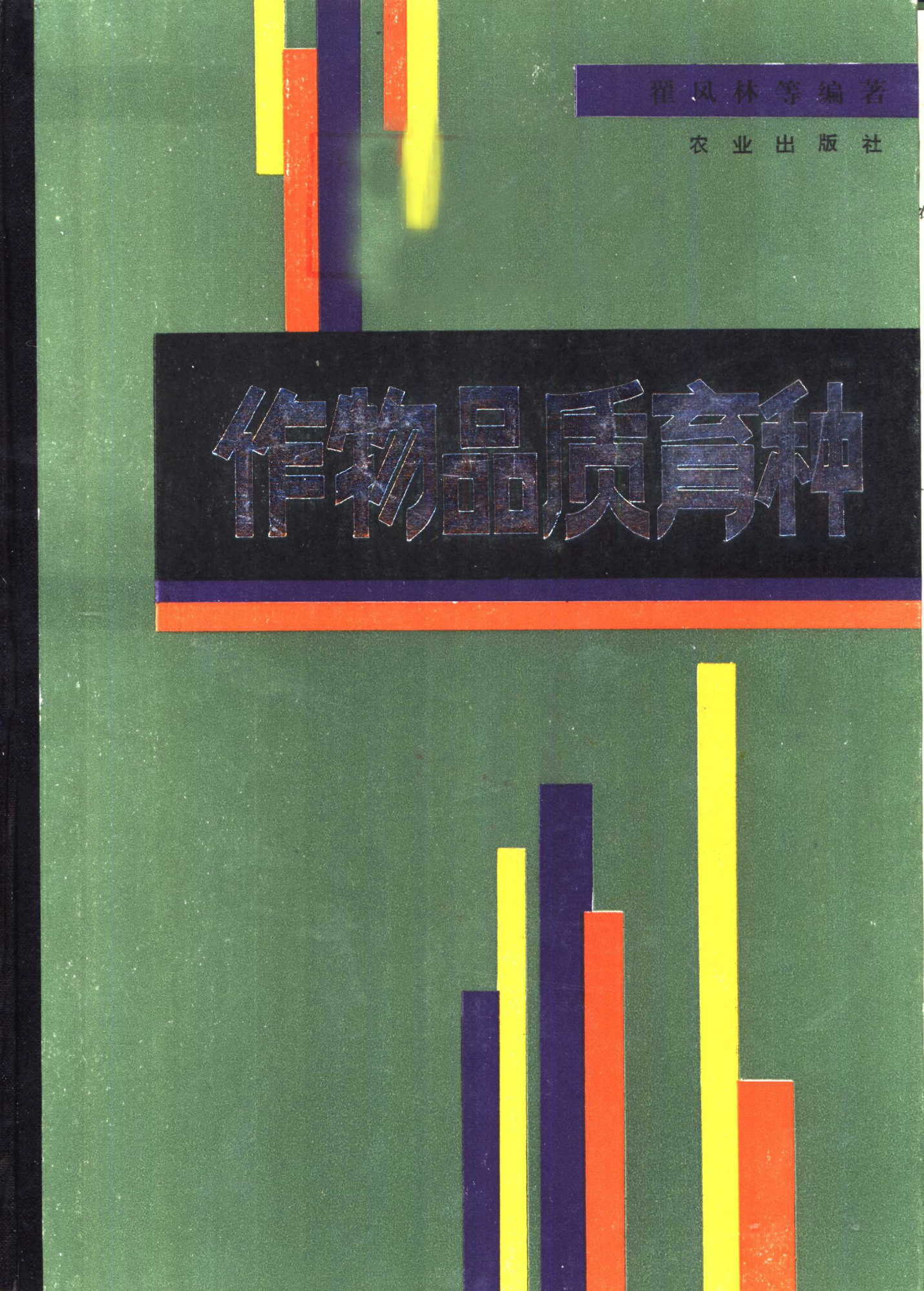




翟凤林等编著

农业出版社

作物品质育种

作物品质育种

程凤林等编著

农业出版社

内 容 提 要

本书是我国关于作物品质育种的第一部专著，是经农牧渔业部科技司成果处及有关专家推荐，组织了全国30位从事作物品质育种的专家写成的。它全面系统地论述了作物品质育种的生理、遗传等基本原理，介绍了育种途径和方法，阐述了国内外这一领域研究的最新进展及其展望。全书分两部分：总论共八章，主要介绍作物品质育种的意义，蛋白质、油脂、碳水化合物(糖、淀粉、纤维素等)品质改良的生理与遗传理论，以及农作物品质改良中的常规方法和生物技术，并专章论述了优良品质与其它优良农艺性状聚合的理论及进展；各论部分共十七章，分别讨论了小麦、水稻、玉米、小黑麦、大麦、谷子、棉花、大豆、向日葵、油菜、花生、甘蔗、甜菜、甘薯、苹果、番茄和茶等17种作物的品质育种。本书理论性强，内容新颖，反映出80年代的科研水平，写法深入浅出，通俗易懂，方法实用可靠给人以启发。可供作物育种工作者、农业界科技人员以及大专院校师生参考。

作 物 品 质 育 种

翟凤林等编著

* * *

责任编辑 张本云

农业出版社出版(北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 16开本 42.625印张 972千字

1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷

印数 1—800册 定价 28.60元

ISBN 7-109-01506-8/S·1035

编写人员名单

总论

- 第一章 作物品质育种的意义 翟凤林 (北京农学院)
- 第二章 植物蛋白质品质改良的生理与遗传 翟凤林 (北京农学院)
- 第三章 植物油脂品质改良的生理与遗传 翟凤林 (北京农学院)
姜立荣 (北京市科委测试中心)
- 第四章 植物碳水化合物品质改良的生理与遗传 翟凤林 (北京农学院)
- 第五章 作物品质育种的程序和方法 翟凤林 (北京农学院)
- 第六章 作物品质与其它优良农艺性状的聚合 翟凤林 (北京农学院)
- 第七章 植物细胞培养在作物品质育种中的应用潜力 曹鸣庆 (北京市农林科学院)
- 第八章 基因工程在作物品质育种中的潜在价值 曹鸣庆 (北京市农林科学院)

各论

- 第九章 小麦品质育种 李宗智 (河北农业大学) 王光瑞 (中国农业科学院)
- 第十章 水稻品质育种 蒋稚龙 (湖南省水稻研究所)
香糯品质育种 潘重光 (上海农学院)
- 第十一章 玉米品质育种 宋同明 (北京农业大学)
- 第十二章 小黑麦品质育种 孙元枢 (中国农业科学院)
- 第十三章 大麦品质育种 俞志隆 王林济 (杭州大学)
- 第十四章 谷子品质育种 李荫梅 (河北省农业科学院谷子研究所)
- 第十五章 棉花品质育种 余传斌 王沪琴 尚庆蓉 (湖北省农业科学院经济作物研究所)
- 第十六章 大豆品质育种 胡明祥 田佩占 (吉林省农业科学院)
- 第十七章 向日葵品质育种 徐兆成 吴桂枝 (吉林省白城地区农业科学研究所)
- 第十八章 油菜品质育种 肖能遑 汤惠雨 (中国农业科学院油料作物研究所)
- 第十九章 花生品质育种 甘信民 (山东省花生研究所)
- 第二十章 甘蔗品质育种 彭绍光 (广西壮族自治区甘蔗研究所)
- 第二十一章 甜菜品质育种 刘升廷 刘景泉 (中国农业科学院甜菜研究所)
- 第二十二章 甘薯品质育种 王寒 (北京农学院)
- 第二十三章 苹果品质育种 孙恩普 (河北省农林科学院昌黎果树研究所)
- 第二十四章 番茄品质育种 袁士畴 马云彬 (北京市农林科学院)
- 第二十五章 茶树品质育种 俞永明 虞富连 (中国农业科学院茶叶研究所)

全书由翟凤林统稿。

前 言

随着我国农作物产量水平的增长和人民生活水平的不断提高,以及工业加工工艺中对作物产品品质的要求越来越严格,作物品质育种已成为一个突出的问题摆在育种工作者面前。目前关于作物品质育种的专著尚少,此项工作在我国也刚刚起步。为了满足广大育种工作者的需要,1985年5月农业出版社拟组织全国从事主要农作物育种的专家编写《作物品质育种》一书,以推动和促进这项工作更好更快地开展。

本人受农业出版社委托,具体负责本书的组织和初稿审定工作。经农牧渔业部科技司成果处和有关专家推荐,并征得农业出版社同意,确定由19所大专院校和科研单位总计30位专家、教授参加本书的撰写工作。这些单位在该学科中多数是领先的或是第一流的,有的是全国科研课题的牵头单位。编写者多数是本单位的学科带头人,从事实际育种工作多年,积累了丰富的知识与经验,在品质育种方面有较深的造诣和建树,这为编好本书奠定了基础。

我国是一个历史悠久的文明古国,社会的发展自觉或不自觉地推动了农作物品质改良工作,积累了不少宝贵的经验。但是与发达国家比,我国现代化的品质育种则刚刚起步,不论知识的积累,理论的探索,还是现代研究手段的运用,特别是品质育种成果的开发,尚有较大差距。这给本书的编写工作带来很大困难。为了弥补这一不足,作者们尽力收集了国外这一领域研究的最新成就与进展,特别是1984—1988年的资料,使得本书的内容更加充实、完整和系统化,总的看来本书反映了80年代中后期的水平。

一部有价值的著作不能只局限于说明过去和总结前人的经验,同时在于科学地预见未来,使读者从中受到教益和启示,有利于改进和指导今后的工作。为此,本书作者都坦率地各述己见,为作物品质育种抛出现有的“砖”,以便引出新颖的“玉”。可以肯定,书中所阐述的某些论点以至概念,不妥和错误在所难免,恳望读者批评指正。

值此《作物品质育种》一书完成之际,谨向为本书举荐作者的农牧渔业部科技司成果处和有关专家、各位作者,表示深切谢意。

翟凤林

1983年12月于北京

目 录

总 论

第一章	作物品质育种的意义.....	3
第二章	植物蛋白质品质改良的生理与遗传.....	20
第三章	植物油脂品质改良的生理与遗传.....	67
第四章	植物碳水化合物品质改良的生理与遗传.....	102
第五章	作物品质育种的程序和方法.....	127
第六章	作物品质与其它优良农艺性状的聚合.....	148
第七章	植物细胞培养在作物品质育种中的应用潜力.....	167
第八章	基因工程在作物品质育种中的潜在价值.....	189

各 论

第九章	小麦品质育种.....	207
第十章	水稻品质育种(含香糯品质育种).....	249
第十一章	玉米品质育种.....	273
第十二章	小黑麦品质育种.....	301
第十三章	大麦品质育种.....	321
第十四章	谷子品质育种.....	354
第十五章	棉花品质育种.....	374
第十六章	大豆品质育种.....	407
第十七章	向日葵品质育种.....	454
第十八章	油菜品质育种.....	478
第十九章	花生品质育种.....	515
第二十章	甘蔗品质育种.....	533
第二十一章	甜菜品质育种.....	559
第二十二章	甘薯品质育种.....	588
第二十三章	苹果品质育种.....	618
第二十四章	番茄品质育种.....	643
第二十五章	茶树品质育种.....	660

总 论

第一章

作物品质育种的意义

翟凤林

(北京农学院)

一、品质的概念及品质性状分类.....	3
(一) 品质的概念.....	3
(二) 品质性状的分类.....	4
二、作物品质育种的意义.....	6
(一) 品质育种是提高作物营养成分含量和作物总产量的重要途径.....	7
(二) 优质品种有利于增进人体健康.....	11
(三) 优质品种有利于发展畜牧业生产.....	14
(四) 作物品质与食品加工.....	15
(五) 优质品种有利于促进工业发展.....	15
(六) 生产植物蛋白耗能少、见效快.....	16
三、主要成就与展望.....	17

一、品质的概念及品质性状分类

(一) 品质的概念

品质一词简单地说是指目标产品的质量,也即产品的好坏。作物品质则指人类所要求的农作物目标产品的质量或其优劣。能够最大限度地满足人类各种产品质量要求的农产品称为优质农产品。农产品的品质直接影响它的价值、加工利用、人体健康和家畜生长,以至工业的生产。鉴于作物种类繁多,产品各异,栽培者、加工者、消费者、畜牧饲养者所要求标准不同,所以很难给品质优异定一个共同确切的标准。例如,栽培者要求粮食子粒饱满、整齐,容重高,清洁,粒色好、有光泽,无病虫害,就意味着优质;面粉厂除上述要求外,还要求出粉率高,粒色浅,易磨;面包厂则要求有良好的烘烤品质;消费者要求有较高的营养价值,适于制作

各种主食,口感好,富含氨基酸、维生素等营养成分,无毒性,耐贮藏等。不同作物考察的品质项目不同。例如,L.C. Peirce(1987)提出的评价蔬菜、果品品质的项目有:(1)感官特性,包括产品外观(颜色、光泽、形状和大小,粘性、伤痕)、产品质地(硬度和手感,口感)、风味(食味和气味);(2)内含特性,包括营养价值、无杂物、毒性。高桥信夫(1988)评价大豆品质的项目包括:(1)外观品质(子粒大小、子粒整齐度、脐色、子粒光泽、受害子粒等);(2)营养品质(蛋白质、脂肪、碳水化合物、氨基酸组成、外源凝集素等);(3)加工品质(食味、香味、制品颜色、口感、加工难易,制品产量率等)。J. Dupont(1987)评价水稻品质的项目有:(1)外观品质,包括颖壳和米粒颜色,子粒大小、形状、粒重和均匀度,角质率、腹白等;(2)碾米品质,包括出米率、糙米产量、精米产量;(3)蒸煮、加工和营养品质,包括直链淀粉/支链淀粉率,碱扩展值,蛋白质含量,糊化温度,吸水力,直链淀粉糊粘度、蒸米制罐稳定性等。美国对上述水稻评价项目作了增补,提出含水量、容重、磨粉等级、粉色、杂质、受害子粒、气味、红粒等,也必须加以考虑。即使同一作物的同一个品质性状,不同国家、地区和单位评价的项目和标准亦不尽相同。例如国外评价小麦品质的项目一般包括容重、角质率、千粒重、子粒大小、受害粒率、蛋白质含量、灰分、含水量等,对粒色考虑较少。而我国粮食收购部门特别是面粉厂则非常强调粒色(白粒麦一般比同样的红粒麦评高1级),造成农民不愿种植红粒麦的偏见。此外,对有些品质指标的评价因人而异,例如口感、风味等。由此可见,评价作物品质是一项很复杂的工作。

影响作物品质的因素很多,如作物的种和品种、环境、栽培条件等。即使同一品种,气候、土壤、栽培措施、熟期、收获时期,产后加工不同,也影响它的质量。但是在这众多的因素中,起基础作用的,是作物的遗传特性。没有优质作物品种,难以生产优质农产品。实践证明,在同样条件下,优质品种的产品质量显著高于一般品种。这是众所周知的。当然,只有优质品种而不保证其它条件,也很难充分发挥其作用。可见,优质品种是生产高质量农产品的基础。

(二) 品质性状的分类

作物的品质性状形形色色,我们可以按照不同特征把它们分为若干种类。例如,根据它们的理化性质,可以分为物理品质和化学品质;根据其结构学特点,可以分为外观品质和内含品质;按照其用途,则分为食用品质、饮食品加工品质、饲用品质、工业用品质、商品品质(销售品质)、医用品质等,而其中食用品质又包括营养品质、烹调品质、蒸煮品质和卫生品质;根据其工艺流程,可分为一次加工品质和二次加工品质;而根据其贮藏保鲜特点,则可分为保鲜品质(多用于果、蔬)和贮藏品质(图1-1)。作物品质育种中常用的主要有以下几类:

1. 物理品质 指作物产品物理性状的好坏。如粮食作物子粒的形状、大小、色泽、容重、饱满度、角质率,种皮厚度,子粒整齐度等;果蔬、水果的果形、大小、色泽、质地等;以及蔬菜的新鲜度、柔嫩度等。物理品质决定产品的外观、结构以及加工利用和销售,因而是很重要的。

2. 化学品质 指作物产品的化学特点,包括营养物质的含量、成分及其平衡状态,如蛋

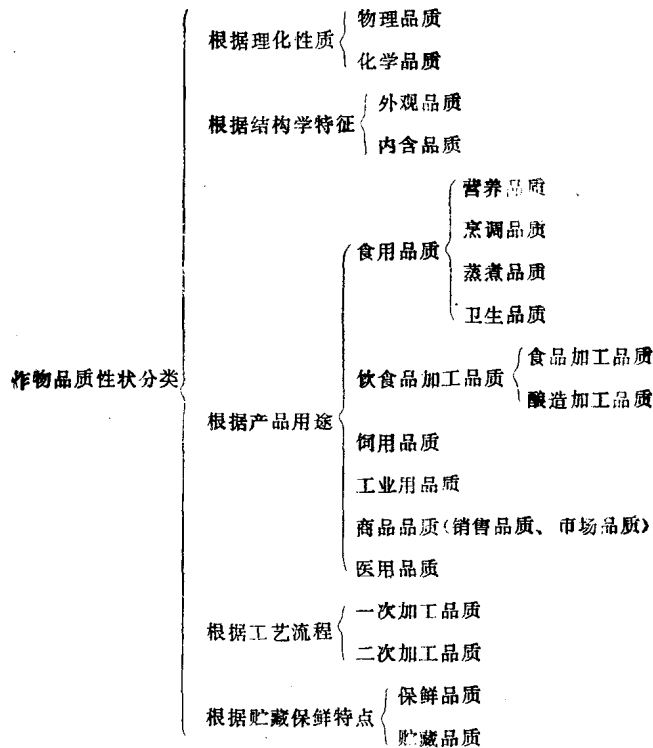


图 1—1 作物品质性状的分类

白质含量及其氨基酸成分，含糖量，油料作物的含油量及其脂肪酸成分，果蔬的维生素和矿物质含量等。化学品质直接影响农产品的营养价值、加工利用等多种用途，是品质育种研究的重要内容。

3. 外观品质 包括各种农产品的外观特点，上述物理品质所涉及的内容多数影响外观品质。如蔬菜、水果的果形、色泽、光泽、果实大小、整齐度等；粮食作物的粒色、子粒大小、整齐度、饱满度、粒形等；棉纤维的长度、细度、色泽等。外观品质直接影响产品的销售品质。

4. 内含品质 指影响农产品质量的一切内含特点，如营养成分、杂质含量、败质因素等。决定产品加工利用特点的一些性状，如面筋含量、烘焙品质等，当然也属于内含品质。

5. 营养品质 主要指目标器官营养成分的含量、成分结构及其对人畜的营养价值。如粮食作物子粒中的蛋白质及必需氨基酸含量，油料作物的含油量及脂肪酸成分。豆类作物的蛋白质及油分含量，蔬菜、果品的糖分及维生素含量，饲料作物的营养成分含量、各种营养成分的消化率、利用率、生物价以及氨基酸的平衡状态等。各种营养成分对人畜健康有重要作用，因而提高农产品的营养价值是作物品质育种的重要目标。

6. 蒸煮品质 表示米、面等制作各种主食品的适宜性和其质量的好坏。包括大米、小米的蒸煮品质（直链淀粉含量、胶稠度、出饭率、米汤固形物、糊化温度等），饭味、硬度、粘度和口感性；小麦粉蒸馒头、制面条、包饺子等的品质。

7. 卫生品质 表示食物或饲料产品的无毒性。如食用菜籽油中的芥酸含量，菜籽饼中的

硫代葡萄糖苷含量，豆类作物中的胰凝乳蛋白酶抑制剂，谷类子粒和油粕中的单宁、酚化物和植酸等，都对人畜有不同程度毒性，称为败质因素 (antinutritional factor)。品质育种中应予以去除。当然，提高作物产品中的某些药用成分（如可食纤维素，维生素等）的含量，也属于卫生品质范围。

8. 食品加工品质 表示目标产品对食品加工的适宜性及其质量优劣。如小麦粉的烤面包、制作饼干及其它糕点的品质；豆类制作豆腐及其它豆制品的品质；油料作物的油分，制作各种糕点及人造奶油等的品质，以及水果、蔬菜等的制罐品质。

9. 一次加工品质 指农产品进行初加工的品质。如小麦的出粉率和容重，水稻、谷子的出米率，向日葵、花生等的子仁率以及棉花的衣分、籽指和衣指等。油料作物的榨油率，糖料作物的榨糖率，淀粉作物的淀粉率，广义地说也属于一次加工品质。

10. 二次加工品质 即一次加工后的产品进行再加工其产品的品质。如小麦粉、大米、小米、油脂、糖分等都是一次加工后的产品，用它们制作糕点，烤面包等属于二次加工，因此，食品加工品质属于二次加工品质。棉麻纤维的纺织品质也属于二次加工品质。

11. 销售（市场）品质 表示能被消费者所接受或喜爱的一切有利于销售的特点。除具有良好的外观品质外，优良的质地、风味和食味，高度的营养，以及其它易被消费者偏爱的特点，都可提高销售品质。为了增强农产品的出口创汇能力，销售品质（商品品质）是值得重视的目标。

12. 贮藏保鲜品质 表示作物种子、蔬菜、水果等农产品耐贮藏和持久保鲜的能力。植物油分中如亚麻酸含量过高，贮藏过程中易氧化变质，影响油分的贮藏寿命。蔬菜、果品等的保鲜能力，与品种有很大关系。如国光苹果特别耐贮藏，富士苹果也具有良好的贮藏品质。

上面介绍了品质育种中常遇到的几种品质类型，这种分类仅是初步的和粗浅的。可以看出，同一性状可以属于不同品质内容，而且，不同品质内容有时对同一性状的要求可能是相反的，给育种工作带来困难。例如制面包的小麦要求有良好的烘焙品质，这就必须有较高的面筋含量（34—44%），而面筋的主要成分为麦醇溶蛋白和麦谷蛋白，这两种蛋白质组分中赖氨酸含量极低，也就是说，烤面包品质与营养品质是相互矛盾的。为了解决这一问题，国外正试图通过增加富含赖氨酸的 ω -型N-末端氨基酸序列，选育麦醇溶蛋白中赖氨酸含量高的 wheat 品种。

二、作物品质育种的意义

作物品质育种，简单地说，是研究选育和繁育优质农作物品种的理论和方法的一门科学，也就是按照人类要求，借助各种手段和方法，通过各种途径改变植物的遗传特点，育成能够生产优质农产品的作物品种的一门科学。有关选育途径和方法（如检测方法）的探索，以及繁殖技术的开发，当然也属于品质育种的范畴。

作物品质性状的选育非始自今。很久以前，人类在进行植物驯化选择时，就包含着品质

性状的选育。如大粒、粒色、果形、果色、风味、口感性等的选择。在化学品质方面，荷兰化学家G. J. Mulder首先使用了蛋白质一词，1806年发现天冬酰胺，1820年发现甘氨酸，开始了以化学成分衡量作物品质优劣的概念。20种常见氨基酸中以苏氨酸的发现（1935）为最晚（B. Robson等，1986）。

在现代农业中，品质性状有着更为突出的意义。它对提高营养成分含量和产量，增进人体健康，发展畜牧业和食品加工业，以及其它行业的开发，都有重要作用。

（一）品质育种是提高作物营养成分含量和作物总产量的重要途径

1. 蛋白质和必需氨基酸的供需差距 人类的有机食物蛋白质、脂肪和碳水化合物，都直接或间接来自植物。E. R. Williams (1984) 报道，在现代美国人的食物中，蛋白质占总能量的12%，脂肪占42%（饱和脂肪酸16%，单不饱和脂肪酸19%，多不饱和脂肪酸7%），碳水化合物占46%（提纯加工糖18%，复杂碳水化合物22%，天然糖6%）。中国医学科学院陈春明（1986）报道，1982年中国人食物构成中，谷类占71.3%，薯类6.2%，豆类2.9%，其它11.9%，动物食品只占7.9%（图1—2）。按营养构成看，蛋白质占总能量10.8%，脂肪占18.4%，碳水化合物占70.8%。联合国粮农组织和世界卫生组织（下称FAO/WHO）推荐的营养构成为蛋白质12%，脂肪30%，碳水化合物58%。相比之下，我国人民营养构成中蛋白质偏低，脂肪比例显著为少，碳水化合物过多。我国1982年人均摄入蛋白质67g/天，比FAO/WHO推荐标准低8%。其中88.8%为植物蛋白。美国人蛋白质的摄入量1909年为102g/天/人（52%为动物蛋白），1980年为104g/天/人（70%为动物蛋白）（E. R. Williams, 1984）。这与我国蛋白质来源有很大差异。我国脂肪构成中也有60%来自植物。由此可见，植物营养成分对我国人民营养有着十分重要的意义。

我国食物构成(%)	谷类71.3		薯类6.2	豆2.9	其它11.9	动物7.9
我国营养构成(%)	蛋白质10.8	脂肪18.4	碳水化合物70.8			
我国蛋白质构成(%)	谷类66.6		豆类10.7	其它12.8	动物11.4	
我国脂肪构成(%)	植物油59.6		动物脂肪40.3			
美国蛋白质构成(%)	植物蛋白30		动物蛋白70			
美国营养构成(%)	蛋白质12	脂肪42	碳水化合物46			
理想营养构成(%)	蛋白质12	脂肪30	碳水化合物58			

图 1—2 我国人民1982年食物和营养构成及其与美国人和理想营养构成的比较

从蛋白质总需要量看，1985年我国人口为10.4亿，据陈春明（1986）报道的推荐日保证蛋白质量（72.8g/天/人）计算，共需植物蛋白 2431.9×10^4 t（扣除12%动物蛋白），这年我国主要粮食（食用部分）蛋白质产量约为 2387.3×10^4 t（表1—1），低于标准1.8%。与美国人的蛋白质摄入量（1980年为104g/天/人）比，低35.6%，而且植物蛋白品质较差。

从氨基酸构成看，根据FAO/WHO推荐标准，每克蛋白质应含有组氨酸17mg，异亮

表 1-1 1985年我国主要粮食作物产量、营养成分含量和产量以及全国人口对营养的需求量

作物	总产量④ (10 ⁴ t)	净食部分② (10 ⁴ t)	蛋白质 (%)	蛋白质 产量 (10 ⁴ t)	与优质蛋白 比值②	折合优质蛋白 (10 ⁴ t)	必需氨基酸含量③(10 ⁴ t)									
							His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Trp	Val	
稻 谷	16856.9	11295.1 (糯米)	7.6	858.4	67%	575.1	13.7 (1.6)	38.6 (4.5)	71.2 (8.3)	37.8 (4.4)	33.5 (3.9)	109.0 (12.7)	31.8 (3.7)	12.9 (1.5)	48.9 (5.7)	
小 麦	8580.5	6513.4 (80粉)	12.57	818.7	53%	433.9	14.98 (1.83)	29.6 (3.61)	55.2 (6.74)	16.0 (1.95)	26.0 (3.18)	57.2 (6.99)	18.9 (2.31)	9.4 (1.15)	32.3 (3.94)	
薯 类	2603.6	1302.0 (50%食用)	4.6% (约计)	59.9	45% (约计)	27.0										
玉 米	6322.6	3829.7 (60%食用)	10.4	398.3	49%	195.2	11.2 (2.8)	14.7 (3.7)	54.2 (13.6)	10.4 (2.6)	11.6 (2.9)	37.8 (9.5)	14.3 (3.6)	2.8 (0.7)	21.1 (5.3)	
高 粱	560.9	280 (50%食用)	12.5	35.0	50%	17.5	0.4 (2.1)	0.7 (3.8)	2.1 (12.2)	0.4 (2.3)	0.4 (2.4)	1.7 (9.8)	0.6 (3.2)	—	0.8 (4.8)	
谷 子	597.7	418.4 (小米)	11.1	47.7	63%	30.1	0.7 (2.4)	1.1 (3.5)	2.6 (8.5)	0.7 (2.2)	0.9 (2.9)	2.1 (6.9)	0.9 (2.9)	0.4 (1.2)	1.3 (4.2)	
大 豆	1050.0	420 (40%食用)	40.3	169.3	74%	125.3	4.7 (2.75)	8.5 (5.0)	13.4 (7.9)	10.8 (6.35)	5.4 (3.2)	14.7 (8.7)	6.6 (3.9)	2.2 (1.3)	8.7 (5.15)	
合 计				2387.3		1404.1	45.7	93.2	198.7	76.1	77.8	222.5	73.1	27.7	113.9	
根据 FAO/WHO 推荐标准 (蛋白质72.8g/天/人)⑤ 植物 蛋白质及氨基酸的总需要量																
2000年, 12亿人							1746.3	47.7 (1.7)	117.9 (4.2)	196.4 (7.0)	143.1 (5.1)	98.2 (3.5)	204.8 (7.3)	122.2 (4.0)	30.9 (1.1)	140.3 (5.0)
相 差							-342.2	-2.9	-24.7	+2.3	-67.0	-20.4	+17.7	-49.1	-3.2	-26.4
相当于标准百分比							80.4%	94.0%	79.1%	101.0%	53.2%	79.2%	108.6%	59.8%	89.6%	81.2%
1985年, 10.4亿人							1513	41.3	102.1	170.2	124.0	85.1	177.5	97.3	26.8	121.6
相当于标准百分比							92.8%	115.5	91.3	116.7	61.4	91.4	125.4	75.1	103.4	93.7

注: ①除去种子及饲用部分, 加工为米或面, ②引自 FAO/WHO(1973), ③括号内数字为氨基酸含量, 谷类引自 R. Laszarity(1984), 豆类引自 S.K. Atora(1982), ④产量引自《中国农业年鉴》(1986), ⑤根据陈春明(1986), 资料计算, ⑥标准蛋白氨基酸含量引自 E.R. Williams(1984)。

氨酸42mg, 亮氨酸 70mg, 赖氨酸 51mg, 含硫氨基酸 (蛋氨酸 + 胱氨酸) 26mg, 芳香氨基酸73mg (苯丙氨酸 + 酪氨酸), 苏氨酸35mg, 色氨酸11mg, 缬氨酸48mg (E. R. Williams, 1984)。1985年我国有10.4亿人, 赖氨酸的总需要量为 $124 \times 10^4 \text{t}$, 粮食作物的实际生产量仅 $76.1 \times 10^4 \text{t}$ (表1—1), 只能满足需要量的 61.4%, 成为亏缺量最大的一种氨基酸。根据相应计算, 苏氨酸为需求量的75.1%, 异亮氨酸为91.3%, 含硫氨基酸为91.4%, 缬氨酸为93.7%。与此相反, 芳香氨基酸 (+25.4%)、亮氨酸 (+16.7%)、组氨酸 (+15.5%) 和色氨酸 (+3%) 都达到或超过了需要量。

2000年, 我国人口预计可能突破12亿, 这时对植物蛋白质的总需要量, 根据陈春明(1986)报道的FAO/WHO推荐的最低保证标准 (72.8g/天/人) 为 $2825 \times 10^4 \text{t}$ (扣除 11.4% 动物蛋白), 如果人均蛋白质要达到美国1980年的水平, 则需植物蛋白 $4036 \times 10^4 \text{t}$ 。而我国植物蛋白质的生产能力, 1982年仅为 $2166.7 \times 10^4 \text{t}$, 1985年为 $2387.3 \times 10^4 \text{t}$ 。可见, 到2000年, 要达到FAO/WHO推荐的最低保证量, 必须在1985年基础上, 增产蛋白质 $438 \times 10^4 \text{t}$ (18.3%), 如果要赶上美国1980年的人均蛋白质摄入水平 (这种水平已保持了80年的历史), 则需要比1985年增加 $1649 \times 10^4 \text{t}$ (59.1%)。这是一项艰巨的任务。

2. 油脂供需差距 陈春明(1986)报道, 我国人均日摄入脂肪49g, 折合能量 441kcal, 占总摄入能量的 2485kcal 的 17.7%。美国人摄入的油脂占总能量的 42%。E. R. Williams (1984) 报道, 理想的能量结构油脂应占30%, 其中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸各占 1/3。我国油脂构成中植物油占 59.6%, 动物油 (多为饱和脂肪酸) 占40.3% (图1—3), 不饱和脂肪酸偏少。如果按FAO/WHO推荐的上述油脂摄入比例, 在每人每天摄入总能量2485kcal的情况下 (我国1982年人均日摄入量), 脂肪摄入量应为 82.8g, 实际供给比标准低33.8g/天/人, 只占理想比例的 59.2%。也就是说, 我国油脂供给量大大低于维持健康所要求的水平。

我国脂肪构成(%)	植物脂肪 59.6		动物脂肪 40.3	
理想脂肪构成(%)	饱和脂肪酸 33.3	单不饱和脂肪酸 33.3	多不饱和脂肪酸 33.3	
我国营养能量构成(%)	蛋白质 10.8	脂肪 17.7	碳水化合物 71.5	
理想营养能量构成(%)	蛋白质 12	脂肪 30	碳水化合物 58	

图1—3 我国油脂和营养能量的构成与理想标准的比较

D. S. Robinson (1987)报道, FAO/WHO/UNU^① 1985年推荐的能量人均日摄量为 2505.8kcal。最理想能量构成油脂应占30%, 即751.74kcal, 折合油脂83.5g。1974年发达国家人均日摄入油脂量为126.1g。按这两个标准 (水平) 计算, 1985年我国10.4亿人应分别提供植物油 (按总油脂66%计) $2091.3 \times 10^4 \text{t}$ 和 $3161.6 \times 10^4 \text{t}$ (表1—2、图1—3)。1990年我国大约11.2亿人, 应分别生产植物油 $2251.2 \times 10^4 \text{t}$ 和 $3404.8 \times 10^4 \text{t}$ 。2000年我国人口约 12.5亿, 应分别生产 $2512.5 \times 10^4 \text{t}$ 和 $3800 \times 10^4 \text{t}$, 才能达到FAO/WHO (1985)推荐的标准和发达国家1974年人均食油水平。从我国植物油的实际生产量看, 1985年可见油脂 (即榨取出来后供

注: ①UNU为联合国大学。

表 1—2 1985年我国主要作物产油量及油脂需求量预测

油型及作物	产量($\times 10^4$ t)	含油(%)	产油量($\times 10^4$ t)	需求量预测(植物油以占总油脂66%计算)	差 距
可见油脂	大豆	600	17	102	一、1985年我国10.4亿人 1.按FAO/WHO/UNU(1985)推荐的保证摄入量 ^② 计算 $83.5\text{g}/\text{人}\cdot\text{天} \times 0.66 = 55.7\text{g}/\text{人}\cdot\text{天} = 20.1\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年}$ $10.4\text{亿人植物油总需求量} = 2091.3 \times 10^4\text{t}$ 2.按发达国家1974年人均脂肪摄入量(126.1g/人·天)计算 $126.1\text{g}/\text{人}\cdot\text{天} \times 0.66 = 83.2\text{g}/\text{人}\cdot\text{天} = 30.4\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年}$ $10.4\text{亿人植物油总需求量} = 30.4 \times 10.4 = 3161.6 \times 10^4\text{t}$
	花生	666.4(仁466.5)	48	223.9	
	油菜籽	560.7	44	246.7	
	芝麻	69.1	46	31.8	
	胡麻	53.5	40	21.0	
	向日葵	173.2(带壳)	35	60.1	
	棉籽	818(约计)	22.4	183.2	
不可见油脂	其它			200	二、1990年11.2亿人 1.按FAO/WHO/UNU(1985)推荐的保证日摄入量计算 $11.2\text{亿人} \times 20.1\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} = 2251.2 \times 10^4\text{t}$ 2.按发达国家1974年人均脂肪摄入量计算 $30.4\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} \times 11.2\text{亿人} = 3404.8 \times 10^4\text{t}$ 三、2000年12.5亿人 1.按FAO/WHO/UNU(1985)推荐的保证摄入量计算 $20.1\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} \times 12.5\text{亿人} = 2512.5 \times 10^4\text{t}$ 2.按发达国家1974年人均脂肪摄入量计算 $30.4\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} \times 12.5\text{亿人} = 3800 \times 10^4\text{t}$
	总计			1069.2	
	玉米	3829.7	4.1	109.9	
	小麦	6513.4	2.7	123.1	
	水稻	11295.1	2.3	181.9	
	高粱	280	3.5	6.9	
	谷子	418.4	5.5	16.1	
不可见油脂	其它			100	三、2000年12.5亿人 1.按FAO/WHO/UNU(1985)推荐的保证摄入量计算 $20.1\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} \times 12.5\text{亿人} = 2512.5 \times 10^4\text{t}$ 2.按发达国家1974年人均脂肪摄入量计算 $30.4\text{kg}/\text{人}\cdot\text{年} \times 12.5\text{亿人} = 3800 \times 10^4\text{t}$
	总计			537.9	
合计				1607.1	

注：①利用率均按70%计算；②引自D.S.Robinson(1987)，油脂摄入量按总能量30%计算。

食用的植物油脂)产量约 $1069 \times 10^4\text{t}$ ，不可见油脂(即非榨取油脂，如面粉、玉米粉、大米、小米中所含油脂)产量约 $537.9 \times 10^4\text{t}$ ，两者合计 $1607.1 \times 10^4\text{t}$ 。同上述两标准比，1985年我国植物油分别短缺 $484.2 \times 10^4\text{t}$ (30.1%) 和 $1895.5 \times 10^4\text{t}$ (117.9%)，1990年分别短缺 $644.1 \times 10^4\text{t}$ (40.1%) 和 $2138.7 \times 10^4\text{t}$ (133.1%)，2000年分别短缺 $905.4 \times 10^4\text{t}$ (56.3%) 和 $2533.9 \times 10^4\text{t}$ (157.3%)。这意味着，到本世纪末，我国植物油的消费量要想达到FAO/WHO/UNU推荐的保证标准，必须增产60%以上，要想赶上发达国家1974年的水平，必须增产1.6倍以上。

3.品质育种是增加作物营养成分含量的重要途径 从上述情况可知，我国蛋白质、油脂营养水平低于FAO/WHO推荐的最低保证量和世界人均摄入量，更远远低于发达国家的水平。这就要求我们必须大力发展蛋白质、脂肪等营养成分的生产。这方面有三条途径：

第一，选育高产而营养成分含量一般的品种。鉴于我国土地面积有限，扩大栽培面积的可能性很少，因而提高单产便成为唯一可行途径。解放以来我国水稻、小麦、玉米、棉花、花生、油菜、大豆等都已育成大量高产品种，对于增加营养成分含量，提高人民生活水平，起了很大作用。这方面各作物还有很大潜力，应该继续开展下去。

第二，开展品质育种，提高有用成分含量。长期以来，不少育种单位注重产量性状的改良，对品质成分重视不够。事实证明，品质育种是增加作物有效成分如蛋白质、脂肪、糖分、淀粉、氨基酸、维生素等产量的重要途径。例如，当前我国小麦品种蛋白质含量一般在12%左右，亩产400 kg上下，每亩生产蛋白质48 kg。要想把蛋白质产量提高到60 kg/亩，有两种途径：一是品种蛋白质含量不变，靠提高产量潜力，这样必须培育出亩产500 kg品

种；二是品种产量潜力不变，使新品种蛋白质含量由12%提高到15%。就目前育种可行性看，后者要比前者易行。即育成蛋白质含量12%上下，亩产500kg品种难度较大，而培育蛋白质含量15%左右、亩产400kg品种较为容易。日本松木重雄（1983）指出，在提高大豆蛋白质总产量方面，改进其蛋白质含量（由39%提高到42%）比提高其产量潜力的途径较为易行可取。油分的改良也有这种倾向。

玉米赖氨酸产量的改良更能说明问题。石德权（1987）报道，中国农科院进行高赖氨酸玉米育种结果，育成了中单201、中单205和中单206三个高赖氨酸单交种，子粒产量与普通玉米中单2号比不相上下，赖氨酸产量比对照提高90.8%到107.1%（表1—3）。如果选育赖氨酸含量相同，子粒产量加倍的品种就很难了。

表 1—3 普通玉米和高赖氨酸玉米子粒产量和赖氨酸产量的比较

（石德权，1987）

品 种	全子粒赖氨酸(%)	子粒产量(kg/亩)	赖氨酸产量(kg/亩)	比对照增加(%)
中单201	0.51	500.1	2.550	103.7
中单205	0.47	508.2	2.388	90.8
中单206	0.47	551.5	2.592	107.1
中单2号	0.22	518.9	1.251	0

（二）优质品种有利于增进人体健康

众所周知，蛋白质和各种必需氨基酸、脂肪、碳水化合物、纤维素、维生素以及各种矿物质，是人类营养和维持生命活动不可缺少的物质。这些物质中的某些成分欠缺或过剩，往往引起人体代谢异常甚至患病。下面介绍几种由于营养异常引起的人体病害。

1. 蛋白质、氨基酸缺乏症 R. C. Bohinski（1985）报道，由于遗传或营养原因造成体内蛋白质、必需氨基酸缺乏，至少引起30多种疾病。最常见的是所谓蛋白质营养缺乏症（kwashiorkor）。这种病常见于非洲，由于蛋白质不能满足需要，致使组织本身的蛋白质分解而造成的。轻者发育不健全，体内各器官机能失常，重者死亡。尤其在孕妇、哺乳期妇女中较多发生。表1—4是常见的一些蛋白质和酶的缺乏症。

这些疾病的原因有的尚不清楚，但都是由于长期不能摄取含有充分必需氨基酸的蛋白质—高营养蛋白质，因而导致营养失调的结果。氨基酸可以合成数千种蛋白质，在人体代谢中执行多种功能。消化道中的蛋白质分解酶——胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、胃蛋白酶、羧肽酶及氨基肽酶，其作用在于消化食物中的蛋白质，使蛋白质中的氨基酸变为人体可利用的游离氨基酸。这些氨基酸通过小肠壁吸收，由血流运往人体各部位。如缺乏上述各种酶，势必影响蛋白质的消化，最后导致各种氨基酸亏缺。这是人体患病的重要原因。通过作物品质育种，可以育成高蛋白而氨基酸较为平衡的作物品种，为人类提供足够的营养，便能在一定程度上加以防治。