	22 857	31 757	48 001	44 573	46 517	56 260
巴 西	9 781	15 208	23 686	33 221	32 320	29 240	33 039
阿 根 廷	10 869	12 818	19 922	18 483	31 507	30 860	29 240
土 耳 其	7 685	14 890	15 940	25 649	25 660	24 537	26 173
澳大利亚	6 306	10 849	12 907	16 393	22 662	31 181	26 777
西 德	10 206	14 179	17 295	23 084	22 603	23 011	26 054
泰 国	6 809	8 333	15 340	21 504	21 654	22 422	21 876
墨 西 哥	4 117	7 179	14 515	19 461	22 061	22 798	26 416
英 国	7 905	9 458	13 252	19 212	18 916	21 483	26 030
意 大 利	11 385	11 985	16 153	18 324	18 490	17 829	19 771
巴基斯坦	17 828	21 115	12 099	17 337	17 926	19 364	17 930
波 兰	11 834	14 360	16 371	18 337	20 212	22 099	24 050
罗马尼亚	5 262	9 830	10 632	20 226	17 695	19 200	22 205
南斯拉夫	4 625	10 928	11 626	15 669	15 262	17 010	17 764
日 本	15 755	20 266	17 661	13 197	14 508	14 060	15 983

(资料来源: 世界粮农组织 *F* 是粮农组织估计数)

增2.26%。我国从1949—1981年的32年间, 平均递增率为3.25%, 1971—1981年的10年间, 平均增长率为2.6%。

世界粮食总产量在100Mt (即一亿吨) 以上的国家有中国、美国、苏联和印度。30 Mt (即三千万吨) 以上的国家有法国、加拿大、巴西、阿根廷等 (表1—4)。

1981年全世界人均粮食420kg, 比1975年的393kg增长了7%。人均粮食超过1000kg的

国家有六个,其中以加拿大为最多,达2131kg、美国1761.5kg、澳大利亚1538kg、丹麦1432.5kg、阿根廷1272kg、匈牙利1212.5kg。人均粮食在500kg以上的国家有六个,依次为保加利亚、罗马尼亚、法国、苏联、南斯拉夫、泰国等,中国为326.5kg,低于世界平均水平。

粮食单位面积产量1984年世界平均为161.8kg。单产最高的国家有英国(427.5kg)、日本(392.6kg)、法国(386.7kg)、西德(354kg)、匈牙利(326.6kg)。中国为253.5kg,低于上述国家,但高于世界平均水平。

在粮食作物中以小麦、稻、玉米为最多,号称世界三大粮食作物。三者的生产情况见表1—5。

表 1—5 世界三大粮食作物生产情况

年 份	小 麦		稻 谷		玉 米	
	单产(kg/ha)	总产(Mt)	单产(kg/ha)	总产(Mt)	单产(kg/ha)	总产(Mt)
1934—1938年平均	990	129	1760	149	1301	110
1949	960	164	1636	153	1672	140
1950	1020	174	1699	151	1568	131
1955	1180	206	1860	205	1690	166
1960	1210	245	2010	240	2040	216
1965	1221	267	2032	257	2293	228
1970	1513	318	2297	309	2437	261
1975	1550	360	2521	358	2849	346
1978	1980	449	2746	386	3068	390
1979	1872	428	2674	376	3318	419
1980	1884	445	2771	400	2995	392
1981	1914	458	2855	414	3370	452
1982*	—	486	—	423	—	448
1983*	—	499	—	449	—	—

(Mt为百万吨。)

(引自卢爱采主编《各国粮食政策简论》*浙江农业大学学报,1985年第一期)

小麦以其营养丰富,适于制作多种食品,适应性强,分布广的特点深受人们的欢迎。50年代以来,世界小麦生产发展很快,1949年至1978年30年间,播种面积扩大36%,总产量增长169.5%,单产提高将近一倍,平均每年增长2.15kg。小麦生产最多的国家依次为苏联、美国、中国、印度、加拿大、澳大利亚等。

稻在各大洲都有栽培,主要分布在亚洲多水地区,种植面积占世界的90%以上。稻的生产发展也很快,1978年比1949年播种面积增加了55%,总产量增长146%,单产提高58%,平均每年增长0.7kg。我国稻谷总产量一直居世界第一,其次是印度、印度尼西亚、孟加拉、泰国和日本。

玉米不仅是高产的粮食作物,而且是优质的饲料。50年代以来,各国竞相发展,播种面积1978年比1949年扩大40%,总产量增长159.6%,单产提高83%,平均每年增加3.2kg,

在三大粮食作物中增长最快。世界玉米生产最多的国家依次为美国、中国、巴西、墨西哥、南美等。

经济作物中棉花占的比重最大，世界生产棉花最多的国家有中国、苏联、美国、印度、巴基斯坦、巴西、土耳其等国，年产量都在一千万担以上。单产最高的国家是澳大利亚(1981年)危地马拉(1981年)、埃及、中国、苏联、土耳其等(表1—6)。

表 1—6 世界主要产棉国家的棉田面积和产量

主要产棉国	面 积(万亩)		皮棉总产量(公担)		单 产(kg)	
	1983—1984年度	1984—1985年度	1983—1984年度	1984—1985年度	1983—1984年度	1984—1985年度
世 界	46987.5	52050.0	12988.05	18706.05	31.45	35.95
中 国	9115.5	10384.5	4641.6	6254.3	50.85	60.20
苏 联	4788.0	5020.5	2676.3	2549.65	55.85	50.75
美 国	4459.5	6300.0	1693.45	2829.05	37.95	44.85
印 度	21647.5	11850.0	1326.25	1525.45	11.40	12.85
巴基斯坦	3331.5	3504.0	476.8	1608.5	14.25	28.75
巴 西	2962.5	3525.0	556.5	841.15	18.75	23.85
土 耳 其	921.0	1114.5	522.5	680.55	56.65	52.05
埃 及	637.5	622.5	421.45	400.15	66.05	64.35
苏 丹	597.0	540.0	218.55	196.55	36.60	36.40
阿 根 廷	714.1	675.0	178.9	160.15	25.05	23.75
巴 拉 圭	450.0	600.0	100.05	130.75	22.20	21.80
坦桑尼亚	516.0	510.0	47.05	45.55	9.15	8.95
乌 干 达	900.0	900.0	16.1	18.5	2.0	2.05

注：年度计算按国际棉花生产规定，从头一年8月1日起至下一年的7月31日止为一年度。

(引自《山西棉花》，1986年第一期)

由于国际市场对植物蛋白质和食用油的需求日益增长，大豆和油料作物的生产持续上升，大豆总产量三十年来增长最快，1952年世界大豆总产量为18.4Gkg(亿公斤)，1981年达到91.43Gkg，增加4.97倍。播种面积最大和总产量最多的国家依次为美国、巴西和中国，长期以来占世界首位的我国降为第三位。

油料作物中以花生所占比例最大，1981年世界花生总产量达到19.76Gkg(带壳)。种植面积最大的国家是印度、中国、塞内加尔、苏丹、美国和印度尼西亚。单产最高的国家是以色列(278.95kg/亩)、美国(194.75kg/亩)、希腊(163.95kg/亩)。我国103kg/亩，高于65.35kg/亩的世界平均水平。

油菜籽产量增长也很快，1952年世界总产量为5.1Gkg，1981年达到11.77Gkg，增加了2.3倍。产量最多的国家是中国、印度、加拿大和法国。而单产最高的国家是荷兰(295.3⁵kg)、英国(217.4kg)、西德(150.8kg)、法国(149.15kg)，中国71.5kg，略高于65.25kg的世界平均产量。

芝麻总产最多的国家是中国、印度和苏丹。单产最高的国家有伊朗(66.65kg)、埃及(65.25kg)、叙利亚(63.6kg)。中国41.5kg，高于20.53kg的世界平均水平。

向日葵油因色味俱佳、品质好，有发展趋势。播种面积最大的国家是苏联、美国、阿根廷，中国居第四位。

世界糖料作物生产发展也很快，甜菜主要分布在欧洲中北部一些国家和美国北部冷凉地区。种植面积最大的国家有苏联、美国、法国、波兰、中国和西德。

甘蔗主要分布在热带和亚热带地区，面积最大的国家（1980年资料）有印度（3999万亩）、巴西（3963万亩）、古巴（1950万亩）、巴基斯坦（1125万亩）、墨西哥（810万亩）、中国（719万亩）和菲律宾、泰国等。

烟草种植面积最大的国家有中国、印度、美国、巴西、苏联和土耳其等（1981年资料）。

（二）我国农作物生产概况 我国是世界人口最多的国家，农作物生产首先要保证人民吃粮的需要，在此基础上安排一定比例的经济作物以保证人民的穿衣、食油和吃糖等需要，因此，在种植业中粮食作物播种面积一直占有很大比重，1980年以前始终保持在80%以上，其他作物播种面积比例偏小，1978年以前，经济作物播种面积比重从未超过10%。党的十一届三中全会以后，新的农村政策调动了广大农民群众的生产积极性，粮食和其他农产品有了较大幅度的增长，1979年粮食总产量达到332.1Gkg，创造了历史最高水平，1982年猛增到353.4Gkg，1983年387.3Gkg，1984年达到400Gkg，人均粮食接近世界平均水平，基本上解决了温饱问题。由于粮食供应大大改善，为了合理安排粮食和经济作物的比例关系，在“决不放松粮食生产，积极开展多种经营”的方针指导下，粮食作物播种面积适当调减，经济作物和其他作物的比例有所增长，1979年以后，经济作物播种面积比重第一次超过10%（表1—7）。

经济作物中，棉花占有特殊重要的地位，解放三十多年来增长很快，1952—1983年总产量增加了3.56倍，特别是1980年以后总产量大幅度增长，1980年达到2.7Mt，1983年猛

表 1—7 我国几个主要历史时期粮食作物和经济作物播种面积比例

年 度	粮食作物播种面积 (亿亩)	占总播种面积(%)	经济作物播种面积 (亿亩)	占总播种面积(%)
1952	18.6	87.8	1.87	8.8
1957	20.0	85.0	2.17	9.2
1962	18.2	86.7	1.31	6.2
1965	18.1	82.4	1.84	8.3
1970	17.9	83.1	1.76	8.2
1975	18.2	81.0	2.01	9.0
1978	18.1	80.4	2.17	9.6
1979	17.9	80.3	2.22	10.0
1980	17.6	80.1	2.39	10.9
1981	17.2	79.2	2.63	12.1
1982	17.0	78.3	2.82	13.0
1983	17.1	79.2	2.66	12.3
1984	16.9	78.3	2.89	13.4

（引自1985年《中国统计年鉴》）

增到6.25Mt, 跃居世界第一位, 人均4.5kg, 超过世界人均3kg的水平。

油料作物1982年比1978年增长一倍多, 其中尤以油菜籽产量增长最快, 1982年总产量达到5.65Mt, 居世界首位。但由于菜籽油含有芥酸, 品质欠佳, 出口受到限制, 生产稍有缩减趋势。

其他如甘蔗、甜菜、烤烟等作物都有较大幅度的增长, 1982年甘蔗总产量比1978年增长了75%, 甜菜增长了48%, 烟草增长了76%, 我国主要农作物历年产量如表1—8。

表 1—8 我国主要农产品历年产量

(单位: Mt)

年 份	1952	1957	1965	1978	1980	1981	1982	1983	1984
品名									
粮食	163.92	195.05	194.53	304.77	320.56	325.02	354.50	387.28	407.31
棉花	1.30	1.64	2.10	2.17	2.70	2.97	3.60	4.64	6.26
油料	4.19	4.20	3.63	5.22	1.96	10.21	11.82	10.55	11.91
其中									
花生	2.32	2.57	1.93	2.38	3.60	3.83	3.92	3.95	4.82
油菜籽	0.93	0.89	1.09	1.87	2.38	4.07	5.66	4.29	4.21
芝麻	0.48	0.31	0.26	0.32	0.26	0.51	0.34	0.35	0.48
黄红麻	0.31	0.30	0.28	1.09	1.10	1.26	1.06	1.02	1.49
甘蔗	7.12	10.39	13.39	21.12	22.81	29.66	36.88	31.14	39.52
甜菜	0.48	1.50	1.99	2.70	6.31	6.36	6.71	9.18	8.28
烤烟	0.22	0.26	0.37	1.05	3.72	1.28	1.85	11.51	15.43

(M = 10⁶)

(引自1985年, 《中国统计年鉴》)

现在我国农业生产基本保证了人民吃饭、穿衣的需要。近年来我国粮食作物和经济作物虽然有很大发展, 但由于人口众多, 农产品人均水平还较低 (表1—9)。我国耕地面积有限, 进一步提高产量只有从单产上下工夫, 从我国农作物单产和先进国家相比, 还有不小差距, 因而大有潜力可挖 (表1—10)。

表 1—9 我国按人口平均的主要农产品数量

年 份	粮食(kg/人)	棉花(kg/人)	油料(kg/人)
1949	209	0.82	4.73
1952	288	2.29	7.37
1957	306	2.57	6.58
1962	240	1.15	3.00
1965	272	2.93	5.07
1970	293	2.8	4.60
1978	318.5	2.26	5.45
1979	342.5	2.28	6.64
1980	326.5	2.76	7.84
1981	327	2.99	10.27
1982	351.5	3.57	11.72
1983	379.5	4.55	10.35
1984	395.5	6.05	11.55

(引自1985年《中国统计年鉴》)

表 1—10 我国主要农作物单位面积产量

(单位: kg)

年 份	作物种类 粮 食	其 中					棉 花	花 生	油 菜 籽	芝 麻	黄 红 麻	甘 蔗	烤 烟
		稻谷	小麦	玉米	大豆	薯类							
1949	68.5	126.0	43.0	—	41.0	93.5	10.5	67.5	32.5	26.5	86.5	1627.5	47.0
1952	88.0	160.5	49.0	89.5	54.5	125.5	15.5	85.5	33.5	30.5	129.0	2597.0	79.5
1957	97.5	179.5	57.0	95.5	52.5	139.5	19.0	67.5	25.5	22.0	141.0	2599.0	48.0
1962	87.5	156.0	46.0	—	45.5	128.5	14.5	56.5	24.0	23.5	142.5	1492.5	49.0
1965	108.5	196.0	65.0	100.5	47.5	118.5	28.0	69.5	40.0	25.5	164.5	2548.0	76.5
1978	168.5	265.0	123.0	187.0	70.5	129.5	29.5	89.5	48.0	33.5	176.0	2566.5	114.5
1979	185.5	283.0	142.5	199.0	68.5	173.5	32.5	90.5	58.0	33.0	200.5	2802.0	105.5
1980	182.5	275.5	126.0	205.0	73.0	188.5	36.5	102.5	56.0	22.0	233.5	3171.0	120.5
1981	188.5	288.0	140.5	203.0	77.5	180.0	38.0	103.0	71.5	41.5	274.0	3588.0	145.5
1982	208.5	326.0	163.5	217.5	71.5	142.5	41.0	108.0	91.5	23.5	284.5	3763.5	138.5
1983	226.5	339.5	187.0	241.5	86.0	207.5	51.0	119.5	78.0	29.5	299.5	3124.0	134.0
1984	240.5	358.0	198.0	264.0	88.5	211.0	60.5	132.5	82.0	37.0	311.0	3618.5	144.0

(引自1985年《中国统计年鉴》)

三、粮食生产与人类营养

农作物生产的主要目的之一是解决人类吃饭问题,实质上是解决对热量和蛋白质、脂肪的需求。据研究,一个成年人每天需要消耗2000—3000kcal 热量的食物。一个人在休息条件下维持体重所消耗的热量称为基础代谢消耗。一个一般体重的男子每天的基础代谢消耗大约 1900kcal 热量。联合国粮农组织采用 $1.2 \times$ 基础代谢消耗 ($1.2 \times 1900\text{kcal} = 2280\text{kcal}$) 作为营养低限基准,低于这一限度为营养不足。

1kg体重的人体每天需要消耗40kcal热量,一个成年人平均体重60kg 计算,每天需要消耗热量2400kcal。据研究,1g碳水化合物、蛋白质和脂肪在人体内氧化可净得热能分别为4kcal, 4kcal和9kcal。人们每天食物中脂肪比重较小,为了计算方便,按1g固体食物(包括碳水化合物、蛋白质、脂肪)产生4kcal热量计算,那么一个成年人每天需要消耗600g固体食物,如折合成粮食,每人每年需要219kg。这是指能食用的加工粮,如加上糠、

表 1—11 1946—1981年世界发达国家和发展中国家粮食与人口情况比较

年 平 均	世 界		发 达 国 家			发 展 中 国 家		
	粮食产量 (亿吨)	人口(亿)	粮食产量 (亿吨)	人口(亿)	人均(kg)	粮食产量 (亿吨)	人口(亿)	人均(kg)
1946—1949	6.00	23.30	3.47	8.39	413.5	2.53	14.91	199.7
1950—1959	8.02	26.49	4.33	9.04	479.0	3.69	17.45	211.5
1960—1969	10.52	32.57	5.60	10.15	551.7	4.92	22.42	219.5
1970—1979	14.04	39.49	7.38	11.15	661.9	6.66	28.34	235
1980	15.71	44.15	7.96	11.64	683.8	7.75	32.51	238.4
1981	16.64	45.13	8.53	11.78	724.1	8.11	33.35	243.2
递增率(%)	3.6	1.9	3.1	1.1		4.5	2.4	

(联合国粮农组织历年生产年鉴)

注:1cal = 4.1868J

麸、谷壳等非食用部分折合成原粮约为273.5kg。目前一些发达国家人均粮食超过此数一倍以上，而大多数发展中国家人均粮食则低于上述数字（表1—11）。

发达国家每人每天平均摄取热量为3315kcal，而发展中国家只有2180kcal，处于营养基准低限以下。世界上每年有几亿人口在饥饿和营养不良中挣扎，解决人类营养问题首先必须解决粮食生产，要先吃饱，后吃好。

从人的食物结构看，发达国家中人的热量约65%来自动物性食品，约35%来自粮食，而发展中国家人的热量主要来自粮食。目前世界上约有四分之三的人口以粮食为主食，其中发展中国家人口约占90%，发达国家人口约占5%，对这些人来说，粮食是他们的第一需要，所以当今世界经济领域中粮食问题是一个突出的问题。

粮食问题的严重性主要原因是人口的增长与粮食需求之间的矛盾越来越大，据孙儒咏的统计，从远古到1650年的漫长岁月，世界人口增加的速度相当缓慢，到1650年为止世界人口大约是5亿。1800年为8.5亿，150年中只增加了3.5亿，1900年人口为16亿，100年中增加了6亿。自本世纪开始人口猛增，1930年世界人口为20亿，30年增加了4亿，1950年达25亿，20年增加了5亿，1968年35亿，18年增加了10亿，1980年人口达到46亿，增加10亿人口只用了12年。据联合国估计，本世纪末世界人口将达到62亿。人口在增长，人均耕地却在减少，虽然粮食总产量在增加，但是人均粮食增长缓慢，1950年到1980年30年中只增长了76kg（表1—12）。因此，粮食生产日益引起人们的关注。

表 1—12 世界耕地、人口和粮食变化情况

年 别	耕 地 和 人 口			粮 食 生 产			
	耕地面积 (Mha)	总人口(百万人)	每人平均占有 耕地(ha)	收获面积 (Mha)	单产(kg/ha)	总产量 (Mt)	每人平均粮食 产量(kg)
1934—1938年平均	—	2045	—	477	1222	583	285
1949	1230	2377	0.52	577	1149	663	279
1950	1272	2408	0.53	580	1160	673	280
1955	1370	2681	0.51	658	1248	825	307
1960	1409	2986	0.47	662	1454	963	322
1965	1420	3268	0.41	686	1496	1026	313
1970	1464	3596	0.43	700	1734	1214	338
1975	1506	3951	0.38	734	1879	1379	349
1978	1414	4258	0.33	726	2201	1598	375
1979	1449	4336	0.33	726	2143	1556	359
1980	1453	4415	0.33	744	2112	1571	356
1981	1355	4513	0.30	740	2248	1664	369

(Mha = 百万公顷)

(联合国粮农组织历年《生产年鉴》)

近百年来一些发达国家逐步提高奶、肉、蛋等动物性食品的消费比重，直接消耗的粮食显著减少，看起来似乎会导致粮食消耗的减少，实际上不是减少而是增多，因为动物性食品是由粮食作饲料转化而来的，每生产1t动物性食品要消耗几倍于动物性食品的饲料，根据目前世界饲养业的一般标准，每生产1t奶、肉、蛋大约需要5—7t的粮食和糠、

表 1—13 我国食物构成及每人每年每月主要食物摄取量的预测 (单位: kg)

食物构成	1985—1990年		2000年	
	一 个 月	一 年	一 个 月	一 年
粮食(加工粮)	15	180	11	132
豆类	3	12	1.5	18
薯类	3	36	3	36
食用植物油	0.25	3	0.5	6
食糖	0.25	3	0.5	6
肉类	1	12	2	24
蛋类	0.5	6	1	12
鱼类	0.25	3	0.5	6
奶类	0.6	7	2	24
蔬菜	12	144	10	120
水果	1.5	18	4	48

麸、饼类等植物性饲料,若饲养技术落后,需要的饲料量还要多,有时可达10倍,因此,直接消费粮食的减少,远远补偿不了饲料用粮的增加。

目前我国人民膳食构成中来自粮食的热量比重大,来自动物性食品比重小。今后我国人民的食物构成,据中国农业科学院现代化研究组(1981)和中国医学科学院卫生研究所估计,至本世纪末,我国人民的食物构成和每人每年每月的主要食物摄取量如表 1—13 所示。

按照表1—13的食物构成,1985—1990年全国平均每人每天可摄取热量 2370kcal,其中蛋白质 68g,脂肪 45g,谷类食物占总热量的 79%,动物性食品占总蛋白质摄取量的 10%。到2000年每人每天可获得 2400kcal 热量,其中含蛋白质 72g,脂肪 73g,谷类食物占总热量的 55%,动物性食品占总蛋白质摄取量的 23%,这样的食物构成基本上可以满足人体营养需要,同时也保留了我国人民膳食的传统习惯。

我国人口多,耕地面积少,人均耕地只有世界平均数的三分之一,扩大耕地的潜力不大,很难做到象发达国家那样以动物性食品为主食。理由是植物性食品转化为动物性蛋白,其质量虽然提高了,但数量却减少了,实际上总热量降低,我国只是近几年粮食供应才有所好转。1984年人均粮食达到历史最高水平,为 380kg (包括豆类和薯类),还达不到世界平均水平 (396kg),如果扣除种子,役畜饲料和必须的工业原料(制药、制酒、浆纱等)所余粮食有限,可供转化成动物性食品数量不多,如改吃粮为吃肉为主,全国需要扩大耕地,或减少人口,在耕地面积日益减少,人口仍处于上升期的情况下很难做到,因此,我国食物结构在相当长的一段时期内不可能有很大变化。蛋白质不足可以用增加豆类生产来弥补,所以粮食生产在我国仍是第一位的大问题。1985年 9 月 23 日陈云在中国共产党代表会议上的讲话指出“对于粮食生产,我们还是要抓紧抓好,10亿人口吃饭穿衣,是我国一大经济问题,也是一大政治问题,无粮则乱,这件事不能小看”。

第二节 作物栽培学的演进和发展

一、我国作物栽培的历史成就

我们中华民族的祖先，从远古的旧石器时代，在中国大陆南北各地就已繁衍生息。距今约 10000—5000 年的新石器时代开创了农业，成为世界上农业起源最早的国家之一。

根据我国迄今已发表的考古资料，黄河流域新石器时代早期文化遗址有河南新郑裴李岗、密县莪沟、河北省武安县磁山等，距今已有七千多年。陕西省西安半坡村遗址，山西省万荣荆村遗址距今有六千多年。从这些遗址中出土了大量用于农业生产的石制和骨制斧、铲、刀、镰、耜等工具以及粮食加工工具石碾盘等。磁山遗址的窖穴中还存留炭化了的粮食；西安半坡村遗址发现窖藏的粟颖壳和炭化的菜籽；甘肃东乡还出土了糜子和大麻籽。

长江流域的浙江余姚县河姆渡村新石器时代遗址，发现大量稻谷、稻壳、稻秆和稻叶的混合堆积层，还有骨耜和石斧等生产工具，这是已发现长江流域新石器时代最早的遗址，距今已七千多年。江苏吴县草鞋山遗址距今也有六千多年。从以上各遗址的出土物证明，距今六、七千年以前，我们的祖先已经在长江流域开田种稻，在黄河流域辟地种糜粟了。到了新石器时代末期，随着农业的发展，黄河流域中下游一带人口渐渐繁衍昌盛，形成了一个经济文化中心。

距今三千多年前的殷代甲骨文中已有黍、稷、禾、粟、未、麦、菽、稻等作物名称，说明不少农作物在我国已有数千年的栽培史。甲骨文中还有畴、疆、圳、井、圃等有关农业生产整治土地的文字记载，说明那时我国农业已经发展到相当水平。到夏、商、周相继建立起强盛的国家，我国历史遂进入了文明时期。

我们的祖先在长期从事农业生产过程中积累了非常丰富的经验，创造了丰富多彩的作物品种，制造了种类多样的生产工具，如翻土的犁、挖土的钱、播种的耒、中耕除草的耩和锄、灌水的戽斗和龙骨车、收获谷物穗子的铎和割麦秆的镰、将籽粒和糠秕分开的风车等，大大提高了劳动生产率。

夏代已有历法，商代已使用阴阳历，西周时已有春、夏、秋、冬四季的划分，并出现春分、夏至、秋分和冬至四个节气。春秋战国时又增加了立春、立夏、立秋、立冬共八个节气。西汉时已有立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒二十四节气，以节气指示农时，是我国劳动人民的独创，至今仍在沿用。

我国劳动人民几千年来选育作物品种，开垦农田，修筑水利，发展生产，创造了中华民族灿烂的古代文化。

距今两千多年前我国已有农业文献，据不完全统计，现存的和已经散失的古农书共有五百余种，《中国农学书录》中收编的有 376 种，至今尚保存着的有 310 多部，其中比较著名的如：战国时期农书《吕氏春秋》中的《上农》篇提出重农理论和政策；《任地》篇提

出利用土地的原则,《辨土》篇强调根据土壤性质进行耕作;《审时》篇讨论耕作及时与否对作物的影响。这四篇是我国现存最古老的农学论文。

汉代的《汜胜之书》(公元前1世纪)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。它论述了西汉时代粟、黍、麦、稻、稗、大豆、小豆、大麻、瓜、桑等农作物从种到收整个生产过程的农业技术,并提出了农业生产的总原则,即掌握农时,耕好土壤,施用肥料,灌溉保墒,适时中耕和及时收获等,至今在农业生产上仍然适用。此外,书中总结的区种法、稻田水温调节法、穗选法、嫁接技术等等,至今不少内容仍有着科学价值。

后魏贾思勰的《齐民要术》(公元6世纪)是我国和世界现存的最古老最完整的一部农书。该书总结了西汉末年至北魏时期五百多年间黄河流域农业生产经验。其主要技术经验有:耕耙耨抗旱保墒、绿肥轮作、用地养地、良种选择和繁殖、林木的育苗和嫁接等等。对种植作物强调“顺天时,量地力,则用力少而成功多”,否则“任情返道,劳而无获”的按客观规律办事的基本原则。

北宋的《陈旉农书》(公元12世纪)是一部总结南方农业生产经验的农书,书中记述了南方稻麦、稻豆、稻菜等一年两熟的复种经验,讨论了水稻培育壮秧的技术。提出土壤肥力可以保持旺而不衰的观点,奠定了我国古代“地力常新壮”的理论基础。总结了杂肥沤制,饼肥发酵等一系列积制肥料、提高肥效的方法,为我国肥料学的发展作出了贡献。

元代《王桢农书》(公元14世纪)是综合了黄河流域旱作区和江南水稻区农业生产而写成的。书中的《农器图谱》是我国古代有关农具最详的一部农书。

明代徐光启的《农政全书》(公元17世纪),是一部七十万字的农学巨著,其出发点是农政,但重点则是农业生产技术知识,内容丰富,堪称是我国近古农业生产的一部百科全书。系统地总结了棉花、甘薯的栽培经验,例如“精拣核,早下种,深根短秆,稀科肥壅”等十四字诀的棉花栽培经验,有些内容至今仍然适用。

清代的《授时通考》是乾隆年间由官府组织编写的一部大型农书,内容是前代农书的节录和汇集,共90余万字,是汇总了古代农书的大成。

除上述著名农书外,还有很多论述农业的其他文献,例如《管子·地员篇》是谈论土壤的论文。《荀子·富国篇》中已有“一岁而再获之”的复种制度。西晋郭敬义的《广志》记载了水稻收获后播种绿肥,翌年翻压作谷田肥料的“美田”之法。唐代陆羽的《茶经》是我国也是世界上现存最早的一部茶书,内容十分广泛,包括茶的起源,茶叶的采收和制造等。元代《农桑辑要》是承袭了过去几部重要农书加以辑要,其中有些资料如种苧麻、木棉、甘蔗、胡萝卜等是总结当时经验而写成的。明代宋应星《天工开物》是一部专讲各种生产技术的书。清代方观承绘制的《棉花图》乾隆题诗刻成的《御题棉花图》是一部图文并茂的著名著作。这些文献和农书大多是围绕着如何种好作物而进行的土壤耕作,抗旱保墒,施肥,培肥地力,种植技术等而总结的宝贵经验。