

全球复合性状转基因作物监管制度的比较分析

朱鹏宇¹, 黄昆仑^{1,2}, 商颖¹, 许文涛^{1,2*}

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;

2. 农业部转基因生物食用安全监督检验测试中心, 北京 100083)

摘要: 首例转基因大豆于1988年诞生以来, 越来越多的转基因性状得到了开发, 包括: 抗虫型, 抗除草剂型等。随着农业育种的发展, 现有的单一性状转基因作物已经不能满足农业的需求, 聚合多种优良性状的复合性状转基因作物成为了转基因作物发展的趋势。复合性状转基因作物的不断研发, 使不同的国家和地区制定了不同的复合性状转基因作物的监管和安全评价制度。本文归纳对比了现阶段不同国家和地区针对复合性状转基因作物的监管措施, 通过对国际先进的监管制度进行总结, 从而对我国的复合性状转基因作物的监管提供有效的依据。

关键词: 复合性状转基因作物; 监管措施; 安全评价

The comparison and analysis of global stacked transgenic plant ruling regulations

ZHU Peng-Yu¹, HUANG Kun-Lun^{1,2}, SHANG Ying¹, XU Wen-Tao^{1,2*}

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. The Supervision, Inspection and Testing Center of Genetically Modified Organisms, Ministry of Agriculture, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: Since the first transgenic soybean had been developed in 1988, more and more characters were achieved, including the insect- and herbicide-resistance. However, as the development of the breeding technology, the transgenic crops of single-character were not able to meet the demands of modern agriculture. The stacked transgenic plants that combine different characters have gradually raised the public's attention. As the rapid development of the stacked transgenic plants, many countries and groups have declared different ruling and safety assessment regulations to govern the new-developed plants. In this paper, different ruling regulations and safety assessment were inducted; the efficient evidence of the stacked transgenic plants was provided for the supervision of the stacked transgenic plants.

KEY WORDS: stacked transgenic plants; ruling regulation; safety assessment

基金项目: 农业部转基因重大专项(2014ZX0801202B)

Fund: Supported by the National GMO Cultivation Major Project (2014ZX0801202B)

*通讯作者: 许文涛, 副教授, 博士生导师, 主要研究方向为食品安全。E-mail: xuwentao1111@sina.com

*Corresponding author: XU Wen-Tao, Associate Professor, College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing, China, The Supervision, Inspection and Testing Center of Genetically Modified Organisms, Ministry of Agriculture, Beijing, China. E-mail: xuwentao1111@sina.com

1 引言

从 1988 年全球首例抗草甘膦转基因大豆诞生以来^[1], 很多转基因作物性状都批准上市, 包括: 抗除草剂性状、抗虫性状等。但是, 现代育种的发展对转基因作物性状的要求也越来越高, 传统的单一性状已经不能满足现代农业的要求, 于是就诞生了聚合两种或者多种转基因性状的复合性状转基因作物。

复合性状转基因作物指的是在含有两个或者多个的转基因性状的转基因植株。其主要包括三种不同的获得方法: 第一种是转化现有的转基因作物——将目的基因导入已经获得批准的转基因作物中; 第二种是将两种不同性状对应的基因连接成一个载体, 然后一次导入到受体植物的基因组中; 第三种是利用现有的已经获得转基因作物, 通过常规育种的方式进行不同性状的融合。目前, 进行生产应用的复合性状的转基因植物主要是第三种类型, 这一类的复合性状的转基因作物可以将现代基因育种与传统育种相结合, 从而达到使用方便, 成本低廉的目的。本文法律法规所涉及到的复合性状转基因作物指的是第三种类型的作物。

2 复合性状转基因作物的发展背景和现状

由于单性状的转基因作物已经不能满足现代农业的需要, 复合性状转基因作物在最近几年迅速崛起。根据 ISAAA^[2] 的统计, 2013 年全球转基因作物种植面积达到 1.75 亿公顷, 相较于 2012 年的 1.7 亿公顷增长了 3%, 较于 1996 年转基因作物的种植面积提高了 100 多倍。其中复合性状转基因作物种植面积为 4700 万公顷, 占全球转基因作物种植面积的 27%, 相较于 2012 年 4370 万公顷有明显的增加(如图 1)。与单性状转基因作物相比, 复合性状转基因作物有如下的优势^[3]: 一是将传统育种方式和现代基因育种方式相结合, 达到了创新和节约资源的目的; 二是扩展了转基因作物的应用范围, 可以满足多元化的发展需求; 三是提高了现有的转基因作物的资源利用率, 以现有的转基因作物为育种材料, 充分整合资源, 节省了研究过程, 降低了研发成本。

传统育种方法生产的复合性状转基因作物与基因育种相比, 最重要的优点是在传统育种的过程中并没有涉及到外源基因的重组, 既没有在目标基因组中插入额外的片段, 也不存在有对现有基因组进行修饰。因此, 用传统育种方法研发的复合性状转基因作物不是一个新的转基因品系, 对复合性状的转基因作物进行安全评价主要表现在不同性状之间的相互影响, 即不同性状基因的互作。迄今为止, 在全世界各地都没有发现因为基因互作而产生的安全问题, 但是受到技术发展, 经济利益等因素的限制, 全球不同的国家都对复合性状转基因作物持有不同的态度, 采取不同

的管理模式。

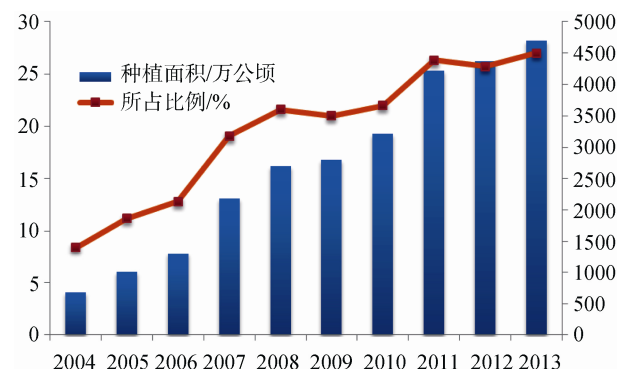


图 1 近十年全球复合性状转基因作物种植面积和所占比例
Fig. 1 The planting area and coverage of the stacked transgenic plants in a recent decade

3 国际间不同复合性状转基因作物监管措施的比较

3.1 国际组织制定的复合性状转基因作物评价指南比较

迄今为止, 国际上对复合性状转基因作物的监管和评价并没有一套统一的管理方法和标准, 对此, 一些国际组织和种子机构为了推动复合性状转基因作物的发展制订了技术指南。

在复合性状转基因作物识别标识方面, 经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)不将复合性状转基因作物认为是一个新的转基因品系。根据经济合作与发展组织的标识规定^[4], 每一个商业化的转基因品系都对应一个九位数的识别码, 但是对于用传统育种方法开发的复合性状转基因作物, 经济合作与发展组织不授权识别码, 只是把多个亲本的识别码进行组合使用。

在安全评价的程序方面, 1995 年世界卫生组织^[5](World Health Organization, WHO)颁布的标准认为, 通过传统育种方法得到的复合性状转基因作物应该与其两个亲本具有实质等同性, 并且传统育种会消除转基因亲本的不稳定性和可能产生的二级效应。该规章中还提到, 两个不同性状之间的杂交可能会产生新的转基因性状。比如, 一个晚熟性状的转基因番茄和一个抗虫性状的转基因番茄具有实质等同性, 那么这两种转基因番茄品系的杂交后代与亲本都具有实质等同性。1996 年联合国粮食及农业组织^[6](Food and Agriculture Organization, FAO)提出, 转基因作物之间进行传统育种有可能产生新的转基因品系, 如果亲本的两个转基因品系都通过安全评价的话, 新转基因品系的安全评价方式应该按照传统育种作物的评价方式来进行。

该指南明确界定了单性状的转基因作物与复合性状转基因作物之间安全评价程序的差异。2005年国际种子联盟^[7](International Seed Federation, ISF)提出,如果一个转化事件被证明是安全的,那么含有这个转化事件的植株进行传统育种产生的新型植株也是安全的。2005年国际作物生命协会^[8](Crop Life International, CLI)提出,用传统育种方法研发的复合性状转基因作物应该跟传统育种方法研发的其他作物进行相同的安全评价的流程,除非有事实表明,这些性状之间存在相互作用或者会影响相同的代谢途径。

从以上国际组织制定的评价指南上看,所有组织都将通过传统育种方式研发的复合性状认为与亲本的植株具有实质等同性。在进行安全评价的过程中,不需要进行多余的安全评价步骤。

3.2 不同国家和地区复合性状转基因作物监管措施比较

按照复合性状转基因作物监管的严格程度,可以将世界上主要国家和地区的监管政策分为三类——宽松型,代表国家为加拿大,美国,澳大利亚(新西兰)等;适中型,代表国家为巴西,阿根廷,日本等;严格型,代表地区为欧盟。

3.2.1 宽松型监管措施

宽松型监管政策的代表国家为美国,加拿大,澳大利亚(新西兰)等,这些国家和地区复合性状转基因作物监管政策的主要特点是对依赖单一品系的转基因作物,在大多数情况下,如果单一品系的转基因作物得到批准,则不对复合性状转基因作物进行单独审批。

美国转基因作物管理是通过农业部(United States Department of Agriculture, USDA),食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA),环境保护局(Environmental Protection Agency, EPA)协同进行的。农业部负责转基因作物的安全种植;食药监局负责食品,饲料和添加剂的规范使用;环保署负责植物性杀虫剂的管理。美国对复合性状的管理政策是按照单一性状进行的^[9]。如果复合性状转基因作物中单一转化事件已经得到批准,则不需要提交完整的安全评价资料。但是如果复合性状转基因作物中含有多个抗虫基因,需要向环境保护局提供安全评价证明。安全评价证明包括目的蛋白的表达量和目的蛋白对非靶标生物的影响等。

加拿大转基因作物管理是通过食品检验署(Canada Food Inspection Agency, CFIA)和卫生部(Canada Health, CH)协同进行的。与美国类似,加拿大监管政策是针对单一性状的,复合性状转基因作物不需要提交申请材料。但是在生产应用前应当自行完成安全评价,食品检验署在60天内确定是否需要额外的安全评价实验。但是现在还没有一例进行过额外的安全评价^[10]。

澳大利亚复合性状转基因作物监管措施和美国本质

上相同。监管只是针对单一的转化事件进行评价,另外需要研发单位提供不同性状之间是否会有相互作用以及对环境的不利影响的安全评价材料。由于该地区特殊的地理位置,所以其在监管措施中加强了对环境安全的风险分析,评价对象也不只是抗虫基因^[11]。

3.2.2 适中型监管措施

适中型监管政策的代表国家为日本,阿根廷,巴西等。这一类国家对复合性状转基因作物监管政策的主要特点是主要依靠单一性状转基因作物的审批结果,但是额外需要一些联系的信息,也需要单独的对复合性状作物进行审批。

这一类国家中最典型的是日本。日本从代谢和目的蛋白的表达水平上对复合性状转基因作物进行区分,并将现在转基因作物的性状分为3级:第1级是外源插入序列不会影响宿主植物本身的代谢途径;第2级是外源插入基因可以对宿主植物本身的代谢途径产生影响(抑制或者促进);第三种是外源插入序列可以在宿主植物内部引入一个新的代谢途径。对于第1级转基因作物生产的复合性状作物不需要提供额外的安全评价信息,只需要提交简单的证明转基因性状之间不存在互作的材料即可;对于带有第2级或者第3级的性状,需要进行严格的个案分析(case-by-case)。在安全信息评价信息出处上,由于日本国土面积的限制,安全评价的信息可以来自全世界的所有地方,不需要单独进行本国的安全的评价。另外,日本复合性状转基因作物安全评价是一个连续的过程,也就是说,在批准复合性状之前要对单一性状进行审批^[12]。

阿根廷是全球12个允许种植复合性状转基因作物国家之一。其中阿根廷国内复合性状作物种植面积在12个国家中排名第二,仅次于美国,是种植面积最大的发展中国家。在转基因作物的监管策略上,该国施行分阶段的管理政策,首先要通过农业生物技术咨询委员会的风险评估实验,其次要通过全国农产品健康和质量管理部的食品安全评估,还要经过国家农业食品市场部的市场分析,最后才能获得最终批准。在复合性状转基因作物的监管策略上,该国的食品和饲料应用不需要单独的审批步骤,种植许可上,2011年新颁布的法规作出了详细的说明。如果复合性状转基因作物中的单一性状都已经通过了商业许可,那么该复合性状转基因作物只需要提供简单的关联数据就可以;如果复合性状转基因作物含有未批准上市的转基因品系,那么则可以将该复合性状当作一个新的转基因作物进行审批流程。对于杂合有超过三种的复合性状转基因作物,需要对该复合性状品系以及其所有的中间体进行完整的审批。

3.2.3 严格型监管措施

严格型监管政策的代表地区是欧盟。欧盟对复合性状转基因作物采取重新评价原则,对复合性状中基因的判断依据涵盖了所有的单个转基因性状安全评价资料。欧洲食

品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)发布的安全评价指导书, 将复合性状转基因作物分为 A、B 两类, A 类为由已经得到授权的或者正在进行安全评价的转基因作物作为亲本杂交得到; B 类为由未获得授权的转基因作物作为亲本杂交得到。A 类复合性状转基因作物的安全评价基于亲本的安全评价资料, B 类基于复合性状本身, 将复合性状作为一个新性状以进行安全评价。

欧盟对复合性状转基因作物的安全评价流程分为 4 个层面, 即分子特征评价, 对比分析, 环境影响评价, 毒性过敏性评价和营养评价。分子特征评价主要是对外源基因插入位点的完整性和遗传稳定性进行评估, 另外也必须要对目的基因的表达水平进行评估。如果分子特征的评估结果显示目的基因在杂交的过程中存在变化, 则必须对该复合性状转基因作物进行环境影响和毒性过敏性评价。对比分析是以实质等同性为原则的, 将复合性状转基因作物与参照物进行比较分析, 得出复合性状转基因作物的非期望效应, 由于在复合性状研发过程中可能会存在有目的基因之间的互作, 所以欧盟规定必须对复合性状转基因作物进行对比分析^[13]。

4 复合性状转基因作物对监管措施带来的挑战

复合性状转基因作物对各国监管措施和安全评价体系提出了新的要求, 主要体现在检测技术和非期望效应的处理上。

4.1 复合性状转基因作物对转基因作物检测技术的挑战

传统的转基因作物检测技术是以外源插入片段为基础的 PCR 检测技术, 其中特异性最高的是转化事件特异性 PCR(Event-specific PCR), 这种 PCR 检测技术的目的检测区域是外源插入基因与植物基因组的连接区域, 具有极强的特异性, 并已经得到了广泛应用。但是复合性状转基因作物是通过单一性状转基因作物进行传统杂交育种得到的新型转基因作物, 其在外源基因和植物内源基因组的连接区域与单一性状转基因作物相同, 所以这种方法无法单独应用在复合性状转基因检测上。目前对于复合性状转基因作物的检测方法主要有单粒多重 PCR 法和多元统计定量 PCR 法。

单粒多重 PCR 法是 Hiroshi 等^[14]2005 年开发的一种基于单粒检测和多重 PCR 的复合性状转基因作物检测方法。这种方法将单粒的作物样品进行基因组提取, 用多重 PCR 对其 DNA 进行扩增, 最后通过目的条带的条数和位置确定是否为复合性状转基因作物。这种方法对于单一样品无混杂的复合性状转基因样品可以实现简单快速的鉴定, 但是无法实现混合样品中各组分的绝对定量, 所以这种方法在实际混合样品检测中没有实际应用。

多元统计定量 PCR 法是 Xu 等^[15]2009 年开发的基于定量 PCR 和通用接头多重 PCR 的检测方法。这种方法首先用通用接头多重 PCR 对样品进行高通量筛选, 后续针对转化事件特异性引物进行定量 PCR, 最后通过多元数据分析, 得出混合样品中各组分的绝对含量。这种方法对于可以对混合样品中的复合性状组分进行绝对定量, 但是样品基质的复杂性决定了该方法会存在一定的组间偏差, 另外本实验的工作量会随复合性状体系复杂程度的提高而升高。

由上可以看出, 与传统单一性状转基因作物检测技术相比, 复合性状转基因作物的检测技术现在还不够成熟, 还没有一套完整的检测技术体系。还无法实现对复合性状转基因作物的快速田间检测, 另外对复杂混合样品中复合性状转基因作物的定量还缺少系统深入的研究。

4.2 非期望效应对复合性状转基因作物安全评价的挑战

非期望效应是指排除了目的基因的预期效应后, 转基因作物在表型、组分等方面表达出来的与亲本具有明显差异的具有统计学意义的效应。非期望效应分为目标导向型(targeted approaches)和非目标导向型(non-targeted approaches)两种。目标导向型只要偏重作物中的各种营养成分的偏差, 比如氨基酸, 蛋白质, 脂肪酸等。这种评价方式主要是针对已知可能产生的非期望效应进行评价, 对于未知的潜在非期望效应一般都无法获取。非目标导向型策略是从分子、蛋白质和代谢层面上对非期望效应进行评价。主要评价方法包括: DNA 微阵列技术, 蛋白质双向电泳技术, 代谢质谱, 核磁共振技术等。

前些年, 非期望效应的评估主要专著于目标导向型的评价方式。国际组织也基于这种评价方式建立了一系列的检测标准。但是通常认为, 通过目标导向型的评价只可以预期已知的非期望效应, 对于未知潜在的非期望效应不能得到鉴别。近几年, 随着分子、蛋白相关检测技术的发展, 人们开始着重于非目标导向型的非期望效应评价方式, 这种评价方式从基因组、蛋白表达、代谢物分析上对非期望效应进行评价, 可以更全面的识别可能的非期望效应。

复合性状转基因作物潜在的非期望效应可能出现在多基因导入可能会产生的叠加效应, 传统杂交育种转入多种性状之间可能会存在互作效应, 转入基因有可能会对植物本身代谢途径产生的影响等。

欧盟认为转基因作物之间进行杂交有可能会产生更加明显的非期望效应, 所以在复合性状转基因作物审批过程中必须要进行非期望效应的评估。但是以美国为代表的宽松型监管政策的国家认为, 非期望效应在传统杂交育种中本身就存在, 而且现在还没有一个针对传统育种非期望效应的评价体系, 但是在复合性状转基因作物的开发过程中, 会对复合性状转基因作物进行各个方面的评估, 并采

表 1 全球各国和地区复合性状转基因作物批准情况对比
Table 1 The comparison of approval status between different countries and areas

	中国	欧盟	阿根廷	巴西
作物用途	工业用途	食用, 工业加工	食用, 工业加工, 商业化种植	食用, 工业加工, 商业化种植
是否允许商业化种植	否	否	是	是
批准物种	油菜, 玉米, 大豆	油菜, 棉花 ^a , 玉米, 大豆	棉花, 玉米, 大豆	棉花, 玉米, 大豆
批准数量	5 种	28 种 ^b	13 种	18 种

^a: 欧盟有两个复合性状转基因棉花正在进行审批, 分别为: MON15985 x MON1445 和 MON531 x MON1445;

^b: 28 种品系中包括两个正在审批的品系。

用多代育种的方式筛选有可能产生的非期望效应, 所以不需要对复合性状转基因作物进行非期望效应的评估。

目前全球现在还没有完善的基于分子和代谢水平的非期望效应的评价体系。对于转基因作物的非期望效应的评估还主要停留在营养成分和抗营养因子的水平上, 但是对于复合性状转基因作物来说, 非期望效应的评估重点应该在分子和代谢水平上, 所以建立基于分子, 蛋白, 代谢水平上的非期望效应评价系统是未来复合性状转基因作物安全评价系统的发展方向。

5 各国复合性状转基因作物的监管措施对中国的借鉴

除欧盟之外, 世界各个国家和地区都对复合性状转基因作物抱有积极的态度, 都不将复合性状转基因作物认为是一种新的转基因品系。复合性状转基因作物将传统育种与现代基因育种相结合, 在现有性状得到批准的前提下, 复合性状转基因作物既可以节省研发的人力物力, 又可以通过简单的传统育种来确保复合性状转基因作物的安全性, 这对于转基因技术的发展有极大的促进作用。

随着现代农业的发展, 单一性状已经不能满足我国农业现状的需要, 但是研发新型的转基因品系又需要巨大的人力物力, 所以开发复合性状转基因作物已经成为了转基因作物发展的方向。从全球的范围来看, 已经有超过 200 种上市的复合性状转基因作物, 我国仅批准使用 5 种, 与世界上大部分国家和地区存在明显的差距(如表 1)。为了更好的将复合性状转基因作物在国内进行推广, 我国就必须制定高效可行的复合性状转基因作物监管体系。

目前, 中国还没有建立复合性状转基因作物的评价体系。现批准的复合性状转基因作物是完全按照单一性状转基因作物的审批流程进行审批, 在所有国家和地区中是最严格的, 这样可以实现对复合性状转基因作物所有潜在风险的综合评估, 但是这个过程相对于其他的国家和地区比较繁琐, 消耗了大量的人力物力。相对于美加等国的宽松政策和欧盟的严格政策, 我认为中国应该借鉴巴西、阿

根廷的监管模式制定我国复合性状转基因作物监管体系。首先, 巴西、阿根廷和我国一样都属于发展中国家, 人口密度都比较大, 都面临着农业危机和粮食短缺危机, 这也符合我国现在的国情; 其次, 巴西、阿根廷和我国一样, 转基因作物也处于发展阶段, 相应的转基因作物检测和安全评价技术也处于不断完善之中; 最后, 巴西、阿根廷所采取的适中型的监管措施既可以评价复合性状转基因作物所带来的未知效应, 又可以有效节省人力、物力、财力, 适合大规模进行推广。

参考文献

- [1] Hinchee MA, Connor-Ward DV, Newell CA, *et al.* Production of transgenic soybean plants using Agrobacterium-mediated DNA transfer [J]. *Nat Biotechnol*, 1988, 6(8): 915-922.
- [2] James C. Global Status of Commercialized Biotech/ GM Crops: 2013[R]. ISAAA. 2014, Brief 43
- [3] 刘培磊, 李宁, 程金根. 不同国家和地区复合性状转基因作物安全评价管理的比较[J]. *农业科技管理*, 2008, 27(3): 23-26.
Liu PL, Li N, Cheng JG. Comparing of administration of genetically modified complex trait crops' safety evaluation in different countries and regions [J]. *Management Agric Sci Technol*, 2008, 27(3): 23-26.
- [4] Pilacinski W, Crawford A, Downey R, *et al.* Plants with genetically modified events combined by conventional breeding: An assessment of the need for additional regulatory data [J]. *Food Chem Toxicol*, 2011, 49(1): 1-7.
- [5] WHO, World Health Organization. Application of the principles of substantial equivalence to the safety evaluation of foods or food components from plants derived by modern biotechnology [S].
- [6] FAO/WHO, Food and Agricultural Organization of the United Nations/World Health Organization. Joint FAO/WHO expert consultation on biotechnology and food safety [S].
- [7] ISF, International Seed Federation. Genetically modified crops and plant breeding [S].
- [8] CLI, Crop Life International. Regulation of plant biotechnology products containing two or more traits combined by conventional plant breeding [S].

- [9] FDA, United States Food and Drug Administration. Premarket notice concerning bioengineered. Foods [S].
- [10] Canadian Food Inspection Agency. Assessment criteria for determining environmental safety of plants with novel trait [S].
- [11] Office of the Gene Technology Regulator of Australia. Technical summary of the risk assessment and risk management plan for application [S].
- [12] USDA Foreign Agricultural Service. Japan Food and agricultural import regulation standards [S].
- [13] 刘柳, 向钱, 李宁, 等. 复合性状转基因植物安全性评价[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(2): 177-180.
Liu L, Xiang Q, Li N, *et al.* Safety assessment on stacked genetically modified plants [J]. *Chin J Food Hyg*, 2011, 23(2): 177-180.
- [14] Akiyama H, Watanabe T, Wakabayashi K, *et al.* Quantitative detection system for maize sample containing combined-trait genetically modified maize [J]. *Anal Chem*, 2005, 77(22): 7421-7428.
- [15] Xu W, Yuan Y, Luo Y, *et al.* Event-specific detection of stacked genetically modified maize Bt11× GA21 by UP-M-PCR and real-time PCR [J]. *J*

Agric Food Chem, 2008, 57(2): 395-402.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



朱鹏宇, 博士研究生, 主要研究方向为转基因作物分子检测。
E-mail: zhupengyu3638@163.com



许文涛, 副教授, 博士生导师, 主要研究方向为食品安全。
E-mail: xuwentao1111@sina.com



“食品风味”专题征稿

人的生活离不开食品, 而食品风味是食品最重要的指标之一, 研究食品风味自然也成了一门非常重要的学问。食品风味是一种食品区别于另一种食品的质量特征, 它是由食品中某些化合物体现出来的。通过对食品风味研究, 我们可以了解不同化合物对风味的贡献, 从而在探究食品风味本质及仿制风味食品制剂方面有重要的作用。

鉴于此, 《食品安全质量检测学报》特别策划了“食品风味”专题, 由北京工商大学宋焕禄教授担任专题主编, 围绕食品风味物质的分析与鉴定、化学特性与风味强度、风味物质的形成、典型食品风味、调节食品风味的产品、调制风味的原理、食品的异味、食品风味质量控制等或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2014 年 10 月份出版。

本刊编辑部及宋教授特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2014 年 9 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部