

文章编号:2095-6002(2013)01-0077-06

引用格式:吴海文,王茂华,任嘉嘉,等. 基于风险分析方法的食品中天然毒素污染防控. 食品科学技术学报,2013,31(1):77-82.

WU Hai-wen, WANG Mao-hua, REN Jia-jia, et al. Study on Natural Toxins Pollution Prevention and Control in Food Based on Risk Analysis. Journal of Food Science and Technology, 2013,31(1):77-82.

基于风险分析方法的食品中天然毒素污染防控

吴海文^{1,2}, 王茂华³, 任嘉嘉⁴, 唐茂芝¹

(1. 国家认证认可监督管理委员会 认证认可技术研究所, 北京 100020;

2. 北京交通大学 经济管理学院, 北京 100044;

3. 国家认证认可监督管理委员会, 北京 100020;

4. 中国农业机械化科学研究院 油脂装备设计研究所, 北京 100083)

摘要: 对食品中天然毒素污染进行风险分析具有重要的公共卫生意义。天然毒素不仅可以污染食品引起食物中毒,而且还具有致癌、致畸、致突变作用。本文在分析食品中天然毒素及危害的基础上,运用风险分析方法对其进行评估,以期对食品中的天然毒素污染防控提出建议。

关键词: 食品;天然毒素;风险分析

中图分类号: TS207.5

文献标志码: A

1960年,在英国东南部农村发生的由黄曲霉毒素(aflatoxin, AF)引起的10万只火鸡死亡事件,在世界范围内引起震惊,同时也开创了真菌毒素研究的历史^[1]。过去几十年,毒素污染问题已受到全球的关注,前人在食品和饲料中的真菌毒素分析方面已作出的很大的努力。同时,毒理学家和流行病学家也针对这些毒素可能产生的人体或动物效应进行了研究^[2]。中国自20世纪70年代起开展了广泛的毒素学研究,在毒素生态学、毒理学、流行病学、疾病预防控制以及食品安全标准等方面进行了卓有成效的工作。

风险分析是近年来国际上出现普遍采用的保证食品安全的一种新的模式举措,其根本目的在于保护消费者的健康和促进公平的食品贸易,同时也是一门正在发展的新兴学科。风险分析(risk analysis)的概念首先被应用于环境科学领域的危害控制中,20世纪80年代末被用于食品安全领域^[3]。1991年在意大利罗马召开的联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization, FAO)和世界卫生组织(World Health Organization, WHO)食品标准、食物化学品及食品贸易会议上,建议食品法典各分委会

及顾问组织“在评价污染物时,继续以适当的科学原则为基础,并遵循风险评估的原则”^[4-8]。近年来,国内学者也在不断尝试将风险分析方法应用于食品毒素的污染防控中。张艺兵等^[9]探讨了食品供应中的真菌毒素风险分析方法,认为真菌毒素污染不可能从食品供给中完全去除,但应用以科学为基础的风险分析来确定其在食品中不至于对健康造成危害的污染水平(允许量、指导水平及最大残留水平)却是可能的,这将有助于国际上真菌毒素法规和控制方法的协调一致,从而促进国际食品贸易的发展;吴斌等^[10]从危险识别、风险特征描述、暴露评估和风险描述4个方面探讨了风险评估在食品中天然毒素方面的应用;Kuiper-Goodman^[11]描述了食品中天然毒素危险性评估的最新进展;刘秀梅^[12]认为需要加强真菌毒素暴露与控制的研究工作,进一步保障食品安全。综上所述,可知国内学者近年来的研究多侧重于真菌毒素的危害分析,而对食品中其他天然毒素的分析鲜有报道。本文在分析食品中天然毒素及危害的基础上,运用风险分析方法对其进行评估,以期对食品中的天然毒素污染防控提出建议。

1 食品中天然毒素及其危害

食品中的毒素主要来源于食品中存在的天然毒素、生物污染、化学污染和食品加工中形成的毒素等4个方面,具体分类如表1.

因化学加工、人为添加及环境污染所导入食品中的有害化合物容易被认知和预防;而许多以食品

的天然组分形式存在的天然毒素,由于毒性大,且与食品混为一体,不容易被识别和确定,从而对健康威胁更大^[13]. 因此本文重点分析食品中的天然毒素及其危害. 天然毒素中,那些由于食品原料自身产生并带进最终食品中的为天然内因毒素,而由食品原料以外其他天然方式产生的且污染食品的或被食品蓄积的为天然外因毒素^[14].

表1 食品中的毒素及其存在形式和成分
Tab. 1 Toxins in food and its existing form and composition

食品中的毒素		毒素的主要存在形式和成分
天然毒素	动物肝脏中的毒素	主要的毒素物质为胆酸、内胆酸、脱氧胆酸和牛磺胆酸构成的混合物,毒性依次为牛磺胆酸 > 脱氧胆酸 > 胆酸 > 内胆酸
	海洋鱼类毒素	金枪鱼、蓝鱼,贮藏在不适宜的条件下容易产生组胺导致中毒
	动物源性天然毒素	是鲑鱼类及其他生物体内含有的一种氨基全氢喹啉型化合物,是自然界中所发现的毒性最大的神经毒素之一,可高选择性和高亲和性地阻断神经兴奋膜上钠离子通道
	河豚毒素	
	贝类毒素	主要为麻痹性贝类毒素和腹泻性贝类毒素
	植物源性天然毒素	某些十字花科甘蓝属的蔬菜如油菜、包心菜、花菜、芥菜等含有以黑芥子硫苷为前体的物质和硫氰酸酯
	生氰糖苷	广泛存在于豆科、蔷薇科和稻科中的糖苷水解形成氢氰酸,如豆类、木薯、杏仁、枇杷、高粱植株等
生物污染	真菌毒素	黄曲霉毒素、杂色曲霉毒素、赭曲霉毒素、玉米赤霉烯酮等
化学污染	重金属、多环芳烃、多氯联苯、残留农药等	
食品加工中形成的毒素	一些加工过程(如烟熏、煎炸、烘烤、高温加热等)中形成的毒素,常见的有:苯并[a]芘,美拉德反应产物如褐变反应中生成醛、酮等还原性中间产物和一些杂环胺,腌肉中形成的亚硝基胺等	

1.1 天然内因毒素及其危害

食用的少数动、植物在生长过程中,某个器官(或部位)会产生一些对人体有害的物质,它们可随着生长期而被破坏或逐渐蓄积,这些有害物质主要分为以下4类.

1.1.1 有毒蛋白质

主要来自植物源性食品,包括血凝素和酶抑制剂,主要存在于某些豆科蔬菜中和豆类食品中. 目前研究发现,血凝素不但能诱导核分裂,还能凝聚血多哺乳动物的红细胞,改变细胞膜的传递体系,改变细胞的渗透性并最终干扰细胞代谢. 而酶抑制剂主要是胰蛋白酶抑制剂和淀粉酶抑制剂,能引起消化不良和过敏反应.

1.1.2 有毒氨基酸

主要指有毒的非蛋白氨基酸. 在发现的400多种非蛋白氨基酸中,有20多种具有积蓄中毒作用,且大都存在于毒蕈和豆科植物中. 它们作为一种“伪神经递质”取代正常的氨基酸,而产生神经毒性;另外,有些含硫、氰的非蛋白氨基酸可在

体内分解为有毒的氰化物、硫化物而间接发生毒性作用;重要的毒性非蛋白氨基酸是刀豆氨酸、香豌豆氨酸、白菇氨酸等. 值得注意的是色氨酸是蛋白氨基酸,现已发现它的某些衍生物对中枢神经有毒.

1.1.3 生物碱

根据生物源特点可分为原生物碱、真生物碱和伪生物碱,典型的生物碱是吡咯烷生物碱. 它能引起摄食者轻微的肝损伤,但中毒的第一反应是恶心、腹痛、腹泻甚至腹水,连续食用生物碱食品2周甚至2年才有可能出现死亡,一般中毒都可康复.

1.1.4 木藜芦丸类毒素

这类毒素包括木藜芦毒素、根木毒素、玫红毒素和日本杜鹃毒素等60多种化合物. 这类毒素主要作用于消化系统、心血管系统和神经系统,是心脏-神经系统毒素. 人畜常见中毒症状有流涎、呕吐、腹痛、腹泻、心跳缓慢、头晕、呼吸困难、肢体麻木和运动失调,中毒后能在24h康复,严重中毒者会出现角弓反张、昏睡和呼吸抑制死亡.

1.2 天然外因毒素及其危害

天然外因毒素大都由附着在食品上的微小生物(有害菌、有害真菌、微藻等)产生,被人类的食物源所吸收并蓄积,最终危害误食者的健康。

1.2.1 食源性细菌毒素

食源性细菌毒素主要包括鲭精毒素和蓝细菌毒素^[15]。鲭精毒素即组胺,食用组胺和其他胺对血管有破坏作用,食用含量较高的食品可引起恶心、呕吐、匍匐潮红、荨麻疹等中毒症状。相比而言,蓝细菌毒素对食品卫生危害较轻。

1.2.2 藻类毒素

藻类毒素是一种食用藻类的鱼贝类蓄积了藻类所产的毒素而引发的中毒,又被称为贝类毒中毒^[16]。目前发现的贝类毒中毒有麻痹性、腹泻性、神经性和记忆丧失性。无论哪一种贝类毒中毒几乎都会导致肢体麻木、呕吐、腹泻等症状,严重的会因呼吸麻痹或中枢神经中毒而死亡。

1.2.3 河豚毒素

这类毒素作为钠离子阻断剂,是最毒的天然产物之一。人类摄取一定量后先有手指、唇舌的刺痛感,然后恶心、呕吐、腹泻,最后肌肉麻痹、呼吸困难、衰竭而死,致死率极高。

1.2.4 真菌毒素

真菌毒素是某些丝状真菌如曲霉属、镰孢霉和青霉属在适宜的温度、湿度等条件下产生的有毒代谢产物^[17-18]。目前已发现的真菌毒素有300多种,其中研究较为深入的有十几种,如黄曲霉毒素(aflatoxins,包括AFB₁、AFB₂、AFG₁、AFG₂和AFM₁)、伏马菌素(fumonisin,包括FB₁和FB₂)、赭曲霉毒素A(ochratoxin A, OTA)、单端孢霉烯族化合物(trichothecenes)、展青霉素(patulin, Pat)和玉米赤霉烯酮(zearalenone, ZEN)等。产毒真菌污染食品后,在食品中产生真菌毒素使食用者中毒,有些毒素可以诱导基因突变和产生致癌性,有些能显示出对特定器官的毒性,而有些具有其他的毒性机理。

2 风险分析在食品中天然毒素防控的应用

风险分析由风险评估、风险管理和风险交流构成。风险评估是由科学家完成的对人体接触食源性风险而产生的已知或潜在的对健康不良作用的科学评价,风险性管理是由各国政府管理者完成的,风险交流是风险性评估者、风险性管理者和其他有关团

体之间相互交流有关风险性信息、情报和意见的过程^[19-21]。笔者在前人研究的基础上编制了天然毒素的风险分析的程序,如图1。

2.1 风险性评估

风险性评估由危险的识别和特征描述、暴露评估和风险的描述等步骤完成^[22]。风险评估的结果可作为制定国家食品安全监管措施的依据外,还可用于确定国家食品安全监管的重点和优先领域,以及评价食品安全监管措施的效果。

2.1.1 危险识别和特征描述

危害识别是对某种已知或潜在影响健康因素的识别;危害特征描述是指食品中具有对健康产生不良作用的生物性、化学性、及物理性因素的定性或定量评价^[23]。危险的识别和描述是风险评估的推理阶段,也称为剂量-反应评估外推。危害描述的目的是对“安全剂量”的推测,如临时每日允许摄入量(provisional tolerable daily intake, PTDI)或等同的这个词“可耐受的”。一般来说,(P)TDIs只有依据作用后机理和模型,当剂量和效果关系可能存在阈值时才能确定。天然毒素具有很广的毒理学效应,可对细胞学过程产生多种影响。因此,这种生物学效应的多样性需要一个一个地评估,而且需要不同的推理归纳技术。

2.1.2 暴露评估

暴露评估是指可能摄入污染物程度的定性或定量评估。近年来,通过对人体组织和体液的直接监测来评估摄入情况的研究日益增多。虽然可以通过灵敏、可靠的分析方法对有代表性的食物进行分析来得到天然毒素含量在食用前可能发生的变化,或者与食品发生的反应,或在原料加工过程中的降解、蓄积,但是目前只有少数几种天然毒素得到了可靠和有效的分析方法。因此,目前常用的评估方法是基于其在不同食品中的含量及人对这些食品的摄入量,通常采用3种方法:总膳食研究、个别食品的研究及双份饭研究^[24]。这3种毒素评估的方法都是以膳食为载体,因此也可以说天然毒素的暴露评估是通过膳食暴露评估来实现的。膳食暴露评估是食品危险评估的重要组成部分,是对生物性、化学性与物理性因子通过食品或其他相关来源摄入量的定性或定量评估对食品摄入量的评估即人群对含有农药和兽药残留、污染物的某种食品的平均消费量与该食品中非食源添加剂或污染物平均残留物浓度相乘,除以人群平均体重。天然毒素暴露评估的目的在于求得某毒素的剂量以及暴露的频率、时间长短、

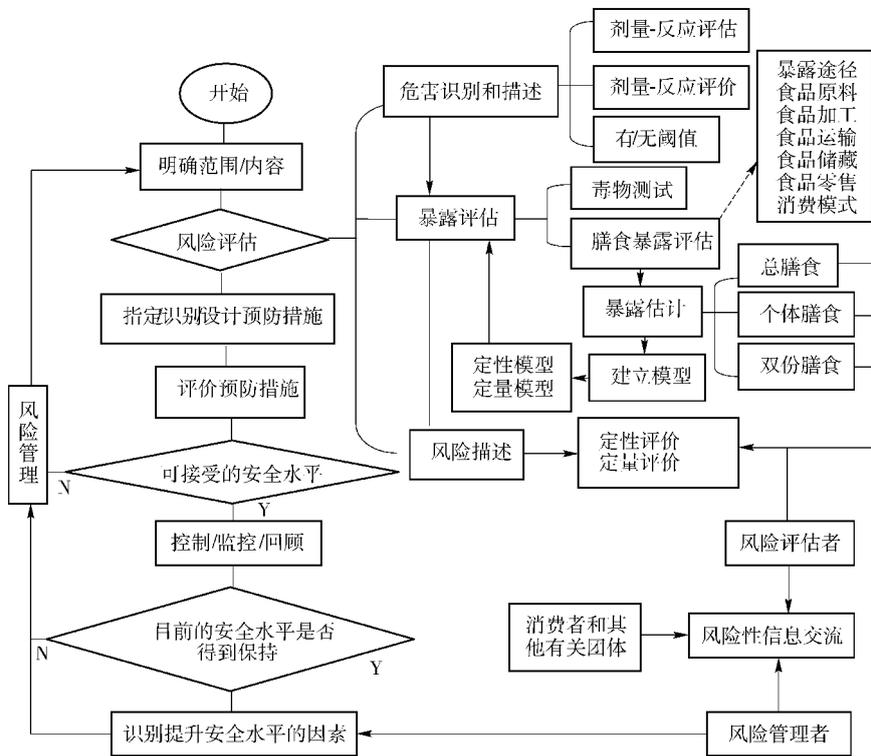


图1 天然毒素的风险分析程序

Fig. 1 Natural toxins in risk analysis process

途径和范围等,由于剂量决定毒性,所以毒素的膳食摄入量估计需要有关食品消费量和这些食物中相关化学物质浓度的资料。

2.1.3 风险描述

风险描述是定性或定量的评价,包括对暴露人群的严重程度和发生的可能性,或者缺乏对已知和潜在的不良健康作用资料等的不确定性,它在危害识别、危害描述和暴露评估这3个步骤的基础上,对既定人群中存在的已知或潜在的危害发生的可能性和严重程度(包括不确定性因素)进行定性或定量的估计。

风险描述也可以是建立的人一生中非显著风险的每日暴露水平(即暴露量必须低于每日可耐受摄入量(tolerable daily intake, TDI)值或安全剂量的程度)。对不能被确定TDI的物质,人的暴露量与在试验动物中发现的不良作用间的安全限度可用来作为人发生致病作用可能性的指标。

2.2 风险性管理

风险管理是指权衡可接受的、减少的或降低的风险,并选择和实施适当措施的政策选择过程,包括可接受的风险、预防措施、措施优化选择、成本-效益、制定法规等。天然毒素的风险性管理首先需要考虑的是保护人类健康,此外还应考虑其他合法因

素,如食品的生产、加工、储藏、运输、技术水平、经济承受力、可行性等。

2.3 风险交流

天然毒素风险性信息交流是在风险性评估者、风险性管理者、消费者和其他有关团体之间进行的关于天然毒素风险性信息和意见相互交流的过程。为了使所有参与者理解和执行风险性管理的决策,提高整个风险性分析过程的效果,培养公众对食品安全的信任与信心,进行风险性交流是必要的。在进行风险性信息交流时,需要在所有参与者之间讲述所涉及的危害及其存在的风险、主要健康影响、相关管理决策及理由等。进行风险性信息交流的形式多样,可以采取网络互动、会议交流、娱乐聚会、健康宣教和发放宣传手册等。

我国的世界贸易组织(World Trade Organization, WTO)卫生与植物卫生措施(Sanitary and Phytosanitary, SPS)通报机构设在商务部,代表我国政府受理WTO成员、企业或个人提出的咨询;SPS国家咨询点设在国家质量监督检验检疫总局,负责WTO和SPS通报咨询的国内协调,并受理和答复有关咨询。我国按照SPS协定及时向WTO成员国通报相关措施,并答复国外对我国通报SPS措施的评价意见,在风险信息交流方面较以往有了长足发展。

3 结 语

综上所述,风险分析在科学评估食品中天然毒素的危害水平、制定切实有效的保障食品安全的管理措施、降低危害、更好地保护人类健康方面有着极其重要的作用。然而,国内学者更侧重于对已知毒素的分析检测方法和标准的研究,这些研究仅属于风险暴露评估中的一种技术手段。对于很多可能存在的毒素及其对食品的不同污染途径和污染程度,它们的暴露量很难科学定量评估,除了加强对危害性进行监测外,更应该采用一种更加系统的评价分析方法进行防控。

风险分析方法的优势在于通过实际数据的积累和专家“头脑风暴”和评价将预防措施与实际发生事件进行拟合,通过对风险因子(危险性识别和描述、暴露评估)不断地修正,使之更加接近事实,最终形成一套相对稳定的、程序性的操作方法。这套方法最终的理想状态是:将不断发现的天然毒素按照不同的污染程度、不同的人群和摄入量划分出高、中、低三种风险级别,为管理者制定保护措施提供科学基础和依据。风险管理者针对不同级别采用不同的管理方式对天然毒素进行污染防控,这样才能够集中有限的监控和研发资源实现对人类最大程度的健康保护。

参考文献:

[1] Adams M, Motarjemi Y. Basic food safety for health workers[R]. Geneva: World Health Organization, 1999: 17-28.

[2] WHO. Evaluation of certain mycotoxins in food[R] // Fifty-sixth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva: World Health Organization, 2002: 1-51.

[3] WHO. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants[R] // Forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization, 1995:35-38.

[4] WHO. Evaluation of Certain Veterinary Drug Residues in Food[R] // Fifty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization, 2000: 93-96.

[5] Hussein H S, Brasel J M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals[J]. Toxicology, 2001, 167(2): 101-134.

[6] Bennett J W, Klich M. Mycotoxins[J]. Clin Microbiol

Rev, 2003(16): 497-516.

[7] Hesseltine C W. Natural occurrence of mycotoxins in cereals mycopathol mycol[J]. Appl Rev, 1974, 53(1): 141-153.

[8] Greldeblom W A, Askiewicz K, Marasas W O, et al. Fumonins-novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by fusarium moniliforme[J]. Applied and Environment Microbiology, 1988, 54(7): 1806-1811.

[9] 张艺兵,张鹏,宋小岩. 食品供应中真菌毒素的风险分析方法[J]. 食品工业科技, 2002, 23(7): 76-78.

[10] 吴斌,陈明生,赵昕. 风险评估在食品中天然毒素方面的应用[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(5): 8-11.

[11] Kuiper-Goodman T. 食品中天然毒素危险性评估的最新进展[G] // 中国微生物学会. 生物安全与健康国际会议论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 59-60.

[12] 刘秀梅. 加强真菌毒素暴露与控制的研究工作进一步保障食品安全[J]. 中国预防医学杂志, 2006, 40(5): 307-308.

[13] 汪立君. 食品中天然毒素的研究[J]. 营养健康新观察, 2003(1): 17-21.

[14] 修桥,郭云峰. 引发食源性疾患的天然毒素研究概况[J]. 中国食品卫生杂志, 2000, 12(6): 41-45.

[15] Charlotte L O. Natural toxins; characterization, pharmacology and therapeutics; proceedings of the 9th world congress on animal, plant and microbial toxins [M]. Michigan: Pergamon Press, 1989.

[16] 李春盛,刘宁. 贝毒素的卫生危害[J]. 中国公共卫生学报, 1998, 17(6): 373.

[17] 李鹏,赖卫华,金晶. 食品中真菌毒素的研究[J]. 农产品加工·学刊, 2005(3): 12-15.

[18] 高通春,王梅,段劲生,等. 食品中真菌毒素的研究进展[G] // 安徽省科协. 安徽食品安全博士科技论坛论文集. 安徽: 合肥工业大学出版社, 2005: 618-623.

[19] 王君,刘秀梅. 食品中真菌毒素危险性分析的方法及现状[J]. 中华预防医学杂志, 2005, 39(6): 430-433.

[20] Brera C, Miraglia M, Marta C. Evaluation of the impact of mycotoxins on human health; sources of errors[J]. Microchemical Journal, 1998, 59(1): 45-49.

[21] 王伟. 我国谷类食品中多组分真菌毒素污染水平和人群膳食暴露评估研究[D]. 济南: 山东大学, 2010: 1-121.

[22] Tritscher A M, Page S W. The risk assessment paradigm and its application for trichothecenes[J]. Toxicology Letters, 2004, 153(1): 155-163.

[23] 王李伟,刘弘. 食品中化学污染物的风险评估及应用[J]. 上海预防医学, 2008, 20(1): 26-28.

- [24] Kroes R D, Lambe J. Assessment of intake from the diet [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2002(40): 327 - 385.

Study on Natural Toxins Pollution Prevention and Control in Food Based on Risk Analysis

WU Hai-wen^{1,2}, WANG Mao-hua³, REN Jia-jia⁴, TANG Mao-zhi¹

(1. *China Certification and Accreditation Institute, Beijing 100020, China;*

2. *School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;*

3. *Certification and Accreditation Administration of the People's Republic of China, Beijing 100020, China;*

4. *Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences Oil and Fat Equipments Research Institute, Beijing 100083, China)*

Abstract: Study on toxin contamination in the food based on risk analysis has public health significance. These natural toxins cause a great threat to human health because of their carcinogenic, teratogenic, mutagenic characteristics. On the basis of the natural toxins and their hazards analysis of food, risk analysis methods was used to assess the hazards, in order to put forward suggestions for pollution prevention and control of natural toxins in food.

Key words: food; natural toxins; risk analysis

(责任编辑:李 宁)

(上接第 63 页)

Study on Extraction and Thermal Stability of Conjugated Linoleic Acid from Sheep Waist Fat

HOU Jian-jun, CHEN Cun-she*, ZHANG Tian-tian, REN Ya-lin, ZHOU Zheng

(*School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China*)

Abstract: The sheep waist was chosen as raw material for grease extraction in this paper. The effect of different solvents, and temperature on extraction of grease and conjugated linoleic acid (CLA) was studied. The results showed that hexane was the best solvent for extraction in comparison with petroleum ether, cyclohexane and ethyl alcohol. The optimum extraction conditions were determined by the orthogonal test as follows: temperature of 60 °C, time of 4 h, and $V(\text{liquid}):m(\text{solid}) = 8 \text{ L/kg}$. Under the optimal conditions, the extraction rate of grease was 88.72% and the content of CLA was 6.31 mg/g. The content of CLA in grease decreased with the increasing temperature while increased slightly at 130 °C.

Key words: sheep waist fat; extraction; conjugated linoleic acid; temperature

(责任编辑:李 宁)