doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2016.06.012 文章编号:2095-6002(2016)06-0069-06
引用格式:宋蓓,宋桂雪,宋薇. 羊乳制品中牛乳源成分的鉴别检测技术[J]. 食品科学技术学报,2016,34(6):69-74.
SONG Bei, SONG Guixue, SONG Wei. Identification and detection techniques of cow milk derived components in goat milk and its products[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016,34(6):69-74.

羊乳制品中牛乳源成分的鉴别检测技术

宋 蓓, 宋桂雪*, 宋 薇
(谱尼测试集团股份有限公司, 北京 100080)

摘 要: 羊乳含有丰富的蛋白质、脂肪和矿物质,与其他乳相比营养组成最接近母乳。羊乳中的脂肪球小,乳糖含量低,并含有丰富的腺苷三磷酸促进乳糖的分解,更适于具有乳糖不耐受症的亚洲成年人和婴幼儿饮用。国内外对羊乳及羊乳粉的需求不断增长。然而由于羊乳产量过低,价格高,不法商家在羊乳及羊乳制品中容易掺入一些价格低廉、方便易得的牛乳及牛乳源成分不时有报道。为了保护消费者权益和健康,规范市场,避免进出口贸易损失,鉴定纯正的羊乳及制品,检测其中的掺假牛乳源成分十分迫切。从免疫学法、色谱法、电泳法、基因检测法等方面综述了目前羊乳及羊乳制品中牛乳源成分鉴别和检测技术。

关键词: 羊乳; 牛乳; 乳制品; 掺假; 检测方法
中图分类号: TS252.7 **文献标志码:** A

乳及乳制品作为人类的主要膳食组成,主要包括牛乳、山羊乳和绵羊乳等。乳及乳制品中的主要营养成分基本相同,但其含量因乳及乳制品的种类不同存在一定差异(见表1)[1-4],同时不同种类的乳及乳制品的物理特性也有所不同(见表2)[5]。羊乳中含有丰富的蛋白质、脂肪、糖类、维生素和矿物质,其矿物质、维生素以及其他微量元素明显高于牛乳,例如钙、磷、维生素A和维生素B,另外还有较高含量的免疫球蛋白[6]。羊乳中蛋白含量高于牛乳并且不含有过敏性蛋白,蛋白质凝结块软且小,颗粒大小均匀,有利于人体消化吸收,尤其是对老人与婴幼儿[7-8]。羊乳的脂肪主要有甘油三酯类组成,其脂肪球小,只有牛乳脂肪球的1/3,并且不饱和脂肪酸含量较高,有利于人体直接利用。与牛乳相比,羊乳中乳糖含量较低[5],并且还有大量的腺苷三磷酸,促进乳糖的分解,大大缓解婴幼儿及某些人群的乳糖不耐症[9]。羊乳不仅具有独特的风味和营养价值,而且还具有保健、易于消化吸收等优点,是世界上公认的最接近人乳的乳品[10]。

全球对羊乳及羊乳制品的消费量不断增加,但羊乳产量低,产量随季节性波动大,其价格也高,一般是牛乳的两倍以上。受高额利润的驱使,违背商业道德在羊乳中掺入价格相对低廉的牛乳来降低成本,已经成了某些厂家的潜规则。而在欧盟,许多乳液及乳制品注册了原产地保护或者地理标志保护来保护其乳产品,尤其是一些由专有地绵羊乳或山羊乳制作的奶酪[11-13]。因此,如何从源头上杜绝羊乳的掺假现象,以及寻求鉴别羊乳中掺有牛乳的方法,已成为当前乳品工业迫切要解决的问题。

目前,不同种类的乳及乳制品的鉴定及检测技术主要有免疫学法、色谱法、电泳法以及基因检测法等。本文从以下几个方面阐述了羊乳中牛乳源成分的鉴定和检测方法,并简要比较了方法之间的优缺点。

收稿日期: 2015-11-10
作者简介: 宋 蓓,女,助理工程师,硕士,主要从事食品检测新方法方面的研究;
*宋桂雪,男,高级工程师,博士,主要从事食品安全和环境安全检测方法方面的研究。通信作者。

表 1 绵羊、山羊乳和牛乳主要组分的含量

Tab. 1 Main components of goat, ewe and cow milks

组分	绵羊乳	山羊乳	牛乳	组分	绵羊乳	山羊乳	牛乳
粗蛋白/($g \cdot kg^{-1}$)	57.7 ± 0.47	40.9 ± 0.18	31.3 ± 0.13	乳清蛋白/($g \cdot L^{-1}$)	6.46	10.76	6.14
蛋白质/($g \cdot kg^{-1}$)	59.4 ± 3.3	33.4 ± 1.6	27.8 ± 2.2	β-乳球蛋白/%	61.1	54.2	59.3
酪蛋白/($g \cdot kg^{-1}$)	93 ± 10	99 ± 12	83 ± 10	α-乳白蛋白/%	10.8	21.4	16.2
αs1-酪蛋白/%	33 ± 8	10 ± 6	37 ± 7	免疫球蛋白/%	20.0	11.5	15.0
αs2-酪蛋白/%	14 ± 2	—	7 ± 1	脂肪/($g \cdot kg^{-1}$)	49.2 ± 0.65	42.6 ± 0.43	32.8 ± 0.28
β-酪蛋白/%	30 ± 5	63 ± 11	2 ± 8	灰分/($g \cdot kg^{-1}$)	9.4 ± 0.04	8.3 ± 0.02	7.4 ± 0.02
γ-酪蛋白/%	9 ± 1	18 ± 4	6 ± 2	总固体量/($g \cdot kg^{-1}$)	162.2 ± 1.08	132.1 ± 0.50	112.0 ± 0.35
κ-酪蛋白/%	14 ± 2	8 ± 2	9 ± 4				

表 2 羊乳与牛乳的物理特性

Tab. 2 Physical properties of goat and cow milks

项目	羊乳	牛乳
色泽	白色	白色稍带黄色
气味	淡膻味	淡香味
滋味	微甜,稍带咸味	微甜,稍带咸味
pH	6.71 ± 0.02	6.72 ± 0.03
酸度/%	0.130 ± 0.004	0.150 ± 0.003
比重* (20 ℃/4 ℃)	1.027 ± 0.000 4	1.031 ± 0.000 7
吉尔涅尔度*/°T	13.36 ± 1.73	16.54 ± 1.34

$n = 10$, $T = 20$ ℃, $\bar{x} \pm SD$; * < 0.05

1 免疫学法

近十年来,随着特异性抗体制备技术的成熟,免疫学法技术已成为了灵敏、快速和可信度高的检测技术,可用来检测和鉴定不同种类的乳及乳制品[14-15]。免疫分析是使用特定单抗和多功能抗体与乳清蛋白、酪蛋白及酪蛋白肽段发生特异性反应,达到检测目的,其灵敏度可小于 0.5%。因酶联免疫吸附测定法(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)成本低,灵敏度高、易于使用,可自动化分析实现快速检测,在食品分析中应用最为广泛。

ELISA 法可以用来鉴别掺有乳源成分的羊乳以及羊乳制品,例如分析掺有牛乳的绵羊和山羊乳奶酪(掺有 0.1% ~1% 牛乳),或者掺有山羊乳的绵羊乳奶酪[16]。Beer 等[17]和 Richter 等[18],利用牛乳中 β-乳球蛋白和 γ-酪蛋白与羊乳中含量的差异,检测出山羊和绵羊奶酪中添加有 0.1% 的牛乳。López-Calleja 等[11]和 Hurly 等[15]选择兔抗牛免疫球蛋白 G(IgG)为单克隆抗体建立间接 ELISA 法检测山羊、绵羊和水牛乳中未经允许添加的低含量牛乳,检测限可达到 0.1%。薛海燕等[19]也利用间接 ELISA 方法,以 β-酪蛋白作为基础,检测出羊乳中掺入牛乳,得到相似的结果,检出限为 4%。

ELISA 法适用于鲜乳、巴氏乳及冷冻乳,因为与酪蛋白和其他乳清蛋白相比,IgG 不易发生水解。由于 IgG 的变性不适用于超高温瞬时灭菌(ultra high-temperature sterilized, UHT)的乳和脱脂乳粉,所以,选择受热相对稳定的牛乳酪蛋白为抗原制备抗体,可以检测 UHT 后的乳及乳制品中牛乳源成分的存在[15]。ELISA 法只适用于单一特定的抗体,而且必须保证所用材料质量[17-18,20];如果食品中含有的配料复杂,以及其在加工过程中经过了热处理,则 ELISA 法的检测效果差[21]。

德国拜发 R-Biopharm 公司利用 ELISA 法,推出羊乳掺假检测的试剂盒,针对不同掺混的样品,检出限分别为 0.1% 牛乳、0.5% 的牛酪蛋白和 1% 山羊乳,需要注意的是有的试剂盒是针对未经过高温加热处理的原乳。同时推出利用胶体金的原理,在 5 min 内快速定性检测羊乳的快速检测试纸条[22]。

2 色谱法

2.1 高效液相色谱法

高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)主要是利用不同种类乳液中乳清蛋白的保留时间不同,来定性不同种类的乳和检测其含量。HPLC 可以将乳清蛋白中的 β-乳球蛋白 A 和 β-乳球蛋白 B 分离,根据峰面积定量,可检出至少 10% 的牛乳掺入[23]。同样也可以以酪蛋白为标记成分,HPLC 法分离牛乳、绵羊乳和山羊乳中的酪蛋白,洗脱后的 α_{s1}-酪蛋白和 para-κ-酪蛋白用离子交换的方式分离,根据不同种类的乳或乳制品中 α_{s1}-酪蛋白和 para-κ-酪蛋白峰面积的差异,可以鉴别乳液种类[16]。反相高效液相色谱法可用于常规

羊乳及羊乳制品中牛乳的检测。但由于一些样品的成分复杂,目前无法检测出山羊、绵羊和牛三种混合乳中以及山羊和绵羊两种混合乳中的山羊乳的含量[20]。

2.2　离子交换色谱法

离子交换色谱法(ion exchange chromatography, IEC)是以离子交换为基础结合液相色谱来快速分析不同种类乳品中的蛋白,适合在实验室使用。阴离子快速蛋白质液相色谱法(anion-exchange fast protein liquid chromatography, anion-exchange FPLC)可以分离出 β-酪蛋白、κ-酪蛋白和 α_s-酪蛋白三种酪蛋白;阳离子交换层析法(cation-exchange chromatography)可以鉴定出 β-酪蛋白、κ-酪蛋白、α_{s1}-酪蛋白和 α_{s2}-酪蛋白四种酪蛋白。离子交换后的酪蛋白可以与免疫学法 ELISA 相结合,对乳及乳制品进行鉴定,可以最低检测到含 1% 的山羊乳的绵羊乳或绵羊奶酪,并且山羊乳中的 α_{s2}-酪蛋白含有最高的免疫活性分数,可能是由于山羊酪蛋白的碎片与数量最多的抗原表位结合[24]。

2.3　气相色谱法

气相色谱法(gas chromatography, GC)是利用二乙二醇琥珀酸酯作为柱子填料分析甲酯化的山羊乳酥油[25]。羊乳制品中短链脂肪酸和中链脂肪酸含量较高,但长链脂肪酸含量较低。羊乳制品中 C6:0、C8:0、C10:0和 C12:0短中链脂肪酸含量均高于牛乳和水牛乳制品,是其他两种乳制品的 2 ~ 4 倍[25-26],其中 C8:0直链脂肪酸含量的差别最为显著。长链脂肪酸中,羊乳制品中 C16:0 和 C18:0以及不饱和脂肪酸 C18:1和 C18:3含量明显低于牛乳和水牛乳制品[25]。以此为基础,可以检测羊乳产品中掺入的牛乳。也可以利用十二烷酸:癸酸(C12:C10)的比值来鉴别羊乳以及羊乳制品中其他乳液的掺伪,例如,在牛乳乳酪中 C12:C10 的比值为 1.16 ± 0.05,山羊乳和山羊乳酪 C12:C10 的比值为 0.46 ± 0.02,绵羊奶酪中 C12:C10 的比值为 0.58 ± 0.05。此方法可以用来鉴别山羊和绵羊乳及奶酪中牛乳及奶酪的掺入,但鉴别其中其他乳或乳制品的掺入则比较困难[27]。

3　电泳法

3.1　聚丙烯酰胺凝胶电泳法

聚丙烯酰胺凝胶电泳法(polyacrylamide gel electrophoresis, PAGE)通常用来分析乳制品中的蛋白质,它是通过蛋白带电荷数和分子量大小不同导致的迁移速率不同来分离各种蛋白。PAGE 法主要是根据牛乳中的 α_{s1}-酪蛋白为标记成分,对乳制品进行鉴定检测。其结果显示,羊乳中添加牛乳含量越高,α_{s1}-酪蛋白的电泳迁移率越大;但是牛乳和羊乳中 β-酪蛋白有相似的电泳迁移率[28]。另外,还可以根据牛乳酸乳中的 para-κ-酪蛋白为标记成分,对羊乳酸乳进行检测,可检测出掺有 1% 的牛乳[2]。尿素变性 PAGE 法(urea-PAGE)的原理同 PAGE 法,区别是用电泳技术分析带有尿素的聚丙烯酰胺凝胶,该方法可以鉴定牛乳在绵羊乳及奶酪和山羊乳及奶酪中的掺入[29]。例如,牛乳中的 α_{s1}-酪蛋白在尿素碱性凝胶媒介中的电泳迁移率比羊乳中移动最快的酪蛋白还要高[2,28]。Velsoso 等[30]采用尿素变性 PAGE 法分析出,在奶酪成熟过程中,绵羊乳中的 α-酪蛋白会被快速水解,并出现较快的电泳迁移率;但是,在牛乳奶酪 30 天的成熟期间,一直含有酪蛋白。所以,在这 30 天的成熟期期间,可以利用这个方法鉴别出 10% 和 20% 的牛乳掺入绵羊奶酪中[30]。但是,如果牛乳蛋白质被水解或者在已经成熟的奶酪中,该方法则无法鉴定出掺入的牛乳或牛源成分[29]。与 HPLC 法相比,尿素变性 PAGE 法灵敏度更高,也可以更早期的检测出蛋白质水解[30]。

3.2　等电点聚焦法

等电点聚焦法(isoelectric focusing, IEF)是欧盟推荐鉴别和检测非牛乳乳制品中含有牛乳的方法[31]。该方法主要用血纤维蛋白溶酶对乳液及乳制品中的 β-酪蛋白水解,对其水解产物 γ_2-酪蛋白和 γ_3-酪蛋白标记,并检测这两种酪蛋白的等电点值,不同种类的乳源成分其等电点值不同[31]。例如,牛乳中 γ_2-酪蛋白和 γ_3-酪蛋白的等电点分别为 7.0 和 6.5;绵羊和山羊乳中 γ_2-酪蛋白和 γ_3-酪蛋白的等电点分别为 7.2 和 6.7[32]。IEF 法对山羊乳和乳制品中掺牛乳的检出均有很高的灵敏度,牛乳的检出限可达到 0.5%[33]。但该方法不适用于掺有浓缩的牛乳清蛋白的羊乳。

3.3　毛细管电泳法

毛细管电泳法(capillary electrophoresis, CE)是经普通电泳改造的无需载体的电泳法,并且已经成功应用于乳清蛋白的分析[30]。CE 法对乳中酪蛋白和乳清蛋白均有很高的分辨率,且能准确定量,快速、简单、实用,已成为乳制品研究中强有力的技

术[20]。De Jong 等[34]通过 CE 法已可以检出乳液中掺入的大于 1% 的牛乳。

毛细管区带电泳法(capillary zone electrophoresis, CZE)也用于检测掺有 8% 牛乳的山羊和绵羊的混合乳液中[35]。通过 CZE 法分析山羊奶酪中的乳清蛋白时,可检测到其他乳液含 2% 的牛乳和羊乳奶酪含 4% 的牛乳[20]。

乳清蛋白也可作为标记组分用于掺假检测,其中最佳的标记组分是山羊乳中的 α-乳白蛋白和牛乳中的 β-乳球蛋白。该方法对鲜乳和奶酪中牛乳的最低检出限分别可达到 2% 和 4%[20]。

4 基因检测法

基因技术也运用在检测有机种类的不同,方法快速、可靠、灵敏度高。聚合酶链反应(polymerase chain reaction, PCR)技术是一种利用乳中蛋白质原有机体的特殊特异性遗传物质为标记,通过 PCR 增光检测特殊特异性 DNA 片段来检测外源蛋白,可快速检测绵羊和山羊乳中掺加的牛乳源成分。例如,利用扩增牛乳中特有的 12S rRNA 基因上的线粒 DNA(mtDNA),并且在琼脂糖凝胶上清晰地呈现出聚合酶链反应物质。试验结果显示从牛乳中萃取的 DNA 成功的采用 12SM-FW/12SBT-RV 引物对其进行扩增,并且也得到了期望中的聚合酶链反应碎片,但在山羊和绵羊乳萃取液中未出现扩增物质。同时 PCR 也可以和连接酶链式反应和酶免疫测定结合使用检测,最低检出 0.05% 的牛乳[26,36];在羊乳及乳制品中可检测出最低掺有 10% 的水牛乳[8]。也可以检测其他种类的 DNA,被选中的有效引物可对作为鉴定牛乳的特定目标 DNA 排序[21]。双重 PCR 检测可以更准确的检测山羊乳中牛乳的掺入,该法是利用两对可以识别 mtDNA 环片段引物,一对可特异性识别牛 mtDNA 片段,另一对可识别山羊和牛的 mtDNA 片段防止假阴性发生,可检出不到 1% 的牛乳源成分[37]。以 DNA 为基础的检测方法灵敏性很高,但局限性在于难以准确定量。主要原因是 DNA 来自体细胞中,而体细胞的计数会受许多不可控制的因素影响,如,牛是否是处于哺乳期或乳牛是否患有乳腺炎等。

5 结 语

本文所描述的方法均为特异性检测方法,可以利用不同种类的乳及乳制品中蛋白质具有的千差万别的物理化学性质、检测特异性的脂肪酸或不同的脂肪酸比率,来分离、区别和鉴定牛及牛源成分掺入羊乳及乳制品中。特异性检测方法精确性高,可以定性、定量检测,但一次检测只能针对一种乳源蛋白的掺入。乳的酒精实验依据乳的物化性质和酪蛋白性质间接检测酸度,如酸度过高,有沉淀颗粒出现为阳性乳。在牛乳中混合 68% ~70% 的酒精可出现阳性反应,与羊乳混合的酒精含量则较低(58% ~60%);但酒精浓度对羊乳的阳性反应不稳定[38]。现有鉴定和检测羊乳及其乳制品中的牛乳源成分方法多且比较复杂,建立一种准确、可靠的鉴定和检测方法,对规范羊乳乳品工业,保护我国乳品行业的健康发展具有十分重要的意义。将来还应考虑开发现场快速、无损、成本低的检测方法。

致谢:感谢岳明星博士和技术部李玉王、赵永彪在本文写作过程中的重要贡献。

参考文献:

[1] RAYNAL-LJUTOVAC K, LAGRIFFOUL G, PACCARD P, et al. Composition of goat and sheep milk products: an update [J]. Small Ruminant Research, 2008, 79(1): 57 -72.

[2] CEBALLOS L S, MORALES E R, ADARVE G D L T, et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(4): 322 -329.

[3] HADJIPANAYIOTOU M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats [J]. Small Ruminant Research, 1995, 18(3): 255 -262.

[4] JANDAL J M. Comparative aspects of goat and sheep milk [J]. Small Ruminant Research, 1996, 22(2): 177 -185.

[5] 刘蒙佳,周强. 羊乳与牛乳理化特性比较[J]. 饮料工业,2010,13(4):11 -13.
LIU M J, ZHOU Q. Comparison of physicochemical properties of goat milk and cow milk[J]. The Beverage Industry,2010,13(4):11 -13.

[6] 买买提伊明·巴拉提,柳广斌,卡地尔·肉孜,等. 多浪羊羊奶营养成分研究[J]. 中国草食动物,2009(2):62 -63.

[7] HAM J S, LEE S G, JEONG S G, et al. Characteristics of Korean-saanen goat milk caseins and somatic cell counts in comparison with holstein cow milk counterparts [J]. Small Ruminant Research, 2010,93(2): 202 -205.

[8] 黎颖,巫坚,林波,等. 羊乳及其制品中掺入牛属牛乳和水牛乳的检测[J]. 基因组学与应用生物学,2015(5):977－981.

[9] 王逸斌,朱晗,朱凌燕,等. 全羊乳蛋白配方羊奶粉对婴儿生长发育的影响研究[J]. 中国食物与营养,2013,19(8):78－81.
WANG Y B, ZHU H, ZHU L Y, et al. Effect of full goat lactoprotein formula on growth and development of infants[J]. Food and Nutrition in China,2013,19(8):78－81.

[10] 陈建明,冯建忠,张居农. 山羊奶营养及加工工艺特性[J]. 中国奶牛,2009(4):42－45.
CHEN J M, FENG J Z, ZHANG J N. Nutrition of goat milk and its processing technological characteristics[J]. China Dairy Cattle,2009(4):42－45.

[11] LÓPEZ-CALLEJA I M, GONZÁLEZ I, FAJARDO V, et al. Application of an indirect ELISA and a PCR technique for detection of cows' milk in sheep's and goats' milk cheeses [J]. International Dairy Journal, 2007, 17(1): 87－93.

[12] COSTA N, RAVASCO F, MIRANDA R, et al. Evaluation of a commercial ELISA method for the quantitative detection of goat and cow milk in ewe milk and cheese [J]. Small Ruminant Research, 2008, 79(1): 73－79.

[13] BOTTERO M T, CIVERA T, ANASTASIO A, et al. Identification of cow's milk in "buffalo" cheese by duplex polymerase chain reaction [J]. Journal of Food Protection, 2002, 65(2): 262－266.

[14] MOATSOU G, ANIFANTAKIS E M. Recent developments in antibody-based analytical methods for the differentiation of milk from different species [J]. International Journal of Dairy Technology, 2003, 56(3): 133－138.

[15] HURLEY I P, COLEMAN R C, IRELAND H E, et al. Measurement of bovine IgG by indirect competitive ELISA as a means of detecting milk adulteration [J]. Journal of Dairy Science, 2004, 87(3): 543－549.

[16] MAYER H K, HEIDLER D, ROCKENBAUER C. Determination of the percentages of cows', ewes' and goats' milk in cheese by isoelectric focusing and cation-exchange HPLC of γ-and para-κ-caseins [J]. International Dairy Journal, 1997, 7(10): 619－628.

[17] BEER M, KRAUSE I, STAPF M, et al. Indirect competitive enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of native and heat-denatured bovine β-lactoglobulin in ewes' and goats' milk cheese [J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 1996, 203(1): 21－26.

[18] RICHTER W, KRAUSE I, GRAF C, et al. An indirect competitive ELISA for the detection of cows' milk and caseinate in goats' and ewes' milk and cheese using polyclonal antibodies against bovine γ-caseins [J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 1997, 204(1): 21－26.

[19] 薛海燕,胡围围,宋宏新,等. 羊乳中掺入牛乳的间接ELISA定量检测[J]. 食品科学,2010,31(24):370－373.
XUE H Y, HU W W, SONG H X, et al. Indirect ELISA for detection and quantification of bovine milk in goat milk[J]. Food Science,2010,31(24):370－373.

[20] CARTONI G, COCCIOLI F, JAIONOWSKA R, et al. Determination of cows' milk in goats' milk and cheese by capillary electrophoresis of the whey protein fractions [J]. Journal of Chromatography A, 1999, 846(1): 135－141.

[21] LOPEZ-CALLEJA I, GONZALEZ I, FAJARDO V, et al. Rapid detection of cows' milk in sheeps' and goats' milk by a species-specific polymerase chain reaction technique [J]. Journal of Dairy Science, 2004, 87(9): 2839－2845.

[22] 拜发分析系统销售(北京)有限公司. 针对羊奶中掺牛奶的快速检测方案[J]. 食品安全导刊,2012(8):40－41.

[23] 杜晞,方鸿滨,韦吉春,等. 用电泳和高效液相色谱法检测水牛乳中掺入的普通牛乳[J]. 西南民族大学学报(自然科学版),2009,35(2):261－263.
DU X, FANG H B, WEI J C, et al. Detection of bovine milk in Buffalo milk by electrophoresis and high performance liquid chromatography[J]. Journal of Southwest University for Nationalities (Natural Science Edition),2009,35(2):261－263.

[24] HAZA A I, MORALES P, MARTIN R, et al. Immunoreactivity of goat's milk casein fractionated by ion-exchange chromatography [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1995, 43(8): 2025－2029.

[25] BINDAL M P, WADHWA B K. Compositional differences between goat milk fat and that of cows and buffaloes [J]. Small Ruminant Research, 1993, 12(1): 79－88.

[26] 甄贞,许晓曦,滕国新,等. 以羊奶和牛奶为原料的新鲜干酪风味的对比研究[J]. 东北农业大学学报,2009,40(6):89－96.
ZHEN Z, XU X X, TENG G X, et al. Comparative study on flavor of the fresh cheese made from goat's milk and cow's milk the contrastive research of the fresh cheese[J]. Journal of Northeast Agricultural University,2009,40(6):89－96.

[27] IVERSON J L, SHEPPARD A J. Detection of adultera-

tion in cow, goat, and sheep cheeses utilizing gas-liquid chromatographic fatty acid data [J]. Journal of Dairy Science, 1989, 72(7): 1707－1712.

[28] FURTADO M M. Detection of cow milk in goat milk by polyacrylamide gel electrophoresis [J]. Journal of Dairy Science, 1983, 66(9): 1822－1824.

[29] MAYER H K. Milk species identification in cheese varieties using electrophoretic, chromatographic and PCR techniques [J]. International Dairy Journal, 2005, 15(6): 595－604.

[30] VELSOSO A C A, TEIXEIRA N, PERES A M, et al. Evaluation of cheese authenticity and proteolysis by HPLC and urea-polyacrylamide gel electrophoresis [J]. Food Chemistry, 2004, 87(2): 289－295.

[31] Official Journal of the European Union. Commission regulation (EC) NO 273/2008 reference method for detection of cow's milk and cow's milk casein in cheese made from ewes, goats and buffalo milk or mixtures of ewes, goats and buffalo milk [EB/OL]. (2008-03-05) [2015-11-10]. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2008:088:FULL&from=EN.

[32] SIENKIEWICZ T, DOGAN M, KROH L W. Investigation of proteins in ewe, goat and cow cheeses by gel isoelectric focusing [J]. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2006, 15(56):203－207.

[33] RODRÍGUEZ-ALCALÁ L M, HARTE F, FONTECHA J. Investigation of proteins in ewe and goat milks processed by high pressure homogenization [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2008, 10(1): 32－36.

[34] DE JONG N, VISSER S, OLIEMAN C. Determination of milk proteins by capillary electrophoresis[J]. Journal of Chromatogram A, 1993, 652(1): 207－213.

[35] BRAMBILLA A, FELIGINI M, ENNE G. α_{s1}-Casein in goat milk: identification of genetic variants by capillary zone electrophoresis compared to isoelectric focusing [J]. Italian Journal of Animal Science, 2003, 2(1): 100－102.

[36] 陈颖,钱增敏,徐宝梁,等. 保健品中牛羊源性成分的PCR检测[J]. 食品科学,2004,25(10):215－218.
CHEN Y, QIAN Z M, XU B L, et al. Species－specific PCR for identification of horse and donkey materials in feedstuff[J]. Food Science,2004,25(10):215－218.

[37] MONIKA K, ERYK A, JACEK B. Application of a duplex-PCR for detection of cows' milk in goats' milk [J]. Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 2008,14(2):215－218.

[38] 鲁安太,杨在清,杨静. 关于羊奶酒精反应阳性乳的研究[J]. 中国乳品工业,1992(4):147－149,154.

Identification and Detection Techniques of Cow Milk Derived Components in Goat Milk and Its Products

SONG Bei, SONG Guixue*, SONG Wei

(*PONY Testing International Group Co Ltd*, *Beijing* 100080, *China*)

Abstract: Goat milk and its products contain abundant protein, fat and minerals, their nutritional components of goat milk are considered as the most similar to human milk compared to others. Due to containing smaller fat globules, low lactose and rich adenosine triphosphate (ATP) which facilitates lactose to decompose, goat milk is beneficial for Asian adults, infant and children with lactose intolerance. Consumption of goat milk and its products in home and abroad markets increased significantly, however, because of low production and high prices, some goat milk and its products have been readily adulterated with relatively cheaper cow milk or cow milk derived products. In order to protect consumer interests or health, to regulate the market and to avoid trading losses, it is urgent to identify authentic milk products and determine the amount of adulterated components. This paper summarized recent progresses on identification and detection methods, such as immunological, electrophoretic and chromatographic techniques, of cow milk derived components in goat milk and its products.

Key words: goat milk; cow milk; milk product; adulteration; detection method

(责任编辑:李　宁)