

养分资源综合管理理论与实践丛书

养分管理与农作物品质

YANGFENGUANLIYUNONGZUOWUPINZHI

张宏彦 刘全清 张福锁 编著



中国农业大学出版社

养分资源综合管理理论与实践丛书

养分管理与农作物品质

张宏彦 刘全清 张福锁 编著

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

养分管理与农作物品质/张宏彦,刘全清,张福锁编著. —北京:中国农业大学出版社, 2009.3

(养分资源综合管理理论与实践丛书)

ISBN 978-7-81117-683-4

I. 养… II. ①张… ②刘… ③张… III. 土壤有效养分-综合管理-关系-作物-品质-研究
IV. S158.3 S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021439 号

书 名 养分管理与农作物品质

作 者 张宏彦 刘全清 张福锁 编著

策划编辑 孙 勇

责任编辑 潘晓丽

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 34.5 印张 855 千字

定 价 58.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

养分资源综合管理理论与实践丛书

总 序

古人云,知识就在笔尖上。本套丛书就是想把我们十多年来从事养分管理研究所积累的知识,尤其是从 1996 年开始承担第一个农业部引进国际先进农业科学技术项目(简称 948 项目)以来,从应用根际理论与调控技术探讨我国主要作物优化推荐施肥新技术的研究发展到今天全新概念的养分资源综合管理这一过程中积累的有关知识总结出来。这不仅仅是一个个项目累积的量变过程,更重要的是思路上的更新和思想上的飞跃。这套丛书的形成至少有以下 4 个特别值得提及的动因:

(1)中国社会经济的迅猛发展给人们带来前所未有的福祉,然而农业生产中养分的大量活化与施用在大幅度提高了作物产量水平的同时,也对生态环境和人类生活产生了空前的负面影响。优化养分循环,提高养分资源利用效率,已成为关乎农业乃至社会发展和人民生活,尤其是生态环境可持续发展的重大问题。我们幸运地在国家需要的时候担负起了解决这一重大问题的使命,让国外同行无比羡慕,也为我国植物营养学走向国民经济主战场,与国家社会经济发展同呼吸、共命运创造了难得的机遇。从这套丛书中读者可以体会到这种机遇与挑战、责任与压力并存的时代特征。

(2)中国经济迅猛增长的巨大成就使得中国政府乃至全社会都渴望更加快速地发展,综合技术创新成了社会发展的迫切需要,养分资源综合管理的理念与技术应运而生。在农业部 948 项目的资助下,我们在全中国组织了一个包括科研、教学、技术推广、行政管理、产业协会以及大型企业等多方力量参加的协作网,形成了一个由国内外 80 多个单位的 300 多位专家组成的队伍,并且尝试着把美、英、德等发达国家以及国际水稻所、国际肥料工业协会等组织的思路和技术与我国的农业科研与技术推广相结合,从不同角度对全国最具代表性的 12 个作物生产体系以及区域养分资源综合管理理论与技术开展了系统深入的研究和大量卓有成效的示范推广。这套丛书正是这一大协作的成果结晶。

(3)自第二次全国土壤普查以来,国内一直没有一个能够组织全国土壤植物营养界联合攻关的大项目,而 2003 年启动的 948 重大国际合作项目“养分资源综合管理技术引进与中国技术体系的建立和应用”(2003-Z53)是在这一机遇期受到特殊的信任和支持而获得立项的,因此大家都很珍惜这个十分难得的机会,整个课题组沉浸在一种“生逢其时,惜时如金”的感觉氛围中。大家都有一种共同的愿望:为中国社会经济的快速发展和生态环境保护做出应有的贡献,为改变我国养分管理的落后面貌,大幅度提高养分资源利用效率,推动我国农业可持续发展做出历史性贡献。理想和目标激励着大家加倍工作和努力创新。在研究过程中,大家不仅十分注重养分资源综合管理理论成果的创新,而且还特别强调对养分资源综合管理技术体系的创新、集成和凝练,强调对技术推广模式的探索以及推广应用效果及其对社会发展的推动作用,强调对示范基地建设、示范效果、培训讲座与学术活动、人才培养、社会影响以及项目管理等经验教训的总结。因此,在取得了大量创新成果的同时,也在科学研究、试验和示范以及组织管理等方面积累了宝贵的经验,希望通过这套丛书也能与大家分享这些经验和教训。

(4)随着我国社会经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,养分资源综合管理必将成为协调作物高产、资源高效和生态环境保护目标的理论指导和技术手段。在农田层面上,如何通过调控作物根层养分供应强度,实现作物在整个生育期对养分的吸收与土壤有效养分供应在数量上相匹配、在空间上相一致、在时间上相同步的目标是养分资源综合管理的核心;在区域和国家层面上,如何站在食物链的高度,量化和调控“资源—化肥—农田—畜牧—家庭—环境”体系养分流动,实现生产和生态双赢也是养分资源综合管理的重要内容。希望通过这两方面的工作,也希望通过植物营养及其相关学科同仁们的长期努力,在实现植物营养学理论升华的同时,实现养分管理技术的重大创新。我们深信,本套丛书所体现的这些思想必将为未来我国农业和社会的可持续发展起到重要的指导作用。

这套丛书包括《养分资源综合管理》、《测土配方施肥技术要览》、《作物施肥图解》、《养分资源综合管理理论与技术概论》、《中国旱作水稻养分资源综合管理理论与实践》、《新疆棉花养分资源综合管理理论与实践》、《水稻养分资源综合管理理论与实践》、《烤烟养分资源综合管理理论与实践》、《北方果树养分资源综合管理理论与实践》、《热带亚热带果树养分资源综合管理理论与实践》、《小麦—玉米轮作体系养分资源综合管理理论与实践》、《蔬菜养分资源综合管理理论与实践》、《中国化肥产业》、《中国食物生产与消费体系养分流动与综合管理策略》、《养分管理与农作物品质》等。其中《养分资源综合管理》已于2003年3月出版,《测土配方施肥技术要览》已于2006年1月出版,其他书稿也将陆续出版。

张福锁

2006年8月

前 言

经过建国 50 多年尤其是改革开放以来近 30 年的努力,我国农作物生产获得了突飞猛进的发展,产量水平不断提高,主要农产品供给完成了由长期短缺到总量大体平衡、丰年有余的历史性转变,有力地促进了人民生活的改善和社会经济的可持续发展。进入 21 世纪以来,随着人民生活水平的不断提高以及国内外市场竞争的日益加剧,长期以来因多种原因而导致的农作物产品品质变差问题引起了人们的高度关注,社会各界对于改善农作物产品品质的呼声越来越高。

优质农作物产品的生产不仅有赖于优良农作物品种的选育,而且在很大程度上依赖于农作物生长环境的改善及栽培技术的革新。创造可使作物的品种潜力得以充分发挥的资源环境条件,是农业生产不懈追求的目标。养分管理是农作物生产和环境保护工作的重要组成部分,不仅在提高作物产量上有着重要的作用,而且还在保障生态安全、改善作物品质和提高人类生活质量水平中发挥着重要作用,在农作物生产中处于非常重要的地位。近年来,片面追求高产和忽视养分管理技术改进,已导致了一系列与养分管理有关的农作物品质问题,这也进一步说明开展养分管理与农作物品质关系的研究工作十分重要。

人多、地少、环境保护压力大的国情,决定了我国农作物产品品质的改善必须建立在高产和环境保护的基础上。进入 21 世纪后,优质、高产、高效、环境友好、生态安全已逐渐成为农作物生产中养分管理的重要目标。在保障农作物产品数量以及生态环境安全的前提下,依靠科技进步和农业生产方式的改进不断改善农作物产品的品质,是当前及今后一段时期内我国农作物生产的重要特征之一。在综合目标尤其是高产条件下,如何协调养分管理与农作物产量、品质和环境的关系,已成为农作物生产中亟待解决的首要问题。另外,随着农作物产量水平的不断提高,越来越多的养分将成为限制作物产量进一步增加和品质进一步改善的重要因子。随着旧的限制性营养因素不断被消除,新的限制性营养因素将不断出现,这就使得通过养分资源管理协调农作物产量、品质 and 环境保护关系的难度不断加大。因此,以协调作物产量、品质和环境关系为目标的养分管理理论及技术的研究和应用将贯穿于整个农作物生产的始末,也将在我国农作物可持续生产中发挥越来越重要的作用。

近年来,国内外关于养分管理与农作物产品品质关系的研究已积累了很多宝贵的资料,养分管理在调控农作物产品产量和品质中的重要性也已逐渐为人们所认识。在国内,1999 年由中国农业大学资源与环境学院组织召开了专题讨论会并出版了《平衡施肥与可持续优质蔬菜生产》文集,对于推动 21 世纪国内高产优质蔬菜的养分管理起到了一定的推动作用;同年,西南农业大学资源环境学院王正银教授等编写并出版了《作物营养与品质》一书,系统阐述了用养分管理调节农作物品质的原理,也给出了许多农作物优质生产的养分管理实例。鉴于养分管理与农作物品质和人体健康的关系密切,2005 年 9 月在北京召开的第 15 届国际植物营养大会将“植物营养在食品安全、人体健康和环境保护中的作用”作为会议的主题,来自 60 多个国家和地区的 1 000 多名植物营养学界专家学者围绕大会主题进行了探讨和交流,国务院副总理回良玉出席了开幕式并致辞。此外,众多的研究者还在植物营养与农作物产品品质关系

的研究中进行了多方探索,极大丰富了相关理论。

虽然大量的研究结果揭示了养分管理在改善农作物品质中的重要作用,但人们在实际生活中仍然有不少误解。例如,片面强调品种在改善农作物产品品质中的作用而忽视栽培措施尤其是养分管理的作用;将农产品品质变差的结果归罪于化肥的施用,甚至有人认为农作物品质变差的问题“都是化肥惹的祸”,忽视了化肥在改善农作物产品品质中的积极作用,等等。在此背景下,我们感到有必要对国内外相关研究资料加以系统总结,对相关问题予以澄清,使人们消除误解,进而采取科学的养分管理措施改善农作物产品的品质。这一想法在农业部“948”项目——“养分资源综合管理”的资助下才得以实现,但由于编者水平所限,书中难免错误和不足,希望读者批评指正。

文中引用了不少国内外研究者的结果,均作了标注。考虑到出版格式的统一及便于读者理解,一些图表根据原作者发表的数据资料重新做了整理,而其余的则由原文直接引用。在此一并衷心感谢!

编 者

2008年9月

目 录

第一章 农作物品质及其与养分管理的关系	1
第一节 农作物品质的定义、分类、特点及改善品质的意义	1
一、农作物品质的定义	1
二、农作物品质指标的分类	2
三、农作物品质指标的特点	4
四、改善农作物品质的意义	7
第二节 养分管理与农作物品质的关系	14
一、农作物品质的形成	14
二、养分管理与农作物品质的关系	16
第三节 与养分管理有关的农作物品质问题	22
一、主要诱因	22
二、主要特征	32
第四节 养分管理调控农作物品质的基本途径和技术	33
一、基本途径	33
二、基本技术	35
第二章 养分管理对农作物营养品质的调控	55
第一节 养分管理对农作物产品蛋白质和氨基酸组成及含量的调控	55
一、氮素养分管理的调控	56
二、磷素养分管理的调控	85
三、钾素养分管理的调控	93
四、中量元素养分管理的调控	105
五、微量元素养分管理的调控	112
六、有机养分管理的调控	118
第二节 养分管理对农作物产品脂肪/油组成及含量的调控	121
一、氮素养分管理的调控	121
二、磷素养分管理的调控	126
三、钾素养分管理的调控	127
四、中量元素养分管理的调控	130
五、微量元素养分管理的调控	133
六、有机养分管理的调控	135
第三节 养分管理对作物产品碳水化合物组成及含量的调控	136
一、氮素养分管理的调控	136

二、磷素养分管理的调控	147
三、钾素养分管理的调控	151
四、中量元素养分管理的调控	156
五、微量元素养分管理的调控	159
六、有机养分管理的调控	161
第四节 养分管理对农作物产品矿物质元素含量的调控	163
一、提高农作物产品矿物质元素含量的途径	166
二、氮素养分管理的调控	168
三、磷素养分管理的调控	173
四、钾素养分管理的调控	176
五、中量元素养分管理的调控	177
六、微量元素养分管理的调控	181
七、有机养分管理的调控	192
第五节 养分管理对农作物产品维生素含量的调控	193
一、氮素养分管理的调控	194
二、磷素养分管理的调控	201
三、钾素养分管理的调控	202
四、中量元素养分管理的调控	204
五、微量元素养分管理的调控	206
六、有机养分管理的调控	208
第三章 养分管理对农作物安全品质的调控	211
第一节 养分管理对农作物产品重金属(镉)含量的调控	211
一、影响农作物产品中镉含量的因素	212
二、养分管理措施调控农作物产品中镉含量的主要途径	214
三、氮素养分管理的调控	216
四、磷素养分管理的调控	219
五、钾素养分管理的调控	230
六、中量元素养分管理的调控	232
七、微量元素养分管理的调控	234
八、有机养分管理的调控	238
九、总结	241
第二节 养分管理对农作物产品硝酸盐和亚硝酸盐的调控	241
一、氮素养分管理的调控	244
二、磷素养分管理的调控	254
三、钾素养分管理的调控	256
四、中量元素养分管理的调控	258
五、微量元素养分管理的调控	260

六、有机养分管理的调控	262
第三节 养分管理对农作物产品微生物毒素、病原微生物及放射性污染物 含量的调控	265
一、微生物毒素	265
二、病原微生物	267
三、放射性	268
第四章 养分管理对农作物加工品质的调控	274
第一节 养分管理对粮食作物加工品质的调控	274
一、小麦	274
二、水稻	286
三、玉米	288
第二节 养分管理对纤维作物加工品质的调控	289
一、棉花	289
二、苧麻	297
三、亚麻	302
四、红麻	306
五、大麻	309
第三节 养分管理对糖料作物加工品质的调控	310
一、甘蔗	310
二、甜菜	320
第四节 养分管理对烟草加工品质的调控	334
一、氮素养分管理的调控	335
二、磷素养分管理的调控	339
三、钾素养分管理的调控	341
四、中量元素养分管理的调控	347
五、微量元素养分管理的调控	349
第五节 养分管理对蔬菜和水果加工品质的调控	354
一、蔬菜	354
二、水果	357
第五章 养分管理对农作物感官品质的调控	358
第一节 养分管理对农作物产品外观品质的调控	358
一、大小和形状	358
二、均匀度	373
三、颜色	375
四、新鲜度	386
五、表面瑕疵	387
第二节 养分管理对农作物产品硬度、结构等质地性状的调控	395
一、氮素养分管理的调控	396
二、磷素养分管理的调控	397

三、钾素养分管理的调控	398
四、中量元素养分管理的调控	399
五、微量元素养分管理的调控	400
第三节 养分管理对农作物产品风味品质的调控	400
一、农作物风味及其组成	400
二、氮素养分管理的调控	403
三、磷素养分管理的调控	420
四、钾素养分管理的调控	421
五、中量元素养分管理的调控	426
六、微量元素养分管理的调控	429
七、有机养分管理的调控	431
第六章 养分管理对农作物贮藏品质的调控	433
一、氮素养分管理的调控	433
二、磷素养分管理的调控	435
三、钾素养分管理的调控	435
四、中量元素养分管理的调控	439
五、微量元素养分管理的调控	442
六、有机养分管理的调控	443
参考文献	445

第一章 农作物品质及其与 养分管理的关系

第一节 农作物品质的定义、分类、 特点及改善品质的意义

一、农作物品质的定义

“品质”是一个人们经常提及但却很难对其准确定义的词(Shewfelt, 1999)。人们对某种产品品质的理解在很大程度上依赖于个人的认识,而每个人认识问题的角度又有很大的差异(Bordeleau *et al.*, 2002)。尽管如此,一些学者还是从各自的角度提出了他们对这个词的理解,给出了“品质”的概念。有人认为,品质是使用的适合度(Quality is fitness for use),是指一种产品能够满足消费者对其所期待的程度(Juran and Gryna, 1988);又有人认为,品质是指一个产品的优良程度或其对于某一特定用途的适宜性(Abbott, 1999)。Rosenfeld(1999)指出,品质是指“一种产品所具有的满足特定需求的整体特性”。国际标准化组织的定义为,“品质是一个产品、系统或过程所固有的满足消费者或其他有关当事人需求的一组特性”(Martens and Martens, 2001 引自 ISO, 2000)。欧洲质量监督组织(EQQC)对品质的定义为“产品所具有的能够满足一定需要的特性总和”,这一定义包括了主观和客观两个方面的内涵,主观上反映了消费者对某种产品的要求,而客观上反映了产品本身的属性。从品质的定义来看,满足消费者的需求是有关品质的定义共有的特征。

农产品品质是一个综合的概念,从广义上说,是指一个农产品所拥有并能以此表明产品好坏程度的性质或特点(谢建昌等, 2000)。更多的关于农产品品质的定义,可参阅郑金贵(2004)所编著的《农产品品质学》。

农作物品质不同于农产品品质。王正银等(1999)指出,作物品质是指人类所需的农作物目标产品的质量,与农产品品质的概念有明显的区别。农作物品质主要指作物收获物的质量,而农产品品质则涉及更大范围的农业产品,包括植物性产品和动物性产品的品质。从作物学和作物营养学角度出发,把栽培作物的产品质量称为作物品质更为确切。

农作物种类不同,用途各异,其品质的含义也不一样。例如,稻米品质是指稻米在加工和商品流通中所必须具备的基本特征;小麦品质是指小麦籽粒对某种特定最终用途的适合性,也可以指其对制造某种面食要求的满足程度(曹卫星, 2005);果品品质是指果品满足某种使用价值的全部有利特征的综合,主要指食用时果品外观、风味和营养价值的优越程度(关军峰等, 2001);蔬菜品质是指蔬菜产品所具有的满足人们特定需求的特性(Rosenfeld, 1999)。

二、农作物品质指标的分类

为便于对某种产品的品质进行评价,人们从不同角度对品质指标进行了分类。Shewfelt (1999)根据食品品质指标易被感知的程度将其分为两类,一类为可通过人们的感觉评价的指标,即感官指标;另一类为营养物质含量等需要通过复杂仪器分析后才可获得的指标;Abbott (1999)将农产品品质分为感官性状(外观、质地结构、味道和香气)、营养价值、化学组成、机械性状、功能性状以及外观瑕疵等部分;Härdter 和 Krauss(1999)对农作物产品的分类则更详细(表 1-1)。郑金贵(2004)根据前人的资料进一步将农产品品质分为 8 类,即外观品质、食味品质、营养品质、保健品质、食疗品质、卫生品质、贮藏品质和加工品质。

表 1-1 农业产品的品质指标(Härdter and Krauss, 1999)

指标类别	指标
营养价值	营养素含量、矿物质组分和维生素、纤维素、能值
健康价值	杂质、污染物(硝酸盐和重金属)、残留物、功能性成分,抗生素和药用成分的含量
感官价值	外观、结构、气味/滋味
适用性	贮藏性能、加工性能
社会生理学价值	个人偏爱、信誉、文化价值、宗教性
政治社会价值	农业系统、市场秩序、法规、价格结构
生态价值	无害化生产和加工

不同农作物因其特性不同,品质指标分类也有所差异。

(一)稻米

稻米品质主要分为加工品质、外观品质、蒸煮和食味品质、营养品质和卫生品质 5 类。其中加工品质又称碾米品质,包括糙米率、精米率和完整米率等指标;外观品质包括形状、大小、透明度(除糯米外)、垩白、颜色和光泽等性状,分别用粒长、粒宽、粒形、垩白度和透明度等具体指标衡量;蒸煮食味品质以直链淀粉含量、糊化温度、胶稠度、米粒延长性和香味等指标衡量;营养品质以蛋白质、氨基酸、碳水化合物、脂肪和维生素的含量等指标衡量;卫生品质以重金属含量、微生物污染状况来衡量。

(二)小麦

小麦籽粒品质可分为形态品质、营养品质和加工品质三类。其中形态品质指标包括形状、整齐度、饱满度、粒色和胚乳质地等;营养品质指标包括蛋白质组成(球蛋白、清蛋白、醇溶蛋白和麦谷蛋白比例)及含量,碳水化合物的组成(单糖、寡糖和多糖,多糖又包括淀粉和纤维素,淀粉又包括直链淀粉和支链淀粉)及含量,还包括脂肪、核酸、维生素和矿物质的组成和含量等;加工品质还分为一次加工品质和二次加工品质,一次加工品质又称磨粉品质,包括出粉率、种皮百分率、容重、角质率、籽粒硬度、粒色、籽粒形状和腹沟深浅等指标,二次加工品质又称食品品质,包括面粉品质(以白度、灰分、面筋含量和沉降值等指标衡量)、面团品质(以吸水率、形成时间、稳定时间、断裂时间、公差指数、软化度和评价值等指标衡量)和烘焙品质(以面包体积、

比容和面包评分等指标衡量)(曹卫星等,2005)。

(三)玉米

国内学者对玉米品质的描述中,一般将其分为感官品质、营养品质、加工品质、卫生品质和商业品质等5类(王鹏文和王步军,2004)。

(四)蔬菜

关于蔬菜品质的分类方法较多。Gruda(2005)在 Huyskens-Keil 和 Schreiner(2003)的基础上将蔬菜品质指标分为感官品质性状、必需的营养成分、与人体健康有关的生物活性成分及不良性状4类。其中感官品质包括外观(以形状、大小和颜色等衡量)和风味(以味道、香气和组织结构等衡量)指标;必需营养成分包括碳水化合物、蛋白质、维生素和矿物质等;生物活性成分包括硫代葡萄糖甙、类胡萝卜素、多酚、皂角苷、硫化物、植物甾醇类、萜类化合物、生物雌激素和膳食纤维等;不良性状则包括硝酸盐、草酸、茄碱、杀虫剂、毒枝菌素和重金属等有害化合物。

国内有人借鉴前人的资料,将蔬菜品质根据蔬菜的理化性质、结构特征、产品用途、工艺流程、贮藏保鲜特点5个方面分为14类,即物理品质、化学品质、外观品质、内含品质、食用品质(营养、烹调、蒸煮和卫生品质)、饮食加工品质(食品加工和酿造加工品质)、饮用品质、工业用品质、商品品质(销售和市场品质)、医用品质、一次加工和二次加工品质、保鲜品质和贮藏品质(赵冰,2003)。

(五)水果

果品品质可分为感官属性和生化属性。感官属性指可通过视觉、嗅觉、触觉和味觉等感觉器官感知的属性,又分为表观属性、质地属性和风味属性3类。其中表观属性指可通过视觉认识的属性,包括果品大小、形状、色泽、光泽和缺陷(病害、虫害和机械伤害)等,主要指外观品质;质地属性主要包括果品内在和外表的某些特征,如手感特征及人们在消费过程中所体验的硬度、脆度、沙性、绵性、汁性和纤维性等特征;风味属性包括口味和气味,主要由果品中的化学物质刺激人的味觉和嗅觉而产生,口味是由某些可溶性和挥发性成分通过口腔内部柔软的表面及舌头上的腺膜抵达味蕾而产生的,最重要的口味感觉有甜、酸、苦和涩4种,分别来自糖、有机酸、苦味物质和鞣酸物质,气味对总体风味影响较大,其产生是一个复杂的过程;果品的生化属性由水、碳水化合物、有机酸、蛋白质、脂类、色素、维生素、矿物质、酶、风味和芳香物质等指标衡量,根据不同果品的用途可将其分为鲜食品质、加工品质、内部品质、外部品质、营养品质、销售品质、运输品质和桌面品质八类(关军峰,2001)。对于特定水果,人们还根据其主要特性将品质指标分类。束怀瑞等(1999)就指出,苹果果实品质由以果个大小、色泽和形状为主的外观品质,以风味、硬度、香气和主要营养成分(维生素和矿物质)等为主的食用品质和贮藏品质3部分组成。

综上所述,尽管不同作物的品质指标分类不同,但大致可归纳为营养品质(蛋白质和氨基酸、碳水化合物、脂肪、矿物质、维生素和维生素原等)、安全品质(重金属、硝酸盐、放射性物质、杀虫剂及形成不良口味的物质)、贮藏和加工品质、感官品质(外观品质+风味品质)及保健品

质(又称食疗品质)5 大类。本书将主要介绍前 4 类。

三、农作物品质指标的特点

(一)因用途而异

评价一种农作物的品质,首先考虑的就是其用途。农作物的种类众多,用途各异,人们对其品质要求也大不相同。除了所有农作物的安全品质性状均被人们关心外,对水稻、小麦和玉米等粮食作物,人们则较关心其蛋白质和必需氨基酸、淀粉、脂肪和矿物质等成份的含量及加工性状;对蔬菜和水果,人们则主要依据维生素、纤维素和矿物质的含量及风味、色泽、形状等外观性状和贮藏性状等评价其品质;对一些具有特定用途的作物,人们则根据其最终用途确定主要品质指标,其中甜菜和甘蔗以蔗糖和杂质含量评价其品质,棉花和麻类主要以纤维质量评价其品质,烟草主要以燃烧性、生物碱含量和香气等评价其品质,豆类主要以其蛋白质或脂肪的含量及质量是否满足不同用途(榨油或做蛋白质饲料)评价其品质,芝麻、油菜、花生和葵花等油料作物除以油的含量和质量评价其品质外还兼顾蛋白质含量,等等。

即使是同种农作物,评价其品质的指标也因最终用途不同而异。例如,工业用稻米要求直链淀粉含量较大,而食用稻米要求直链淀粉含量较小(戴小枫等,1999);酿造啤酒的大麦蛋白质含量应在 9%~13%之间(张国良等,2005),用作饲料的大麦蛋白质含量则应尽可能大(王效宗等,1999);烘焙面包的小麦粉蛋白质含量应在 15%左右,生产饼干的小麦粉蛋白质含量一般在 8%以下,制作面条或馒头的小麦粉蛋白质含量则需保持在 11%~13%之间;强筋小麦湿面筋含量(14%水分级)分别应大于 35%(一级)和 32%(二级),而弱筋小麦湿面筋含量(14%水分级)应低于 22%(GB/T 17892—1999);玉米品质的衡量指标也因其最终用途不同而相差很大(表 1-2);酿造红葡萄酒的优质红葡萄要求其酚类化合物含量较大,但酿造白葡萄酒的白葡萄却要求其酚类化合物含量不能过大以免使葡萄汁颜色不稳定且产生苦味,同时还要求其果实中致香物质的含量较大(des Gachons *et al.*, 2005);用于加工烟卷的烟草,决定其品质的烟碱、还原糖和氮素等某些成分含量应维持在一定范围,其中总氮含量应保持在 1.5%~3.0%之间、烟碱含量范围为 1.5%~3.5%、还原糖含量以 16%~22%为宜(汪耀富,2002);用于加工薯片的马铃薯,其薯块大小和淀粉含量也应适中,无论过大或过小可使其加工品质更差,等等。

表 1-2 不同用途玉米主要质量指标(林夕和祁葆滋,2003)

类 型	标准编号	主要质量指标	一等	二等	三等
普通玉米	GB 1353—1999	容重(g/L)	≥710	≥685	≥660
淀粉发酵工业用玉米	GB/T 8613—1999	粗淀粉(干基)(%)	≥75	≥72	≥69
饲料用玉米	GB/T 17890—1999	容重(g/L)	≥710	≥685	≥660
		粗蛋白(干基)(%)	≥10.0	≥9.0	≥8.0
食用玉米	NY/T 519—2002	粗蛋白(干基)(%)	≥11.0	≥10.0	≥9.0
		粗脂肪(干基)(%)	≥5.0	≥4.0	≥3.0
		赖氨酸(干基)(%)	≥0.35	≥0.30	≥0.25

续表 1-2

类 型	标准编号	主要质量指标	一等	二等	三等
优质蛋白玉米	NY/T 520—2002	粗蛋白(干基)(%)	≥11.0	≥10.0	≥9.0
		赖氨酸(干基)(%)	≥0.5	≥0.45	≥0.40
		容重(g/L)		≥685	
高油玉米	NY/T 521—2002	粗脂肪(干基)(%)	≥8.5	≥7.5	≥6.0
高淀粉玉米	NY/T 597—2002	粗淀粉(干基)(%)	≥76	≥74	≥72
糯玉米(干籽粒)	NY/T 524—2002	直链淀粉/粗淀粉(%)	0	≤3.0	≤5.0

根据不同农作物产品的最终用途组织农业生产是商业化生产的重要特征。随着我国农业生产的不断集约化、规模化和专业化,以满足不同用途需要为目标的专业化作物生产格局将逐步形成。

(二)因人而异

任何产品生产的目的都是要让使用者满意,农作物产品的品质也主要由其满足消费者需求的程度来评价(Bordeleau *et al.*, 2002)。不同的消费者因其所处角度不同,对品质的理解差异很大(Shewfelt, 1999)。以小麦为例,营养学家认为蛋白质及必需氨基酸含量越大越好;磨粉企业则需要其出粉率高、灰分含量低、颜色洁白、磨粉能耗低而且蛋白质等营养成分的含量较稳定;食品加工企业却需要小麦粉能够满足其加工某类食品的要求。对于番茄,消费者需要外观和味道好的果实;经销商除注重外观品质外还需要耐贮藏、耐运输;加工者则需要果实中可溶性固形物、糖、酸和维生素等成分的含量较大(Gruda, 2005)。对水果,不同消费者因口味差异对其品质的要求也不一样,我国大多数消费者喜欢较甜的水果,欧洲消费者则喜欢较酸的水果。人口多的家庭喜欢个头大的西瓜,人口较少的家庭则喜欢个头中等或较小的西瓜,等等。

根据不同地区消费者的需求和喜好分别组织生产也是农作物生产的主要特点之一。尤其当农作物产量增加到一定水平、市场由卖方主导转向买方主导后,这一特点将更鲜明。

(三)因时而异

随着社会的发展进步、观念和收入水平的变化,人们对农作物品质的理解也在不断变化。当农作物产品供应数量不足及收入水平较低时,人们对农作物品质的要求仅仅是可满足自身基本营养物质的需求,因此希望蛋白质、碳水化合物、脂肪和维生素等含量水平高些。当基本营养需求得到满足后,人们逐渐对农作物产品中硝酸盐、重金属等可能对人体健康有害的副成分含量给予重视,对农作物产品中一些有保健作用的非必需营养成分如蔬菜中的番茄红素、硫代葡萄糖甙和多酚类物质等也越来越重视。当人们对农作物的基本营养需求、安全要求和保健需求得到进一步满足时,又会追求更高品位的感官享受,注重农作物产品更好的外观和风味等可带来愉快感官刺激的性状。人们对农作物品质这种因时而变的需求,必然对农作物生产提出越来越高的要求。

(四) 品质指标可用一定方法来测定

衡量农作物品质,首先要对品质指标采用一定的方法来测定。方法通常有两类,一类是化学和物理分析方法(Bordeleau *et al.*, 2002),大多数的品质性状如形状、大小、重量和硬度等可采用物理方法测定,而蛋白质、碳水化合物、维生素和矿物质的含量等可采用化学方法测定;另一类是感官评价方法,主要用来评价农作物产品的口感、风味等,这些指标因受测定方法的限制,较难对其进行准确、精密的定量测定(Shewfelt, 1999; 谢建昌等, 2000),即使能够借助仪器或化学方法对其精密测定,但仪器和化学分析结果有时与人的感觉并不一致(杨宏福, 1986; Bordeleau *et al.*, 2002),感官评价方法虽不如化学和物理方法准确,但可反映消费者的实际感受。除上述两类方法外,有时人们还采用饲喂动物的方法测定农作物产品的营养价值及安全性。

研发快速、简便、准确的农作物品质测定方法是有关品质指标研究的重点之一。以维生素测定方法为例,因维生素 C 的测定方法相对较简便,人们对其了解也较深刻,而其他维生素的测定方法较复杂,人们对其了解也就相应地较浅。

随着科技的不断发展,一些准确、快速的测定方法逐渐被用作农作物品质的评价。例如采用核磁共振方法测定植物可溶性糖含量,采用质谱法定性、定量测定蔬菜中挥发性化合物,采用 X 射线成像仪测定苹果品质(Schatzki *et al.*, 1997),采用无损近红外光谱法(NIRS)快速测定蛋白质、纤维素、还原糖、维生素 C、维生素 E、胡萝卜素、水分、氨基酸、灰分、淀粉、脂肪、叶绿素、总氮等(Liu *et al.*, 1999; 郑咏梅等, 2002),采用等离子发射光谱仪(ICP)和原子吸收分光光度计等测定农作物中的矿物质元素含量,用氨基酸分析仪分析氨基酸组成和含量,采用气相色谱仪测定作物中的挥发性成分,采用液相色谱仪测定作物中的次生代谢产物,等等。这些测试方法的建立不仅极大地推动了农作物品质的研究和品质指标在指导实际生产中的应用(Hakim and Purvis, 1999),而且也丰富了人们对农作物品质的理解。

(五) 品质指标的整体性

为了便于表述,人们通常根据农作物品质性状确定相应的指标并按性状类别分别评价。因同一产品具有多种品质性状,仅以单个性状指标评价其整体品质往往是片面的,有时甚至是错误的。例如,碘值大的向日葵油其不饱和脂肪酸含量大,油的品质好,但不耐贮藏;外表有瑕疵的水果,其糖含量可能较大、甜度也大,但因外观指标差而会使其整体品质不好;葡萄施钾肥较多时,浆果着色虽好,风味却不如适量施钾肥时好(朱本岳等, 1995);喷施硼肥的葡萄虽然其浆果酸含量小而糖含量、糖、酸比值及维生素 C 含量大,但无籽果的比例却较低(付其如和何纪荣, 1995);生长在不良环境中的水果和蔬菜其维生素 C 含量可能较大,但因其口感和外观不好,也不会受消费者欢迎。小麦品质性状包括蛋白质组成和含量、淀粉组成和含量等一系列指标,若仅以蛋白质含量评价,则不能说明其加工品质的优劣(赵广才等, 2000),即蛋白质含量大的小麦品种其加工品质并不一定好。我国小麦蛋白质含量水平并不比欧、美等国家和地区低,但面粉性状却较差,其面筋强度弱、面团流变学转性差、沉淀值小,烘烤品质不好,整体加工品质不佳(曹卫星等, 2005)。从人体营养学角度看,仅仅提高农作物产品中微量元素的含量时,改善人体微量元素缺乏状况的效果并不理想,原因是农作物产品中存在的植酸、植酸盐、纤维、单宁和其他多酚类化合物、草酸、种子血凝素、重金属等物质可以影响微量元素的有效性,