

作物种质资源品质性状鉴定评价现状与展望

刘浩¹, 周闲容¹, 于晓娜^{1,2}, 杨修仕^{1,3}, 刘三才¹, 么杨¹, 任贵兴¹

(¹中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ²山东轻工业学院食品与生物

工程学院, 济南 250353; ³山西大学环境科学与工程研究中心, 太原 030006)

摘要:作物种质资源品质性状鉴定评价是作物种质资源研究的重要方面, 是深入挖掘、广泛利用作物种质资源的基础。本文对近年来作物种质资源品质性状鉴定评价情况进行了回顾, 总结了鉴定评价工作取得的主要进展: 完成了近 20 万份的作物种质资源(约占保存总数的 50%) 主要营养品质性状的初步鉴定评价; 作物种质资源品质鉴定评价内容涉及面广、鉴定的品质性状变异性大、多样性丰富; 提高了作物种质资源品质性状鉴定评价标准化程度。此外还介绍了国际上有关品质性状鉴定的发展趋势, 并对未来国内作物种质资源品质性状鉴定评价提出了意见和建议。

关键词:作物种质资源; 品质性状; 鉴定评价

Current Situation and Prospect of Identification and Evaluation of Quality Traits in Crop Germplasm Resources

LIU Hao¹, ZHOU Xian-rong¹, YU Xiao-na^{1,2}, YANG Xiu-shi^{1,3}, LIU San-cai¹, YAO Yang¹, REN Gui-xing¹

(¹ Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081;

² School of Food & Bioengineering, Shandong Polytechnic University, Jinan 250353;

³ Research Center of Environmental Science and Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006)

Abstract: Identification and evaluation of quality traits is an important part of crop germplasm resource research. It is the foundation of crop germplasm resource deep excavation and wide use. This article reviewed the research in identification and evaluation of quality traits for the past few years. The progress in China was summarized as main nutritional quality traits of 200000 accessions (about 50% of saved) had been evaluated preliminarily, contents of identification and evaluation involved widely and results were rich in variety and diversity, and the standardization level of the identification and evaluation increased. The international development trend was also introduced. At last, the opinions and suggestions in development of domestic crop germplasm resources quality identification and evaluation were put forward.

Key words: crop germplasm resource; quality traits; identification; evaluation

作物种质资源品质性状鉴定评价是作物种质资源研究的重要组成部分, 也是优异资源挖掘和利用的基础, 对育种工作和农产品加工起到积极的推动作用。伴随着农业生产由数量型到质量型的转变, 以及追求更高的经济回报为目标的开放式农业的发展, 作物种质资源品质性状鉴定评价工作越发重要

与迫切。

本文总结了近年来国内作物种质资源品质性状鉴定评价的成果, 以及国内外作物种质资源品质鉴定评价的研究情况, 讨论了作物种质资源品质鉴定评价面临的挑战和可持续发展的对策, 旨在为深入开展作物种质资源的品质性状评价提供参考。

收稿日期: 2013-03-28 修回日期: 2013-04-28 网络出版日期: 2013-12-19

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20131219.1313.033.html>

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划(2012BAD34B00)

第一作者研究方向为作物功能成分研究与利用。E-mail: liuhaocaas@163.com

通信作者: 任贵兴, 研究方向为作物种质资源品质评价与功能产品研发。E-mail: renguixing@caas.cn

1 中国作物种质资源品质性状鉴定评价取得的成绩

在国家基础性工作、保种项目和平台项目的支持下,围绕“广泛收集、妥善保存、全面评价、深入研究、积极创新、充分利用”的作物种质资源发展战略目标,我国作物种质资源品质性状评价研究取得了一定的成绩。

1.1 作物种质资源品质性状鉴定评价数量增加

到目前为止,我国作物种质资源保存总量已达到 42.7 万余份。“七五”到“十一五”期间,在完成 26.5 万余份入库(圃)种质资源农艺性状鉴定的基础上,同步对入库的 14.8 万余份主要粮食作物种质资源的品质性状进行了初步鉴定评价^[1](表 1)。

表 1 主要粮食作物种质资源品质性状鉴定数量(1986—2000 年)

Table 1 Number of grain crops whose quality traits have been identified (1986—2000)

作物名称 Crop name	国家保存份数(份) No. of saved	鉴定数量(份) No. of identified
水稻	71966	26000
小麦	42811	20000
大豆	30755	16000
玉米	15967	7500
大麦	18838	9600
燕麦	2993	24000
谷子	27527	20000
黍稷	7516	4200
高粱	16874	9000
荞麦	2804	800
食用豆(6 种)	27257	16022
合计 Total	265308	148700

2002 年以来,新收集保存的 20 种粮食作物种质资源约有 3.7 万余份^[2],其中有 1.5 万余份已经进行了品质性状的初步鉴定评价^[3-18](表 2)。近万份主要果树种质资源的品质性状鉴定评价已基本完成,鉴定评价数量约占 17 个国家种质资源圃保存总量(14720 份)的 70%^[19]。筛选出的种质资源中有新的野生种、珍稀种等,丰富了作物种质资源的多样性。

表 2 近 10 年主要粮食作物种质资源品质性状鉴定数量(截止到 2012 年 12 月)

Table 2 Number of grain crops whose quality traits have been identified in recent ten years (before Dec. 2012)

作物名称 Crop name	收集保存数量 No. of saved	品质鉴定数量 No. of identified
水稻	8679	3396
小麦	3569	1757
大豆	5227	2933
玉米	6718	2918
大麦	3200	337
谷子	634	1016*
黍稷	880	-
高粱	2883	732
荞麦	659(包括燕麦)	388
食用豆(12 种)	5329	1703
合计 Total	37778	15180

*:其中包括 796 份 2002 年以前收集的种质

*:including 796 copies of germplasm resources collected before 2002

1.2 作物种质资源品质性状多样性丰富

较大的变异范围(表 3)是作物种质资源品质性状多样性丰富的重要方面。例如:粗淀粉含量,饭豆变异范围最小(42.84% ~ 50.83%, CV = 2.87%),豇豆变异范围最大(29.14% ~ 55.95%, CV = 11.96%)。就不同性状而言,水稻糙米率变异范围最小(64.96% ~ 85.66%, CV = 2.65%),小麦稳定时间变异范围最大(1.00 ~ 38.50 min, CV = 77.63%)。

在经济作物方面,国家棉花种质资源中期库对其保存的棉花种质资源进行鉴定评价,筛选出高强纤维种质 173 份^[20]。杜雄明等^[21]进一步筛选出特色种质并进行多年多点精细鉴定,获得了 34 份长绒、40 份高比强且综合性状优异材料。段乃雄等^[22]对 7 种油料作物种质资源总共 21991 份开展品质性状鉴定,通过鉴定获得品质性状优异的种质。

在蔬菜果树方面,王昆等^[23]对国家果树种质资源苹果圃(兴城)数据库近 20 年来的苹果种质及果实品质性状分析表明,其可溶性固形物含量(TSS)为 8.3% ~ 34.0%、可溶性糖含量为 4.20% ~ 16.90%、可滴定酸含量为 0.10% ~ 3.10%、果实维生素 C 含量为 2.00 ~ 404.00 μg/g。赵剑波等^[24]对保存在国家桃种质资源圃(北京)中 144 份桃资源

表 3 作物种质资源品质性状变异比较

Table 3 Comparison of variance in crop quality traits

作物名称	品质性状	变异范围(%)	变异系数(%)	作物名称	品质性状	变异范围(%)	变异系数(%)	
Crop name	Quality traits	Range of variation	CV	Crop name	Quality traits	Range of variation	CV	
水稻	蛋白质	5.90 ~ 15.25	13.72	苦荞	蛋白质	10.9 ~ 20.30	17.75	
	直链淀粉	0.2 ~ 30.60	59.56		总黄酮	1.97 ~ 3.03	23.57	
	胶稠度(mm)	29.00 ~ 98.00	41.0	蚕豆	蛋白质	25.06 ~ 33.26	4.21	
	糊化温度	3.0 ~ 7.0 级	15.85		粗淀粉	33.36 ~ 42.62	4.60	
	小麦	糙米率	64.96 ~ 85.66	2.65	碗豆	蛋白质	19.70 ~ 28.45	6.77
		精米率	55.78 ~ 81.19	4.45		粗淀粉	19.41 ~ 52.77	7.59
大豆		蛋白质	11.83 ~ 18.98	7.86	绿豆	蛋白质	21.99 ~ 29.27	5.26
		沉淀值(mL)	17.92 ~ 49.43	16.19		粗淀粉	42.16 ~ 54.34	4.21
	湿面筋	22.90 ~ 40.03	10.27	小豆	蛋白质	18.21 ~ 27.13	6.05	
稳定时间(min)	1.00 ~ 38.50	77.63	粗淀粉		44.64 ~ 56.07	3.82		
玉米	蛋白质	8.24 ~ 17.29	10.27	豇豆	蛋白质	21.58 ~ 30.34	7.07	
	粗脂肪	2.01 ~ 12.59	23.69		粗淀粉	29.14 ~ 55.95	11.96	
谷子	粗淀粉	46.55 ~ 76.04	4.94	菜豆	蛋白质	20.02 ~ 31.32	8.40	
	赖氨酸	0.21 ~ 0.48	14.79		粗淀粉	33.88 ~ 45.57	6.51	
	高粱	蛋白质	10.61 ~ 17.87	10.67	饭豆	蛋白质	16.33 ~ 24.18	6.78
		粗脂肪	3.18 ~ 5.92	9.36		粗淀粉	42.84 ~ 50.83	2.87
高粱	赖氨酸	0.20 ~ 0.31	7.49	木豆	蛋白质	17.67 ~ 22.26	5.24	
	蛋白质	6.89 ~ 15.86	11.50		粗淀粉	39.05 ~ 46.99	4.04	
	粗淀粉	62.08 ~ 80.22	4.23	鹰嘴豆	蛋白质	18.37 ~ 27.61	8.42	
	赖氨酸	0.19 ~ 0.47	9.38		粗淀粉	36.66 ~ 53.87	6.89	
	单宁	0.01 ~ 2.64	53.87					

进行果实葡萄糖、果糖含量的鉴定,发现有 63% 的种质葡萄糖和果糖含量比例接近 1,有 26% 的种质为低果糖类型。刘崇怀等^[25]对国家葡萄种质圃(郑州)500 余份主要葡萄栽培品种资源的品质性状进行了鉴定评价,发现其可溶性糖含量为 6.39% ~ 19.61%、总酸含量为 0.29% ~ 1.56%。魏秀清等^[26]对保存在国家枇杷资源圃(福州)的 243 份枇杷种质进行 TSS 含量鉴定,发现 TSS 高含量的种质数占鉴定总数的 47.2%。

不同作物中不同品质性状表现出的差异,显示出中国作物种质资源品质性状丰富的多样性,为作物种质资源的深入挖掘和开发利用奠定了坚实的物质基础。

1.3 作物种质资源品质性状鉴定评价内容更丰富

2000 年之前作物种质资源品质性状鉴定的内容主要侧重于作物的营养品质性状,16 种作物鉴定的 51 项品质性状中,有 22 项涉及到蛋白质、脂肪或总淀粉等性状。2000 年以后,作物种质资源品质性状鉴定评价开始注重加工特性和功能成分的鉴定评价。随着生物技术研究的逐步深入和检测技术的日

益完善,品质性状鉴定评价内容逐渐扩展到作物品质生理生化机制等方面。作物种质资源品质性状鉴定内容的变化,反映了现代农业生产和科研的新需要。

在主要粮食作物方面,戊聚糖是小麦品质研究的热点。钱森和等^[27]分析了 242 份小麦品种的水溶性戊聚糖、非水溶性戊聚糖和总戊聚糖及溶剂保持力。冯波等^[28]筛选到全麦戊聚糖含量高达 10.97% 的材料。李春喜等^[29]发现全麦粉的戊聚糖含量一般在 6% ~ 9% 之间,平均值为 7.46%。在经济作物方面,姜振峰等^[30]、刘春等^[31]利用 SDS-PAGE 研究分析了国内外大豆种质资源的贮藏蛋白与其亚基情况,筛选出亚基含量特异种质;赵越等^[32]用酶标仪比色法鉴定评价来自黑龙江省的 70 份大豆种质资源的皂甙含量;王春娥等^[33]以 983 份大豆种质为材料,用高效液相色谱方法对异黄酮进行研究。对 1284 份芥菜型油菜种质资源品质性状进行鉴定的结果表明,四川、云南地区有高芥酸材料,新疆、内蒙古、山西地区有低芥酸或无芥酸资源,四川、云南地区有低硫苷资源、无丙烯基硫苷或 3-

丁烯基硫苷资源^[34]。其他方面,王海平等^[35]采用超高效液相色谱法对 212 份大蒜种质资源进行大蒜素的含量鉴定评价。

随着大分子测定技术的建立和完善,基因组学的迅速发展使品质性状分析进入新水平。吴云鹏等^[36]对 PH82-2 与内乡 188 杂交后代家系的子粒蛋白质含量、Zeleny 沉淀值、和面时间、8min 带宽、峰值粘度和稀懈值进行测定,并对其品质性状进行 QTL 定位。我国在创制 97 份来源于野生棉资源的陆地棉种质材料的基础上进一步在基因水平对 10 多份优异种质进行了分析,确定了目标性状突出、遗传性状稳定的一系列优质、有色纤维等优异棉花种质资源^[20]。

在鉴定结果评价方面,聂继云等^[37]以国家果树种质资源苹果圃(兴城)中 190 份种质资源果实为材料,用 7 项理化指标评价苹果果实品质性状。通过相关分析及验证,认为果实硬度等 5 项性状可作为苹果理化品质评价的代表性指标。

1.4 作物种质资源品质性状鉴定评价技术多元化

作物种质资源品质性状鉴定技术常常具有鉴定过程繁琐,操作技术要求严格,鉴定空间环境条件管理成本高的特点。寻求简单易行、高通量、快速的鉴定方法一直是品质性状鉴定技术发展的重要方向。近红外光谱技术(NIRS, near infrared spectroscopy)能在不破坏样品的前提下快速、准确、稳定地获取光谱,应用于品质性状鉴定的光谱分析技术。朱志华等^[38]以全国 20 余省(区)的 17 种作物种质资源为材料,利用 NIRS 漫反射技术快速测定子粒营养品质性状,建立了 41 个定标模型(高预测决定系数 0.95~0.99,低标准偏差 0.19~0.50),对 17 种作物的 7240 份作物种质资源进行快速测定,筛选出 645 份优异作物种质资源。陈锋等^[39-40]用 NIRS 透射扫描技术对 426 份小麦品种的面筋含量等多种性状进行快速测定,并认为该方法可用于品质快速检测和育种早代材料筛选。姬玉梅^[41]以 14 种蛋白质含量差异较大的小麦为材料,建立可鉴定育种早代材料、筛选大量中间材料的近红外蛋白质测定模型。实践证明,利用 NIRS 分析技术,建立高通量、小样本、无污染、快速简便的作物种质资源品质性状鉴定方法,进行作物育种材料的早代预测是可行的。

1.5 作物种质资源品质性状鉴定评价标准化程度提高

在作物种质资源描述规范和数据标准的研究基

础上,2007 年制订了 23 项《多年生作物种质资源鉴定技术规程》农业行业标准,标准涉及的多年生作物种质资源包括:苹果、梨、李、杏、桃、枇杷、龙眼、香蕉、甘蔗、柿、柑橘、葡萄、草莓、茶树、桑树、橡胶树、莲、茭白、野生稻、马铃薯、甘薯、苕麻、豆科牧草等。这些行业标准对于品质性状规定了明确的鉴定技术要求。2010 年以后又分 3 期颁布实施了 30 项《无性繁殖作物优异种质资源评价规范》农业行业标准,所涉及的无性繁殖作物种质资源包括:苹果、梨、李、杏、桃、枇杷、龙眼、荔枝、猕猴桃、香蕉、甘蔗、柿、柑橘、葡萄、草莓、茶树、桑树、橡胶树、莲、茭白、芋、野生稻、马铃薯、甘薯、苕麻、牧草、枣、山楂、核桃、板栗等。标准中将重要的品质性状列入到优异种质资源评价内容中,规定了明确的鉴定方法标准和量化的评价指标。由此,我国多年生作物种质资源鉴定技术规程和优异种质资源评价进入标准化轨道。

在评价体系建立方面,何中虎等^[42]对小麦种质资源 6 类 49 个品质性状,进行了食品品质-性状-蛋白质-DNA 4 个层次深入的系统研究,用表型分析、生化标记和基因标记鉴定相结合的方法,建立了中国小麦品种品质评价体系,并用该评价体系,大面积推广了一批面包型、面包面条兼用型或加工品质好的小麦品种。

2 作物种质资源品质性状鉴定的国际发展趋势

优异种质资源不仅能够拓宽因为常规育种造成的品种遗传基础狭窄,而且对弥补现有作物品质缺陷有重要作用。国际作物种质资源评价内容针对作物的营养价值、食味或其他经济价值的鉴定和基因分析。除服务于育种工作外,品质性状鉴定与评价也以选取优良工业原料为目的。

国际各农业研究中心与各国种质资源研究机构十分重视作物种质资源品质性状鉴定评价工作,大范围、主要品质性状的鉴定已基本完成,目前主要保持鉴定的同步性。主要粮食作物方面,国际旱地农业研究中心在 1992 年就完成了占总保存量 80% 的麦类种质资源主要营养品质性状的鉴定评价^[43];国际水稻研究所对 12000 份水稻种质资源进行了铁、锌元素含量的鉴定和遗传变异的评价^[44];国际玉米小麦改良中心对 1400 个改良玉米品种和 400 个地方品种进行了铁、锌元素的鉴定^[45]。蔬菜果树种质资源品质鉴定评价内容因品种不同而有所差异,如

针对白菜、甘蓝等蔬菜的纤维素、干物质、矿质元素等性状,苹果、草莓、桃等则针对其果实中的可溶性糖、维生素等^[46-48]。N. V. Shetty 等^[49]对美国国家作物种质系统内的黄瓜种质资源进行了水果用途方面的品质评价,J. Diamanti 等^[50]评价了草莓野生种、栽培种及其杂交种的营养品质性状。在营养品质鉴定的同时,还开展了加工品质鉴定,以满足农产品的食用、工业生产与产品附加值提高的要求。如国际玉米小麦改良中心开展对小麦粉面团的形成时间、稳定时间等与加工品质有关的性状鉴定评价;法国对不同时期推广的 372 个小麦品种的面粉的粘度特性和面团流变学特性等进行鉴定评价^[51],D. Silva 等^[52-53]对影响豆制品加工的大豆蛋白质进行鉴定研究,M. O. Obasi 等^[54]对多种长绒棉品质性状进行了分析。

随着人民生活水平的提高,保健意识逐渐提升,常规品质性状研究已经不能满足人们的基本要求,作物功能成分及其生理作用的鉴定评价已成为作物品质研究的新热点之一。在粮食作物方面,功能型水稻的研究始于 20 世纪末,首先是针对以水稻为主食的东南亚地区人群的营养缺乏症状,选育高微量元素稻米品种,之后又开展富含 β -胡萝卜素的“金黄米”品种选育工作^[55]。国际热带农业研究中心与国际食物政策研究所进行了粮食作物的维生素 A 等微营养素含量的研究^[56-57]。在蔬菜与果树方面,除了针对维生素、胡萝卜素以及多酚等普遍含有的功能成分以外,还针对某种果蔬独有的或者相对与其他物种含量极为丰富的功能成分进行分析,如 M. Ziino 等^[58]用高效液相色谱、气相色谱-质谱联用等方法分析了甜椒的辣椒素含量,A. A. Maria 等^[59]分析了 49 份番茄种质资源中的番茄红素等物质的含量,Y. P. Xu 等^[60]将葡萄材料经酸辅助水解预处理,用液相色谱-质谱联用方法定量测定葡萄样品中的花青素含量。

作物种质资源的品质性状鉴定,具有份数多而材料保存量少的特点,涉及的内容也十分广泛,现有的常规品质性状鉴定技术很难满足超大量种质资源的鉴定评价的需求。现代计算机视觉技术、光谱分析等方法,分析速度快、通量大、自动化程度高,且分析完成后,样品不受损伤,仍可种植或返回保存,在种质资源的品质鉴定中具有重要意义。计算机视觉技术可应用于蔬菜与水果等作物外部形态、质地、色度等外在品质与内部品质鉴定,A. A. Gowen^[61]认为

高光谱成像技术可应用于品质评价与成分分析,核磁共振技术可用于水果与蔬菜中水分等物质在含量变化研究与组织质地的在线分析^[62],此外荧光光谱^[63]、X-光成像^[64]等也可应用于品质性状的鉴定。近红外技术在作物品质分析中应用极为广泛,该技术在部分国家成为国家品质鉴定的标准方法。除应用于常规营养品质的测定以外,还应用于测定与微观结构相关的硬度、内部结构损失,以及作物属性的测定^[65],如 A. Fassio 等^[66]建立了葵花子中的水分、油料、粗蛋白的预测模型,Y. K. Peng 等^[67]建立苹果硬度、可溶性固形物的预测模型。此外还有机械力学、声学、化学传感器、生物传感器等应用于作物品质性状的研究。微量高通量粘度仪、硬度仪也开发成功并在品质性状鉴定中应用,极大地提高了鉴定的水平和效率。

3 作物种质资源品质鉴定评价面临的挑战和对策

到目前为止,已相继开展对粮、油、棉、麻、烟、糖、菜、果、茶、桑、热作、牧草等多种作物种质资源品质性状的初步鉴定评价工作。客观上讲,对这些品质性状的鉴定评价只是一个初步的表型认识。

3.1 作物种质资源品质性状鉴定评价存在的主要问题

3.1.1 品质性状优异的作物种质资源可利用性不高 作物种质资源品质性状鉴定获得的优异种质多为地方品种、近缘野生种、育成品系等。除品质性状优异外,其他性状缺陷亦明显,这就造成鉴定评价出的优异种质很难直接利用。另一方面,由于品质性状的鉴定常与作物种质收集保存、入库工作同步进行,获得的鉴定结果往往是一年一个地点或一年几个地点获得的混合种质材料的鉴定结果,其结果存在偶然性。

3.1.2 作物种质资源品质性状鉴定评价内容不系统 20 世纪 80 年代的农业生产以产量为追求目标,品质性状鉴定评价以主要营养性状为重点进行。粮食生产转向质量型、市场需求多元化趋势使作物种质资源除满足育种需求外,还要满足不断提高作物附加值的需要。近些年虽然作物种质资源品质性状鉴定评价的内容和领域有所拓宽,但缺乏整体规划,推进步伐慢。全面、系统地开展作物种质资源营养组分、加工品质、食味品质、功能成分等性状的鉴定评价已刻不容缓。

3.1.3 作物种质资源品质性状鉴定评价学科集成度不高 作物种质资源品质性状鉴定内容在之前的营养品质的基础上已经拓宽至功能成分、加工品质等方面。但作物品质性状鉴定研究队伍专业背景比较单一,主要以种质资源学或农学为主,不能满足当前发展的需求。集成食品科学、营养学、药学等相关学科、交叉学科人才,形成合理的品质性状的研究队伍势在必行。

3.2 作物种质资源品质性状鉴定评价可持续发展的对策

3.2.1 应用现代分子生物学技术、现代仪器分析技术,深化品质性状的基础研究 应用生物化学技术等方法,在已有的品质性状鉴定评价的基础上,开展作物种质资源品质性状的分子标记、基因定位以及遗传规律的研究,使作物种质资源品质性状从表型鉴定评价逐渐深入到以分子生物学为基础的基因鉴定评价。应用色谱、光谱、质谱、核磁等现代分离和鉴定技术,利用传统功能评价和系统生物学相结合的功能活性研究方法,深入挖掘尚未被充分利用的作物种质资源。

3.2.2 有效地开展作物种质资源品质性状的精准鉴定评价 作物种质资源品质性状鉴定评价应在表型的基础上,逐步开展有针对性的精细鉴定评价。对于以种子方式保存的作物种质资源应选择不同生态区多年种植,辅以相应的自然生态互作效应的评价。对于以植株形式保存在国家圃中的多年生作物种质资源则应开展定株、定位、溯源式的精准鉴定评价。作物种质资源品质性状的精准鉴定评价不仅有利于准确掌握种质资源的基本情况,还有利于了解这些种质资源品质性状的变化情况,能有效地推进作物种质资源的信息和实物的共享。

3.2.3 建立完善品质性状鉴定评价技术体系 作物种质资源品质性状鉴定评价中常规营养品质性状鉴定评价的标准方法已经基本健全,但相关的功能成分的鉴定评价技术仍比较滞后,目前多数还停留在实验室方法上,如高效液相色谱法测定绿豆中牡荆素和异牡荆素含量、紫薯花色苷含量测定法等。这些新创建的检测方法能拓宽作物种质资源品质性状鉴定评价的领域,能有效地提高作物种质资源品质性状鉴定的水平。

近年来,57项种质资源鉴定农业行业标准的颁布实施进一步完善了作物种质资源品质性状鉴定评价内容。但总体上看,作物种质资源品质性状鉴定技术和方法还是以单项品质性状表型的量化为主,

且其数量和水平还不能满足深入挖掘利用的需要,也尚没有形成评价的基本体系,评价出的结果多数搁置在数据库,很少能为实际应用提供有效的方案。因此,建立以表型分析为基础,以生化标记和基因标记鉴定为指导的3方面相结合的评价方法将成为今后一段时期内作物种质资源品质性状鉴定评价的重要方面。

致谢:作物品质性状鉴定数据和内容由朱志华研究员提供和整理,在此致以谢意。

参考文献

- [1] 董玉琛,曹永生. 粮食作物种质资源的品质特性及其利用[J]. 中国农业科学,2003,36(1):111-114
- [2] 中国农业科学院. 中国作物种质资源保护与利用10年进展[M]. 北京:中国农业出版社,2012:1-17
- [3] 朱志华,李为喜,刘方,等. 高粱种质资源主要品质性状鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(4):326-330
- [4] 刘三才,朱志华,张京,等. 美国不同棱型大麦种质资源品质多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(5):139-142
- [5] 李为喜,朱志华,刘三才,等. 中国大豆品种及种质资源主要品质状况分析[J]. 植物遗传资源学报,2004,5(5):185-192
- [6] 朱志华,张晓芳,李燕,等. 谷子种质资源主要品质性状鉴定与评价[J]. 杂粮作物,2004,24(6):329-331
- [7] 李为喜,刘三才,张晓芳,等. 新收集大豆种质资源主要品质鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(1):75-79
- [8] 刘三才,朱志华,张晓芳,等. 小麦沉降值的贮存稳定性研究初报[J]. 麦类作物学报,2005,25(2):122-124
- [9] 朱志华,李为喜,张晓芳,等. 食用豆类种质资源粗蛋白和粗淀粉含量的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(4):427-430
- [10] 李为喜,刘方,朱志华,等. 苦荞及其制品中总黄酮测定的方法标准研究[J]. 荞麦动态,2006(2):13-18
- [11] 刘三才,朱志华,张晓芳,等. 火焰原子吸收光谱法测定荞麦中铁钙锌的含量[J]. 现代科学仪器,2007(1):72-73
- [12] 朱志华,李为喜,刘三才,等. 玉米种质资源主要品质性状鉴定与评价[J]. 中国种业,2007(6):29-31
- [13] 刘三才,李为喜,刘方,等. 荞麦种质资源总黄酮和蛋白质含量的测定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(3):317-320
- [14] 李为喜,刘方,李燕,等. 反相高效液相色谱测定大豆籽粒中异黄酮含量的方法研究[J]. 大豆科学,2008,27(5):828-832
- [15] 李为喜,朱志华,李国营,等. $AlCl_3$ 分光光度法测定荞麦种质资源中黄酮的研究[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(4):502-505
- [16] 李国营,范志影,刘方,等. 高效液相色谱法测定谷子种质资源中维生素E的研究[J]. 中国农业科技导报,2009,11(1):129-133
- [17] 李国营,范志影,陆平,等. 谷子初级核心种质生育酚的组分及其评价[J]. 植物遗传资源学报,2009,10(3):378-384
- [18] 刘三才,朱志华,李为喜,等. 谷子品种资源微量元素硒与蛋白质含量的测定与评价[J]. 中国农业科学,2009,42(11):3812-3819
- [19] 王力荣. 我国果树种质资源科技基础性工作30年回顾与发展建议[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(3):343-349
- [20] 中国棉花学会. 中国棉花科技未来发展十年(2006-2015)规划[C]//中国棉花学会2007年年会论文汇编. 安阳:中国棉花学会,2007:1-6
- [21] 杜雄明,孙君灵,周忠丽,等. 棉花资源收集、保存、评价与利用现状及未来[J]. 植物遗传资源学报,2012,13

- (2):163-168
- [22] 段乃雄,姜慧芳. 油料作物种质资源的研究现状与发展对策[J]. 中国农业科技导报,2002,4(3):14-17
- [23] 王昆,刘凤之,肖艳宏,等. 苹果种质资源果实数量性状评价分析[J]. 中国果树,2007(5):14-17
- [24] 赵剑波,姜全,郭继英,等. 桃不同种质资源成熟果实葡萄糖、果糖含量比例研究[J]. 中国农业大学学报,2008,13(2):30-34
- [25] 刘崇怀,孔庆山,郭景南,等. 葡萄品种资源果实重要经济性状分析[J]. 中国农学通报,2003,19(4):74-76
- [26] 魏秀清,邓朝军,章希娟,等. 枇杷种质资源可溶性固形物含量分析[J]. 福建果树,2009(2):53-58
- [27] 钱森和,张艳,王德森,等. 小麦品种戊聚糖和溶剂保持力遗传变异及其与品质性状关系的研究[J]. 作物学报,2005,3(7):902-907
- [28] 冯波,舒守贵,张爱民,等. 麦类作物种子中戊聚糖研究进展[J]. 植物学通报,2006,23(2):215-223
- [29] 李春喜,邱宗波,姜丽娜,等. 河南若干小麦品种籽粒戊聚糖含量的初步研究[J]. 西北植物学报,2002,22:1185-1190
- [30] 姜振峰,陈庆山,杨庆凯,等. 大豆种质资源贮藏蛋白亚基研究[J]. 东北农业大学学报,2006,37(5):596-603
- [31] 刘春,王显生,张占琴,等. 大豆种子贮藏蛋白亚基含量变异种质的筛选与创制[J]. 湖南农业大学学报,2008,34(3):249-255
- [32] 赵越,孙岩,胡国华,等. 黑龙江省高皂甙大豆种质资源筛选[J]. 大豆科学,2009,18(4):755-757
- [33] 王春娥,赵团结,盖钧镒. 中国大豆资源异黄酮含量及其组成的遗传变异和演化特征[J]. 中国农业科学,2010,43(19):3919-3929
- [34] 刘淑艳,刘忠松,官春云. 芥菜型油菜种质资源研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(3):351-358
- [35] 王海平,李锡香,刘新艳,等. 大蒜素 UPLC 检测体系优化及其在大蒜资源评价中的应用[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(6):936-945
- [36] 吴云鹏,张业伦,肖永贵,等. 小麦重要品质性状的 QTL 定位[J]. 中国农业科学,2008,41(2):331-3391
- [37] 聂继云,李志霞,李海飞,等. 苹果理化品质评价指标研究[J]. 中国农业科学,2012,45(14):2895-2903
- [38] 朱志华,王文真,刘三才,等. 近红外漫反射光谱分析技术在作物种质资源品质性状鉴定中的应用[J]. 现代科学仪器,2006(1):63-66
- [39] 陈锋,何中虎,崔发群,等. 利用近红外透射光谱技术测定小麦品质性状的研究[J]. 麦类作物学报,2003,23(3):1-4
- [40] 陈锋,何中虎,崔发群. 利用近红外透射光谱技术测定小麦籽粒硬度的研究[J]. 作物学报,2004,30(5):455-459
- [41] 姬玉梅. 近红外光谱技术在小麦品质育种中的应用研究[J]. 湖北农业科学,2012,51(10):2096-2097
- [42] 何中虎,晏月明,庄巧生,等. 中国小麦品种品质评价体系建立与分子改良技术研究[J]. 中国农业科学,2006,39(6):1091-1101
- [43] 蔡义忠. ICARDA 麦类种质资源研究[J]. 世界农业,1993(11):17-19
- [44] Graham R D. Biofortification: A global challenge program [J]. Int Rice Res Notes, 2003, 28(1): 4-8
- [45] Banziger M, Long J. The potential for increasing the Fe and Zinc density of maize through plant breeding [J]. Food Nutr Bull, 2000,21:397-400
- [46] Komiyama S. Studies on methods of cultivation and quality evaluation of vegetables for their quality improvement [J]. RepHokkaido Prefectural Agr Exp Stations,2010,128:1-80
- [47] Sanchez-Giraldez H, Ramos M, Zambrana E, et al. Traditional and commercial tomato cultivars evaluation for organic horticulture in two regions of Spain, Caceres and Madrid [C]. Lisbon :XX-VIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People, 2012,933:53-60
- [48] Whitaker V M , Plotto A, Hasing T, et al. Fruit quality measures from a historical trial of University of Florida strawberry cultivars [J]. Int J Fruit Sci, 2013,13(1/2):246-254
- [49] Shetty N V, Wehner T C. Screening the cucumber germplasm collection for fruit yield and quality [J]. Crop Sci,2002,42(6):2174-2183
- [50] Diamanti J, Capocasa F, Balducci F. Increasing Strawberry Fruit Sensorial and Nutritional Quality Using Wild and Cultivated Germplasm [J/OL]. Plos One, 2012,7(10):1-16
- [51] Bordes L, Branlard G, Quiry F X , et al. Agronomic characteristic, grain quality and flour quality of 372 bread wheat in a worldwide core collection [J]. J Cereal Sci, 2008,48:569-579
- [52] Silva D, Pedro R, Rosa I, et al. Physiological quality of soybean (*Glycine max* L.) seeds during to processing [J]. Semin-Cienc Agrar,2011,32(4):1219-1229
- [53] Silva D, Oliverira C, Ferreira G, et al. Influence of processing on the protein quality of new soybean cultivars intended for human food [J]. Rev Nur,2010,23(3):389-397
- [54] Obasi M O, Gssaakpa T S. Evaluation of seed quality in long-staple cotton (*Gossypium barbadense*) [J]. Indian J Agr Sci,2007,77(6):354-356
- [55] IRRI. Golden Rice and vitamin A deficiency [EB/OL]. (2012-01-06) [2013-03-01]. http://www.irri.org/images/stories/Golden_Rice/Golden_Rice_Project_Brief_2012.pdf
- [56] Howarth B, Bonnie M. The Biofortification Challenge Program [C]. Annual Report for the Executive Council of the CGIAR, 2006:31-33
- [57] HarvestPlus. Breeding crops for better nutrition [EB/OL]. (2006-01-04) [2013-03-01]. <http://www.harvestplus.org/sites/default/files/brochure.pdf>
- [58] Ziino M, Conduro C, Romeo V, et al. Volatile compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers (*Capsicum annum* L.) of different Calabrian varieties [J]. J Sci Food Agr, 2009, 89(5):774-780
- [59] Maria A A, Rosello S, Nuez F. Evaluation and selection of tomato accessions (*Solanum section Lycopersicon*) for content of lycopene, beta-carotene and ascorbic acid [J]. J Food Compos Anal,2010,23(6):613-618
- [60] Xu Y P, Simon J E, Ferruzzi M G, et al. Quantification of anthocyanidins in the grapes and grape juice products with acid assisted hydrolysis using LC/MS [J]. J Funct Foods, 2012,4(4):710-717
- [61] Gowen A A, O' Donnell C P, Cullen P J. et al. Hyperspectral imaging-an emerging process analytical tool for food quality and safety control [J]. Trends Food Sci Tec,2007,18(12):590-598
- [62] Aristizábal I D. La resonancia magnética y sus aplicaciones en la agroindustria. una revisión [J]. Rev Fac Nal Agr Medellín, 2007,60(2):4037-4066
- [63] Belasque J, Gasparato M C, Marcassa L G. Detection of mechanical and disease stresses in citrus plants by fluorescence spectroscopy [J]. Applied Optics,2008,47(11):1922-1926
- [64] Haff R P, Slaughter D C, Sarig Y, et al. X-ray assessment of translucency in pineapple [J]. J Food Process Pres, 2006, 30(5):527-33
- [65] Nicolai B M, Beullens K, Bobelyn E, et al. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review [J]. Postharvest Biol Tec,2007,46:99-18
- [66] Fassio A, Cozzolino D. Non-destructive prediction of chemical composition in sunflower seeds by near infrared spectroscopy [J]. Ind Crop Prod,2004,20(3):321-329
- [67] Peng Y K, Lu R F. Prediction of apple fruitfirmness and soluble solids content using characteristics of multispectral scattering images [J]. J Food Eng,2007,82(2):142-152