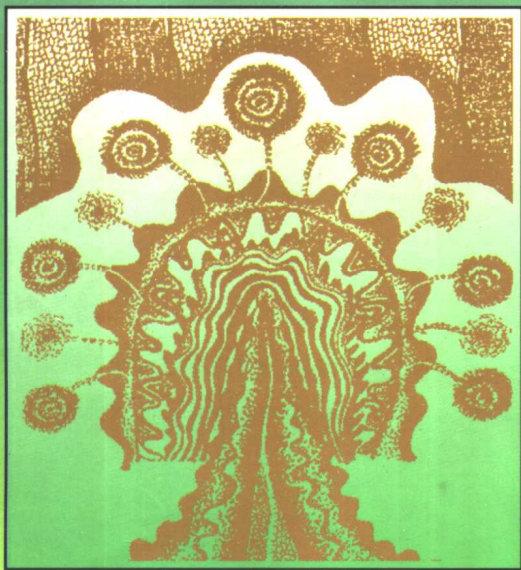


作物营养与品质

王正银 胡尚钦 孙彭寿 编著



中国农业科技出版社

作物营养与品质

王正银 胡尚钦 孙彭寿 编著

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目 (CIP) 数据

作物营养与品质/王正银等编著. - 北京: 中国农业科技出版社, 1999.6

ISBN 7-80119-799-2

I. 作… II. 王… III. ①作物-营养(生物)-关系-作物-品质 ②土壤肥力-关系-作物-品质 IV. S331

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 20629 号

责任编辑

技术设计

出版发行

经 销

印 刷

开 本

印 数

版 次

定 价

李祥洲

中国农业科技出版社

(北京市白石桥路 30 号 邮编: 100081)

新华书店北京发行所

北京市昌平前进印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张: 8.25

1~1 000 册 字数: 251 千字

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

18.00 元

前 言

作物营养特性和作物品质性状主要受控于遗传因子，但同时也受外界环境条件的制约。在环境因子中，以养分物质的影响最为直接和重要，且易受人类所左右。外界营养物质通过对作物营养代谢规律的影响，进而影响作物产量水平和品质性状，这不仅符合植物营养基本原理，而且也是大量生产实践的客观反映。在作物高产特别是超高产获得突破之后，追求优质高产已成为现代农业的目标，这是提高人类健康水平的迫切需要，也是持续农业发展之必然。

《作物营养与品质》一书系作者在搜集国内外大量研究资料基础上，结合自己近 10 年来承担多项省（部）、市级课题的部分研究成果编著而成。本书以叙述作物营养特性与品质的关系为基础，系统分析土壤营养条件对名特优作物品质的影响，重点阐述营养物质对作物品质的作用机理，明确提出施肥调控作物品质的 8 种主要作用，侧重论述代表性优质作物水稻、小麦、油菜、柑橘、烤烟、蔬菜、棉花的品质特征及其与营养条件的关系，旨在为发展我国优质和无公害作物产品尤其是植物性绿色食品的科学研究和“两高一优”农业生产提供一本具有价值的参考书。本书适用于植物营养、植物生理、农学、园艺、土壤、环境等方面的科技工作者。

本书参考了国内外不少研究者的资料，由于篇幅原因未能一一列出，在此谨致衷心的感谢！对书中不足之处，恳请同行专家赐教。

王正银

1999年2月于重庆北碚

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 作物品质与人类生存质量	(1)
一、作物品质研究概况	(1)
二、作物品质对人类健康的直接作用	(5)
三、改善作物品质, 提高人类生存质量	(6)
第二节 营养物质调控作物品质的可能性	(7)
一、客观性	(7)
二、相对性	(8)
三、特殊性	(8)
四、综合性	(9)
五、多重性	(10)
第三节 作物营养与品质研究的意义	(10)
一、促进资源高效利用和生态环境保护	(10)
二、促进植物营养学科的发展	(11)
三、促进绿色食物链的构建	(12)
第四节 作物营养与品质研究的方向	(13)
一、名特优作物品质的营养调控机理研究	(13)
二、绿色食品水果、蔬菜作物的营养特性及综合调控 技术研究	(14)
三、超高产作物营养与品质的研究	(14)

四、特定环境栽培作物的营养与品质研究	(15)
第二章 作物营养特性与品质	(16)
第一节 作物营养差异性与品质	(16)
一、作物种类间营养特性与品质	(16)
二、作物品种间营养特性与品质	(22)
第二节 作物阶段营养与品质	(38)
一、作物前期营养与品质	(38)
二、作物中、后期营养与品质	(41)
三、作物营养品质临界期	(61)
第三节 作物营养高效基因型与品质	(63)
一、作物营养高效基因型研究	(63)
二、耐低营养环境作物的品质	(64)
第三章 土壤营养条件与作物品质	(66)
第一节 作物的土壤营养条件	(67)
一、作物对土壤营养条件的基本要求	(67)
二、粮食作物的土壤营养条件	(70)
三、菜园土壤的肥力特征	(72)
四、果树的土壤营养条件	(75)
五、烟草的土壤营养条件	(78)
第二节 土壤营养条件与名特优作物品质	(81)
一、土壤物理特性	(81)
二、土壤营养元素	(93)
三、土壤 pH	(97)
四、土壤水肥互作效应	(102)
五、土壤综合营养因素	(103)
第三节 土壤营养逆境与作物品质	(110)
一、土壤重金属污染	(110)
二、土壤酸化	(125)

三、土壤-大气复合营养逆境	(127)
四、优化土壤环境, 促进作物优质高产	(130)
第四章 作物营养物质的品质效应	(133)
第一节 营养物质对作物品质的作用	(133)
一、一般情况	(133)
二、基本作用	(134)
第二节 矿质元素对作物品质的作用	(137)
一、大量必需营养元素	(137)
二、微量必需营养元素	(149)
三、有益元素	(152)
第三节 有机物质的作用	(155)
一、氨基酸	(155)
二、有机酸	(157)
三、生长调节剂	(159)
四、其它有机物质	(162)
第四节 稀土和磁性物质的作用	(166)
一、稀土对作物的营养效应	(166)
二、稀土对作物品质的效应	(167)
三、稀土残留与动物营养问题	(170)
四、磁性物质对作物品质的作用	(170)
第五章 施肥对作物品质的调控	(172)
第一节 施肥调控作物品质的理论依据	(172)
一、植物必需营养元素的功能效应	(172)
二、作物品质存在变异性	(173)
三、作物对某些矿质养分的奢侈吸收	(173)
第二节 肥料运筹与作物品质	(175)
一、施肥量	(175)
二、一次施肥(基肥)	(180)

三、基肥与追肥相结合	(181)
四、根外施肥	(185)
第三节 施肥对作物品质的主要调控作用	(195)
一、单一肥料的专一调控	(195)
二、自然肥料的复合调控	(198)
三、肥料之间的配合调控	(199)
四、肥料与土壤间的补偿调控	(202)
五、肥料与植物间的平衡调控	(206)
六、肥料施用技术的组合调控	(207)
七、肥料与栽培措施的综合调控	(209)
八、肥料与环境条件的协同调控	(209)
第四节 施肥调控作物品质研究展望	(210)
一、坚持施肥对作物主要品质的调控	(210)
二、加速发展专用复合肥, 促进作物品质的普遍提高	(210)
三、建立调控作物多项品质指标的优化施肥模式	(211)
四、深入开展施肥对作物矿质品质影响的研究	(211)
五、加强施肥与综合农艺措施组合对作物品质影响的 研究	(212)
第六章 优质作物的营养与品质	(213)
第一节 优质稻	(214)
一、优质稻米的品质成分	(214)
二、特种稻米的品质成分	(216)
三、营养条件与优质稻米品质的关系	(216)
第二节 优质小麦	(221)
一、优质小麦的品质成分	(221)
二、营养条件对优质小麦品质的影响	(222)
第三节 优质油菜	(224)

一、优质油菜的品质成分	(224)
二、优质油菜的营养代谢特点	(224)
三、施肥对优质油菜品质的影响	(226)
第四节 优质柑橘	(227)
一、优质柑桔的品质成分	(227)
二、施肥对优质柑桔品质的影响	(230)
第五节 优质烤烟	(232)
一、优质烟叶的品质成分及指标	(232)
二、营养条件对优质烤烟品质的影响	(234)
第六节 优质蔬菜	(237)
一、蔬菜的品质成分	(237)
二、施肥对优质蔬菜硝酸盐的控制	(238)
第七节 优质棉花	(243)
一、棉纤维化学成分和品质指标	(243)
二、营养条件对棉纤维品质的影响	(245)
主要参考文献	(247)

第一章 概 论

第一节 作物品质与人类生存质量

一、作物品质研究概况

作物品质是指人类所需的农作物目标产品的质量。能够最大限度地满足人类对各种产品质量要求的作物产品称为优质农产品。作物品质与农产品品质是有明显区别的两个概念，前者指作物收获物质量，后者则涉及大范围的农业产品质量，即包括植物性产品和动物性产品的品质。从作物学、作物营养学角度出发，栽培作物的质量以称作物品质更确切。作物品质直接影响作物产品本身的价值、加工利用、人体健康和家畜生长，以至工业生产。因此，栽培作物的基本目的不仅仅在于获得较高的产量，而且常常需要获得优良的品质。

作物品质与人类的关系极为密切，因而很早就受到关注。在我国，早在二千多年前的《管子·地员篇》中就记载有土壤环境与名特优农产品的关系，并将为数不多的优质农产品作为“贡品”，供帝王将相享用。虽然如此，由于科学技术水平不高，人们不能深刻揭示自然界许多物质的客观规律，也较少进行作物品质或优质农产品的研究。到了现代，随着科学技术知识的不断普及，特别是植物遗传学、植物生理学、生物化学、植物营养学、土壤学、环境科学、地球化学、农业化学等学科的建立以及各学

科之间的频繁交叉、渗透、综合，人类由栽培植物获取收获物的数量逐渐向质量和数量并重转变，并对作物品质特性及其与遗传特性、环境条件、栽培措施等主要因子间的关系进行了长期的、大量的和卓有成效的研究。就我国而言，在对作物品质的研究上，具有相当明显的特点。

首先，在对作物品质的认识上，林克惠（1981）认为，评价作物产品的品质，至少必须包括3个方面，即生物学价值（营养价值）、作物产品的色香味等以及有毒的化学物质、病菌、生理抑制剂数量。林克惠（1996）将作物产品品质分为两大类，即商品品质和食用品质，前者指作为商品的作物产品在市场上的价值，后者则为食品的营养价值。沈中泉（1989）将作物品质归纳为两方面：一是遗传品质，即由作物种质基因所决定的品质，栽培措施不能改变，育种是提高作物品质的重要途径；二是农艺品质，即栽培措施和环境条件相互作用的产物，以气候和施肥最重要。翟凤林（1991）在对作物品质性状进行系统研究后，提出可根据农产品理化性质、结构学特征、产品用途、工艺流程、贮藏保鲜特点5个大方面将作物品质分为18种类型，即物理品质、化学品质、外观品质、内含品质、食用品质（包括营养、烹调、蒸煮和卫生品质）、饮食加工品质（包括食品加工、酿造加工品质）、饮用品质、工业用品质、商品品质（销售、市场品质）、医用品质、一次加工和二次加工品质、保鲜品质和贮藏品质。这是迄今我国最为系统的分类研究，对作物品质研究具有重要的意义。

其次，在作物品质改良方面，特别是在作物品质育种方面进行了全面的研究和系统的理论总结，这主要反映在《作物品质育种》一书中。该书分别论述了植物蛋白质、油脂、碳水化合物品质改良的生理与遗传，作物品质性状的聚合（品质性状间正、负相关）和17种农作物的品质育种的理论基础和方法以及国内外

育种取得的成就。

第三，在研究作物生长环境与品质的关系方面，既重视土壤、气候等环境条件对作物品质形成的重要作用，也研究施肥等农业措施对作物品质的定向调控，其中作物中、后期施肥对营养代谢和品质形成的影响已成为近年来研究的热点。这也可能与目前我国化学肥料（特别是化学氮肥）施用量较大，生态环境问题日趋突出，迫切需要从作物营养与品质的内在联系寻求作物优质高产高效益的科学施肥技术有关。

第四，名特优作物产品品质研究。我国幅员辽阔，自然条件优越，遍布各地的名特优作物种类繁多，除粮食作物外，有各种瓜果、经济作物、药用植物等在国内外市场上声誉卓著。从全国范围看，迄今已研究涉及的有宁夏枸杞、甘肃当归、吉林人参、湖南香稻、温州蜜橘、吐鲁番葡萄、山东莱阳茌梨、兰州白兰瓜、陕西渭北苹果、重庆涪陵茎瘤芥菜（榨菜）、广西香蕉、云南烤烟、湖北恩施富硒茶、福建铁观音茶（乌龙茶之极品）等。上海农学院赵则胜教授等系统研究了中国特种稻（香稻、色稻、专用稻）的品质。这些名特优农作物具有明显的地域性，对其大力研究和开发，对提高我国人民的健康水平和发展社会主义市场经济将产生极大的推动作用。

第五，绿色食品作物产品的研究。绿色食品是近年来在我国兴起的一种集农业、环保、卫生、食品于一体的新兴食品。从作物栽培方面，目前主要开展了蔬菜、果树绿色食品基地环境条件和生态技术的研究，以原北京农业大学对北京市主要苹果生产基地和中央机关蔬菜生产基地、西南农业大学对重庆市蔬菜生产基地的研究最为系统，研究主要涉及果蔬基地环境条件（水、大气等）、土壤环境质量评价（重金属、盐分、土壤养分等）、果蔬生产综合技术（作物系统、水、肥、药等）组配。研究成果不仅对我国农产品及其加工食品的创汇贸易和保障人民的健康具有现实

意义，而且对资源的合理配置与综合利用和生态环境保护具有深远的影响。

第六，作物重金属污染研究。近年来，我国对作物重金属污染的研究，已由点源重金属污染（例如矿山开采区）扩大到非点源污染，从对作物生长的影响扩大到对作物品质的作用，这些研究包括城市垃圾的农用、城市郊区蔬菜地土壤重金属与作物污染状况、酸雨对蔬菜重金属以及环境中汞对蔬菜的污染、粮食作物中重金属含量和背景值的研究、重金属复合污染对作物品质的影响等方面。作物产品中的重金属属农产品卫生品质，业已清楚，采用施石灰、有机肥等农业措施可有效地降低土壤中重金属活性，从而抑制作物（特别是蔬菜）吸收量，有利于改善作物品质。

国外对作物品质的研究，主要反映在作物品质改良方面，研究工作较早且成效明显。例如，历经 130 余年（1818 ~ 1950）的甜菜含糖量鉴定与选择，含糖量由 6% 提高到 24%；经过 88 年（1896 ~ 1984）的玉米含油量与含蛋白质量的选择，使其含油量从 4.7% 提高到 20.4%，蛋白质含量从 10.92% 提高到 26.6%；白芥含油量经 12 年选优，由 7.46% 提高到 37.44%。对高蛋白质、高赖氨酸谷类作物的筛选，已获得不少品系，例如，含蛋白质 16% 以上、赖氨酸 3% 以上的玉米、高粱，含蛋白质 17%、赖氨酸 4.1% 的大麦等。

在外界环境条件和农业技术措施对作物品质的影响方面，70 年代以来国外比较重视施肥、化学调控、气候因素、土壤条件和病虫害等方面的作用。在施肥方面，大量的报道集中于氮肥对禾谷类作物蛋白质组分和氨基酸组成的影响以及对蔬菜等作物硝酸盐含量的影响方面；在气候对作物品质的影响方面，则主要从温度、降水、光照方面开展研究；关于土壤条件对作物品质的影响，不少国家较突出的研究结果是土壤有机质和磷、钾等养分的

作用。前苏联莫斯科大学农化教研室自 60 年代开始在本校农业生物试验站进行了长达 15 年的土壤特性与作物品质的研究，以 3 种不同肥力的土壤（高、中、低肥力）供试，研究不同土壤条件和施肥对 36 种农作物（包括粮食、饲料、蔬菜等）产量、品质的影响，涉及的作物品质指标有蛋白质及其组分、氨基酸及其组分、碳水化合物、维生素、矿质元素、作物（蔬菜和青饲料）贮藏性能等。

国外在作物品质研究方面既重视作物遗传特性的决定性作用，也重视外界条件对品质的制约，并以研究作物的营养品质为主，其目的在于改善人类食物的营养质量。

二、作物品质对人类健康的直接作用

人类生存需要的营养物质主要有两大类，即有机物和矿物质。这些物质由植物、动物和天然物质提供。据统计，全世界依赖于植物性食品的国家或民族占绝大多数，即使是以动物性食品为主的少数国家，人体所需的必需营养成分的一半也来自植物。植物性食品的主要来源是农作物，显然作物品质不仅关系到人类食品的质量，而且直接与人体健康息息相关。作物产品中可提供人体的必需营养物质和有益物质可分为以下几类：一是必需营养物质，包括淀粉和糖类；氨基酸类；必需脂肪酸类；维生素类和矿物质等。二是有益物质，包括芳香物质（有味道和香味的物质）和特殊的活性物质（抗生素类物质）。

对人体营养而言，作物营养品质和卫生品质比外观品质更为复杂和重要。作物营养品质中，蛋白质和各种必需氨基酸、脂肪、碳水化合物、维生素及各种矿物质，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比例不当，往往引起人体代谢异常甚至患病。例如，长期取食蛋白质低且必需氨基酸少的作物产品，会导致蛋白质营养缺乏症。这种病在发

展中国家较普遍，由于蛋白质不能满足需要，致使人体组织本身的蛋白质分解而造成；轻者发育不健全，人体各种器官机能失常，重者死亡。蛋白质营养缺乏对幼儿的生长发育影响最大。作物产品中缺少维生素 A、维生素 B、维生素 C，其营养价值大大降低，食用这类食物易使人体细胞代谢紊乱。植物性食品中 Ca、Zn、Fe、Se 等营养成分不足时，也会对人体健康造成直接影响。人体吸收 Ca 过少，可诱发高血压病，食品中缺 Se 引起克山病，缺 Zn 严重影响少儿智力发育，Fe 不足易诱发贫血症。相反，作物生长在重金属污染的环境中，产品中就会累积较高含量的相应元素，例如汞、镉、铅等污染元素，如果人类长期食用这些植物性食品，必然损害健康。近年来，由于栽培蔬菜施用化学氮肥偏多，人们普遍注重蔬菜可食部分硝酸盐的累积问题即蔬菜的卫生品质。食用高硝酸盐蔬菜，易患高铁血红蛋白变性症，会感到缺氧，甚至危及生命；另一方面，硝酸盐在动物体内易还原为亚硝酸盐，进而与仲胺结合成亚硝酸，成为一种强致癌物质，是人体胃肠消化道癌变的致因之一。

三、改善作物品质，提高人类生存质量

人类一旦充分认识到作物品质对人体健康的重要性，必然着眼于在提高作物产品的同时改善和提高作物品质。采用遗传育种方法获得品质优良的作物，是一种行之有效的和最根本的途径。在外界环境变化的条件下，特别是在现代农业中，化学肥料大量施用条件下，如何科学合理组配和运筹肥料，调控植物营养代谢水平，从而调控作物产品达到优质，这不仅具有极大的现实意义，而且实践上也是完全可能的。可以认为，在栽培具有优良品质作物的前提下，按照作物营养规律和代谢特点，采用相应的高产栽培措施，特别是研制新型高效肥料，科学调控肥料供应强度和配比，可以实现优质、高效农业的持续发展，提高人类健康水平。

第二节 营养物质调控作物品质的可能性

任何生物体的构建，营养物质是重要的基础条件，植物、动物概莫例外。就植物而言，营养物质包括有机营养物质（如氨基酸、腐殖酸、核酸）和无机营养物质（必需营养元素和有益元素）。在我国，植物的有机营养物质主要来自各类有机肥，而无机物质以化学肥料为主要给源。研究表明，作物营养物质供应状况与植物生长发育、产量品质的形成关系密切，它们对作物品质的影响存在着以下几种情况。

一、客观性

营养物质对作物品质的影响是客观存在的，并且表现在很多方面。例如，适量施用化学氮肥可以提高多种作物籽粒产量和粗蛋白含量，使作物营养品质得到改善，产生这种现象的原因是施用的营养物质（氮）直接参与了作物品质的形成。但是，过量施用氮肥却使叶类蔬菜中硝酸盐累积，降低其卫生品质，对人体健康构成潜在威胁。不难理解，旱地条件下过量施氮，蔬菜吸收大量的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ，由于其他元素（例如 P、K、Mo 等）相对不足，缺乏更多的能量来源，硝酸还原酶活性低， $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 不能及时还原成 NH_3 并与有机酸形成氨基酸进而再合成蛋白质，必然累积在叶片中，特别是在贮藏器官中，成为人和动物营养的潜在有害成分。营养物质明显影响作物收获物外观品质，当钙素成分不足时，苹果、番茄果实变小，易出现苦陷病（苹果）和黑心病（番茄），这与钙的生理作用密切相关。缺钙常使植物细胞组织学变化不正常，例如，苦陷病苹果中，维管束末端的皮下细胞壁增大，细胞壁撕裂，细胞破裂，细胞内含物凝结而变成不溶状态。因此，增施适量钙肥，可大大提高果类作物收获物的外观品质和