

罗勤贵,尉 腾,张 贤,等. 西藏牦牛肉营养食用品质[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):225-229.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.051

西藏牦牛肉营养食用品质

罗勤贵,尉 腾,张 贤,江 昊

(西北农林科技大学食品科学与工程学院,陕西杨凌 712100)

摘要:以西藏那曲、日喀则、山南地区的牦牛肉为研究对象,探究西藏不同地区牦牛肉在营养品质及食用品质上的差异。结果表明,山南牦牛肉含水量最多 70.49%,日喀则牦牛肉灰分、蛋白质以及脂肪含量最高,分别为 1.84%、27.08%、2.57%。所有牛肉的第一限制氨基酸均为蛋氨酸和胱氨酸。在对食用品质进行分析时发现,那曲牦牛肉肉色最亮,日喀则牦牛肉的剪切力最小即肉质最嫩,山南牦牛肉肉质最老。而日喀则牦牛肉货架期最长,山南牦牛肉货架期最短,那曲牦牛肉的加工品质最好。因此,那曲、日喀则牦牛肉应作为消费者的首选牦牛肉食品。

关键词:西藏牦牛;营养品质;食用品质

中图分类号:TS251.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)11-0225-04

牦牛的历史悠久,从原始牦牛到现在的野生牦牛和家养牦牛约有 300 多万年的历史,90% 以上的牦牛生存在 3 000 m 以上高海拔严寒地区,能够常年奔波于雪域高原,从而有“高原之舟”的美誉^[1]。就当前而言,世界牦牛约有 1 500 万头,我国境内的牦牛达 1 400 万头,且分布较集中,超过 1 330 万头在以青藏高原为中心的,如青海、西藏、四川、甘肃等^[2]。进入新世纪以来,我国提出西部大开发的发展战略,旨在扶持西部、发展西部,让西部经济水平能够有显著提高,让西部地区产品走出西部,迈向全国,具有非常契合现实的意义。而今天健康越来越受所有人关注,食品产业必将成为未来西部经济发展中不可或缺的重要一环。牦牛,作为西藏地区一种特有肉类资源,含有优质的蛋白质和种类齐全的氨基酸,具有高能量、低脂肪的优点,受到广大消费者青睐,将牦牛肉产品加以推广,使牦牛肉走向更广阔的市场符合国家战略意义。但牦牛肉质的优劣也是消费者选择的重要标准,不同的地区、环境气候、海拔高度等因素都会对牦牛肉的品质产生影响^[3]。本研究通过测定西藏那曲、日喀则、山南 3 个地区牦牛不同部位的一些指标,对比分析营养品质、食用品质,综合评价西藏牦牛肉品质,旨在完善牦牛肉品质评价体系,以期为消费者选择和食用高等品质牦牛肉提供指导。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

西藏牦牛肉,2016 年于西藏那曲、日喀则、日喀则屠宰场采得 3 头 3~5 岁健康、无疾病的牦牛。每头牛取其背部、腿部和臀部 3 个部位肉,一共 27 个样品,于 0~4℃ 保存,后于实验室 -20℃ 保存待测。

收稿日期:2018-02-01

基金项目:西北农林科技大学博士启动经费(编号:2452016087)。

作者简介:罗勤贵(1970—),男,陕西宝鸡人,硕士,讲师,研究方向为谷物品质评价及淀粉工程技术。E-mail:447955989@qq.com。

通信作者:江 昊,博士,讲师,研究方向为农产品加工与储藏工程。E-mail:jh1812@163.com。

正丙醇、乙醇、氢氧化钠、无水乙酸钠均为分析纯;浓硝酸、浓盐酸、浓硫酸(化学纯,国药集团);苯酚、混合氨基酸标准液(0.002 5 mol/L)、NaOH(5 mol/L,内含 0.5% 可溶性淀粉)、溴百里酚蓝指示剂、石油醚、正己烷、混合脂肪酸标准溶液等。

1.2 仪器设备

电热鼓风干燥箱(101-1AB 型),购于上海洪纪仪器设备有限公司;马弗炉(GDHS-2005A),购于上海本昂科学仪器有限公司;消化炉(HYP-314),购于上海纤检仪器有限公司;Foss 凯氏定氮仪,购于上海那艾精密仪器有限公司;脂肪提取仪(SZF-06C),购于广州沪瑞明仪器有限公司;岛津气相色谱仪(GC-2010),购于日本岛津公司;全自动氨基酸分析仪,购于德国曼默博尔公司;色彩色差计(CR-310 型),购于日本 Minolta 公司;嫩度计(CL-M 型),购于北京天翔飞域仪器设备有限公司;pH 测量仪(Testo205),购于德国 TEST 公司;应变式控制式无侧限压力仪(YYW-2 型),购于上海锐风仪器制造有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 营养品质分析 水分、灰分、蛋白质、脂肪、氨基酸含量分别参照 GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品水分含量测定(直接干燥法)》、GB/T 9695.18—2008《肉与肉制品灰分含量测定》、GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法、GB/T 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法、GB/T 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》食品中氨基酸的测定方法进行测定。

1.3.2 食用品质分析

1.3.2.1 肉色测定 将 CR-310 型色彩色差计调至 L^* 、 a^* 、 b^* 系统,待测样品于冰箱取出后,每 5 min 解冻 1 次,在未完全解冻的状态下,从每个样品上取新鲜面 1 片,30 min 后取新鲜面上、中、下 3 点测定色度,3 次测定取平均值^[4]。

1.3.2.2 嫩度测定 嫩度与剪切力是呈负相关,嫩度的测定即剪切力的测定,用直径 1.27 cm 的取样器钻取肉柱,对每个肉柱进行 3 次剪切力的测定,求平均值^[5]。

1.3.2.3 pH 值 用 pH 计直接插入肉样品中,测定 pH 值。

取5个不同位置进行测定,然后取平均值为最终结果。

1.3.2.4 滴水损失(DL) 从27个样品中取条形肉块(20 mm×30 mm×50 mm),称质量(m_1)后悬挂在充气的自封袋中,保持4℃吊挂24 h后称其质量(m_2),进行多次试验^[6],按公式(1)计算并求平均值。

$$DL = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\% \quad (1)$$

式中: m_1 表示选取肉块的质量,g; m_2 表示24 h后肉块的质量,g。

1.3.2.5 蒸煮损失(CL) 从27个样品中取条形肉块(20 mm×30 mm×50 mm),称质量 m_1' ,肉块在水浴锅中加热,中心温度至75℃时捞出肉块,冷却至25℃,吸干表面水分之后进行称质量记为 m_2' ,进行多次试验,按公式(2)计算并求平均值。

$$CL = (m_1' - m_2') / m_1' \times 100\% \quad (2)$$

式中: m_1' 表示选取肉块的质量,g; m_2' 表示表面水分吸干后的质量,g。

1.3.2.6 失水率 选取面积为5.0 cm²,厚度为1.5 cm肉样,用压力仪进行测定,失水率按公式(3)计算^[7]:

$$SSL = (m_1'' - m_2'') / m_1'' \times 100\% \quad (3)$$

式中: m_1'' 为测定前样品质量,g; m_2'' 为测定后样品质量,g。

1.4 数据处理

采用SPSS 20.0及Excel数据统计分析进行数据处理和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 营养品质

2.1.1 西藏不同地区牦牛不同部位基本营养成分测定结果

水分含量影响肉的嫩度,而蛋白质与脂肪含量影响肉的品质。由表1可知,牦牛肉水分含量以山南最高(70.49%),日喀则最低(65.67%)。而日喀则、山南、那曲牦牛肉的平均水分含量差异显著($P < 0.05$)。各地区各部位水分含量相互对比分析可知,每个地区的牦牛肉水分含量均为腿部肉最多,臀部肉次之,背部肉最少。

灰分含量以日喀则牦牛最高(1.84%),山南牦牛次之(1.59%),那曲牦牛最少(1.20%)。相同地区牦牛腿部、臀部、背部肉的灰分含量差异不显著($P > 0.05$),而山南、那曲、日喀则牦牛同一部位肉的灰分含量差异显著($P < 0.05$)。

蛋白质平均含量范围较大(19.90%~27.08%),最高的是日喀则牦牛,最低的是那曲牦牛肉。同一地区牦牛不同部位肉的蛋白平均含量差异不显著($P > 0.05$)。

脂肪平均含量在2.2%~2.6%,其中以那曲牦牛肉的脂肪平均含量最低,日喀则和山南牦牛肉的脂肪平均含量较高。这种差异可能是由瘤胃内微生物群、牧草种类及饲料的组成成分不同而导致的。就不同部位而言,腿部和臀部脂肪含量比背部多,这是因为臀部和腿部作为经常运动的部位,需要更多的脂肪作为能量来源。

表1 西藏不同地区牦牛不同部位基本营养成分含量

地区	样品部位	脂肪含量 (%)	水分含量 (%)	灰分含量 (%)	蛋白质含量 (%)
日喀则	腿部	3.11 ± 0.58a	71.67 ± 0.61a	1.85 ± 0.20a	23.91 ± 0.39a
	臀部	2.83 ± 0.57a	65.63 ± 3.79b	1.91 ± 0.30a	24.60 ± 0.98a
	背部	1.89 ± 0.56b	59.66 ± 1.25c	1.81 ± 0.54a	22.30 ± 2.23b
	平均值	2.57	65.67	1.84	27.08
山南	腿部	2.84 ± 0.55a	72.86 ± 1.73a	1.88 ± 0.80a	21.47 ± 1.61a
	臀部	3.04 ± 0.52a	70.12 ± 0.70b	1.49 ± 0.40a	22.76 ± 3.33a
	背部	1.78 ± 0.35b	68.49 ± 1.60b	1.45 ± 0.44a	20.65 ± 1.62a
	平均值	2.55	70.49	1.59	22.50
那曲	腿部	2.71 ± 0.68a	74.25 ± 2.94a	1.24 ± 0.18a	17.93 ± 1.70b
	臀部	2.38 ± 0.41a	71.08 ± 0.99b	1.23 ± 0.12a	18.99 ± 1.38b
	背部	1.55 ± 0.32b	62.36 ± 2.21c	1.17 ± 0.27a	22.74 ± 3.26a
	平均值	2.22	67.89	1.20	19.90

注:表中成分的含量是指100 g肉中的含量,g/100 g;同列后标注不同字母表示差异显著($P < 0.05$),字母相同表示差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

2.1.2 氨基酸含量测定结果 由表2可知,对牛肉样品进行氨基酸种类和含量的检测,色氨酸由于水解被破坏,无法检测,其他氨基酸一共检测出17种,种类丰富。由图1可知,那曲、山南、日喀则地区牦牛的必需氨基酸含量和非必需氨基酸含量差异显著($P < 0.05$)。在检测出的17种氨基酸中,谷氨酸含量均在13%以上,而半胱氨酸含量均在1.0%及以下,分别为最高和最低含量的氨基酸。而牛肉的必需氨基酸中,赖氨酸和蛋氨酸为含量最高和最低的氨基酸。必需氨基酸占氨基酸总量的35%,稍低于FAO/WHO模式^[8]提出的标准40%。刘书杰等对青海牦牛肉与秦川牛肉的氨基酸进行比较研究,认为如果蛋白质中必需氨基酸约占氨基酸总量的40%,必需氨基酸含量与非必需氨基酸含量相比大于1:1.7

(即60%)^[9],表明其蛋白质质量较好。由表2可知,牦牛肉蛋白质品质均较好。表3从氨基酸评分角度分析,牛肉中半胱氨酸加蛋氨酸的评分最低,为3.5%,是牛肉的第一限制氨基酸。牦牛肉中蛋白质的必需氨基酸指数EAAI^[10]都很接近1.00,表明牛肉的营养价值很高。

2.2 食用品质分析

2.2.1 肉色与嫩度结果及分析 由图2可知,那曲牛肉亮度最好,山南次之,日喀则最差。但日喀则与山南牦牛肉肉色较那曲牦牛肉要更红一点。由表4可知,同一地区牦牛不同部位之间亮度差异都不显著,并且各地区牦牛各部位亮度大小均为腿部>臀部>背部。剪切力与肉的嫩度呈负相关,是评价肉品质的一个重要指标^[11-12]。由表4与图3可知,山南牦

表2 牦牛肉蛋白质的氨基酸含量

氨基酸种类	那曲牦牛肉氨基酸含量(%)			山南牦牛肉氨基酸含量(%)			日喀则牦牛肉氨基酸含量(%)		
	背部	腿部	臀部	背部	腿部	臀部	背部	腿部	臀部
苏氨酸(Thr)*	4.37	4.13	4.62	3.75	4.29	4.17	3.99	3.82	4.37
缬氨酸(Val)*	4.66	4.54	5.14	4.12	4.55	4.57	4.50	4.24	4.63
蛋氨酸(Met)*	2.44	1.29	2.10	2.09	2.12	2.26	1.63	2.18	2.49
异亮氨酸(Ile)*	4.40	4.29	5.00	3.56	4.40	4.20	3.91	3.82	4.40
亮氨酸(Leu)*	8.20	8.06	9.22	7.12	8.20	7.92	7.57	7.29	8.18
苯丙氨酸(Phe)*	3.84	3.61	5.19	3.59	4.15	4.33	3.69	3.39	3.79
赖氨酸(Lys)*	8.87	8.43	0.09	7.66	8.96	8.69	8.02	7.77	8.86
天冬氨酸(Asp)	8.60	8.34	9.18	7.87	8.45	8.34	8.05	7.90	8.52
丝氨酸(Ser)	3.77	3.75	4.20	3.66	3.66	3.63	3.63	3.62	3.71
谷氨酸(Glu)	14.82	14.07	15.87	13.45	14.44	14.00	14.29	14.15	14.79
脯氨酸(Pro)	8.42	9.62	9.33	11.49	8.09	8.59	10.47	11.20	7.95
甘氨酸(Gly)	4.43	6.08	4.97	8.40	4.30	5.11	6.92	7.56	3.80
丙氨酸(Ala)	5.72	6.33	6.21	6.56	5.70	5.94	6.54	6.42	5.59
半胱氨酸(Cys)	0.62	0.52	1.00	0.54	0.52	0.55	0.44	0.60	0.62
酪氨酸(Try)	3.48	3.07	3.12	2.80	3.36	3.29	2.89	3.04	3.55
组氨酸(His)	2.93	2.92	4.04	3.30	3.96	3.91	3.02	2.57	3.58
精氨酸(Arg)	6.11	6.26	6.48	6.56	6.15	6.29	6.48	6.75	6.26
EAA	36.78	34.35	31.36	31.89	36.67	36.14	33.31	32.51	36.72
TAA	95.68	95.31	95.71	96.52	95.30	95.79	96.04	96.32	95.09
EAA/TAA(%)	38.44	36.04	32.75	33.04	38.48	37.73	34.69	33.75	38.62
EAA/NEAA(%)	62.44	56.35	48.70	49.34	62.54	60.59	53.10	50.95	62.91

注:表中*表示为必需氨基酸(EAA),其他均为非必需氨基酸(NEAA);TAA为总氨基酸。下表同。

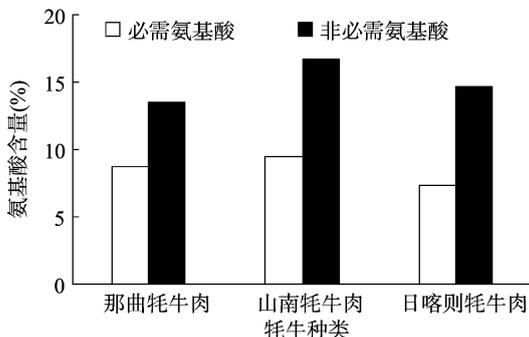


图1 西藏牦牛必需氨基酸与非必需氨基酸比较

牛肉肉品较老,日喀则牦牛肉最嫩,那曲牦牛肉嫩度处于两者之间。日喀则牦牛不同部位的肉品的剪切力差异显著($P < 0.05$),其中背部肉最嫩,是由于背部靠上,牛很少能活动到,导致肌肉纤维细,从而肉质较嫩;但对山南、那曲牦牛肉不同部位肉品而言,剪切力差异不显著($P > 0.05$)。

2.2.2 蒸煮品质特性的结果分析 肉品的pH值在一定程度上与肉的嫩度、保水性以及货架期紧密相关^[13]。由表5知,牛肉平均pH值处于5.5~5.9之间,符合保存肉品的最佳pH范围(5.5~6.2),所以3类肉品货架期并不会存在太大差异。其中,日喀则牦牛肉pH值最高(5.83),山南牦牛肉pH值最低(5.62)。那曲牦牛背部肉pH值与腿部和臀部pH

表3 牦牛肉蛋白质的氨基酸评分(AAS)

氨基酸种类	那曲牦牛肉 AAS			山南牦牛肉 AAS			日喀则牦牛肉 AAS			WHO/FAO 模式下氨基酸占蛋白质的含量(%)
	背部	腿部	臀部	背部	腿部	臀部	背部	腿部	臀部	
Ile	109.8	107.4	125.3	89.1	109.6	105.1	97.9	95.8	109.8	4.0
Leu	117.1	114.9	132.0	101.7	117.0	113.4	108.1	104.0	117.0	7.0
Lys	161.1	152.9	1.6	139.2	162.6	158.3	145.9	141.5	161.1	5.5
Met + Cys	84.2	55.9	73.4	77.5	75.8	93.0	61.9	77.0	87.5	3.5
Thr	108.9	103.4	115.9	93.4	107.5	104.5	99.9	95.6	109.0	4.0
Val	93.0	90.9	103.0	82.4	91.2	91.8	89.8	85.0	92.6	5.0
Phe + Try	108.9	113.4	139.9	118.0	119.9	124.7	108.4	112.9	118.5	6.0
EAAI	1.09	1.03	0.60	0.99	1.10	1.10	1.00	1.00	1.11	—

值差异显著($P < 0.05$);日喀则和山南牦牛臀部肉的pH值与背部和腿部pH值差异显著($P < 0.05$)。由于牛肉的pH值环境接近蛋白质等电点(5.0),所以蛋白质的持水能力会降低。Vossen等认为, μ -calpain的活性和pH值高低成负相关,同时 μ -calpain的活性越低,肉越嫩^[14]。由此推测,日喀则和那曲牦牛肉嫩度好,山南牦牛肉的嫩度差。这一结论与

剪切力测定的结果一致。

除pH值外,蒸煮损失、滴水损失及失水率都会影响肉品保水能力和加工品质。蒸煮损失、滴水损失、失水率低表示保水能力强、熟肉率高、加工品质好^[15]。由表5可知,那曲、山南、日喀则牦牛的同部位肉蒸煮损失和失水率差异不显著($P > 0.05$),山南牦牛肉的蒸煮损失和失水率最大,日喀则的

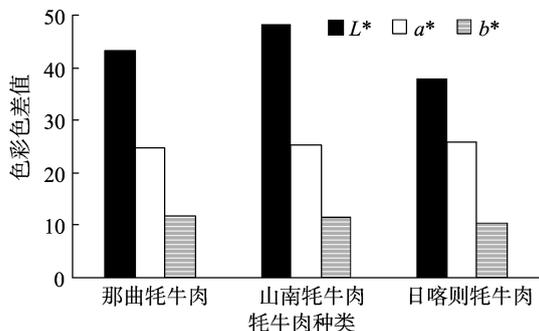


图2 3个地区牦牛肉肉色值的比较

表4 不同地区牦牛肉的食用品质特性

地区	样品部位	剪切力(N)	L* (明暗度)	b* (黄蓝色差)	a* (红绿色差)
日喀则	腿部	50.05 ± 9.69ab	39.45 ± 2.42a	8.90 ± 0.83b	23.03 ± 1.76b
	臀部	51.87 ± 4.32a	37.25 ± 1.35a	10.18 ± 0.41b	24.90 ± 3.63b
	背部	43.52 ± 6.02b	37.40 ± 2.98a	12.12 ± 2.53a	29.90 ± 5.46a
	平均值	48.50	38.03	10.39	25.93
山南	腿部	64.60 ± 4.10a	48.75 ± 3.33a	10.30 ± 0.56b	22.60 ± 1.01b
	臀部	66.88 ± 6.22a	48.35 ± 3.14a	12.17 ± 2.15a	26.11 ± 2.07a
	背部	61.89 ± 4.12a	48.08 ± 4.61a	12.50 ± 2.11a	27.27 ± 4.13a
	平均值	64.44	48.40	11.65	25.33
那曲	腿部	56.62 ± 6.00a	44.59 ± 0.94a	10.87 ± 0.27b	22.65 ± 0.93b
	臀部	58.18 ± 6.27a	43.39 ± 1.43ab	12.65 ± 1.25a	27.61 ± 4.39a
	背部	59.30 ± 9.57a	42.11 ± 2.16b	11.48 ± 1.10b	24.10 ± 4.32b
	平均值	58.02	43.36	11.67	24.80

注:表中L*为明度系数,a*、b*值决定色调^[11]。

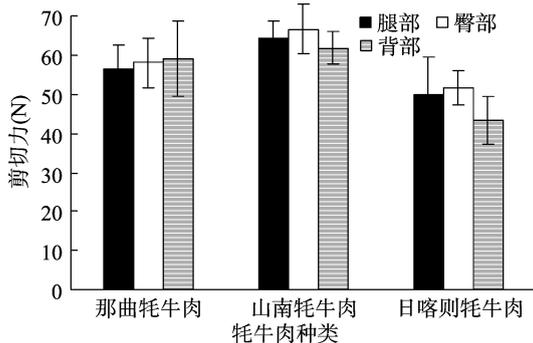


图3 3个地区牦牛肉剪切力的比较

滴水损失最大,那曲牦牛肉的蒸煮损失、滴水损失和失水率均为最低。综上所述,那曲牦牛肉的保水性最好、日喀则牦牛肉次之、山南牦牛肉最差;那曲、日喀则牦牛肉加工品质最好。

3 结论

本研究选取西藏那曲、日喀则、山南地区的牦牛肉为试验对象,探究其营养品质及食用品质,结论如下:(1)各地牦牛肉水分含量均在65%~70%,蛋白质含量均在22%左右,脂肪含量在2.3%左右,均在正常水平。进行氨基酸分析,除色氨酸外,种类丰富,在所有样品的蛋白质中检都检测到了17种氨基酸。所有牛肉中必需氨基酸占总氨基酸含量约40%,必

且蛋白质的必需氨基酸指数约为1.00,这表明牛肉的蛋白质质量较好、牛肉营养价值很高。(2)通过牛肉食用品质的测定,我们知道那曲牦牛肉肉色最亮,但是日喀则、山南牦牛肉肉色较红。同时剪切力测定结果显示日喀则和那曲牦牛肉较嫩,其中日喀则牦牛肉背部肉最嫩,pH值测定结果预测的结论与此结论一致。蒸煮损失、滴水损失和失水率测定结果表明那曲牦牛肉和日喀则牦牛肉加工品质较好,其中那曲牦牛肉臀部肉加工品质最好。

因此,从营养品质和食用品质综合分析,那曲牦牛肉(主要是臀部肉)与日喀则牦牛肉(主要是背部肉)应该成为消费者的首选牦牛肉食品。两者相比而言,那曲牦牛肉更适用于工厂加工生产牦牛肉产品,日喀则牦牛肉更适用于消费者直

需氨基酸和非必需氨基酸的比值大于1:1.7(即60%),而

表5 不同地区牦牛肉蒸煮品质特性

地区	样品部位	pH 值	滴水损失 (%)	失水率 (%)	蒸煮损失 (%)
日喀则	腿部	5.92 ± 0.19a	7.57 ± 1.05a	33.93 ± 7.97b	40.64 ± 4.30b
	臀部	5.63 ± 0.11b	7.59 ± 0.93a	41.31 ± 4.73a	45.23 ± 4.29a
	背部	5.89 ± 0.30a	8.45 ± 0.96a	37.15 ± 3.63ab	43.72 ± 2.19ab
	平均值	5.83	7.88	37.48	43.19
山南	腿部	5.65 ± 0.12a	7.35 ± 1.10b	41.51 ± 1.42a	44.24 ± 2.77a
	臀部	5.56 ± 0.06b	6.52 ± 0.70b	41.12 ± 5.69a	45.10 ± 2.79a
	背部	5.72 ± 0.05a	8.80 ± 1.06a	37.36 ± 5.01b	43.50 ± 2.89a
	平均值	5.62	7.55	39.99	44.27
那曲	腿部	5.60 ± 0.05b	7.77 ± 0.75a	37.89 ± 6.17a	43.10 ± 1.96a
	臀部	5.60 ± 1.00b	5.48 ± 0.76b	37.10 ± 4.76a	40.55 ± 1.25a
	背部	5.79 ± 0.22a	8.17 ± 0.99a	33.79 ± 2.37a	41.09 ± 2.49a
	平均值	5.66	7.12	36.28	41.60

李天雪,胡玉涛,韦笑,等. 超高效液相色谱-串联质谱同时测定盐碱胁迫金银花中3种内源激素[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):229-233. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.052

超高效液相色谱-串联质谱同时测定盐碱胁迫金银花中3种内源激素

李天雪^{1,2}, 胡玉涛^{1,2}, 韦笑, 褚朝森^{1,2}

(1. 江苏联合职业技术学院连云港中医药分院, 江苏连云港 222007; 2. 江苏省连云港市药物研发共性技术中心, 江苏连云港 222007)

摘要:建立同时测定金银花中水杨酸(SA)、脱落酸(ABA)和茉莉酸(JA)的超高效液相色谱-串联质谱(UPLC-MS/MS)方法,并应用于盐碱胁迫下的金银花分析。激素经异丙醇/甲酸溶液(99/1,体积分数)提取后,通过固相萃取(SPE)柱净化。色谱柱为Agilent Zorbax Eclipse Plus C₁₈柱(100 mm×2.1 mm,1.8 μm);流动相为0.1%甲酸溶液-乙腈;体积流量为0.4 mL/min;进样量为3 μL;质谱采用电喷雾离子源负离子模式(ESI⁻),多反应监测(MRM)进行测定。3种内源激素具有良好的线性关系($R^2 \geq 0.998$),最低定量限均为0.5 μg/L,稳定性良好,提取回收率在81.5%~93.8%之间,精密度的RSD值为2.7%~7.9%之间,该法快速可靠,可适用于其他植物中SA、ABA和JA的含量检测。利用该方法测定盐碱胁迫下金银花中的3种内源激素,比较分析它们在盐碱胁迫下的含量变化规律,为内源激素对植物的逆境调控机制提供研究基础。

关键词:金银花;盐碱胁迫;水杨酸;脱落酸;茉莉酸;定量;超高效液相色谱-串联质谱

中图分类号:S567.7⁺90.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)11-0229-05

江苏省地处黄海之滨,沿海盐碱滩涂面积达到0.76万km²,引种经济型耐盐植物,可更有效地开发利用盐碱滩涂土地资源。金银花是一种能耐盐碱、耐干旱的多年生灌木植物,此外,金银花作为一种常用中药,具有清热解毒、凉风散热、保肝利胆等作用,因有较高的观赏和药用价值,是理

想的盐碱地经济植物^[1]。盐碱胁迫对作物产量、植物幼苗生理特性有显著影响^[2-6],植物内源激素作为信号分子,在调节植物代谢以提高植物对逆境的抗性方面起着关键作用^[7],内源激素主要有水杨酸(salicylic acid, SA)、脱落酸(abscisic acid, ABA)、茉莉酸(jasmonic acid, JA),研究内源激素动态变化规律,可有助于金银花抗逆境机制的研究,为金银花在盐碱滩涂的大面积种植提供一定的技术参考。

ABA是在高等植物中含量较高的植物激素,与种子休眠、幼苗生长、叶子脱落、气孔运动等都有着密切的关联,同时也是主要的应激激素,以调控植物的抗逆反应^[8-9]。SA和

收稿日期:2018-02-07

基金项目:2016年江苏省连云港市“521工程”科研项目资助计划;江苏省中医药局科技项目(编号:YB2017068)。

作者简介:李天雪(1988—),男,山东临沂人,硕士,讲师,主要从事中药检测工作。E-mail:litx1988@126.com。

接食用。

Expert Consultation, Bethesda, Md., USA 4-8 December 1989 [R]. WHO, 1991.

参考文献:

- [1] 陆仲磷. 中国的牦牛资源[J]. 中国草食动物, 1999(2): 42-46.
- [2] 《中国畜禽遗传资源状况》编委会. 中国畜禽遗传资源状况[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 18.
- [3] Kamp H H, Wirtz K A, Deenen L V. Some properties of phosphatidylcholine exchange protein purified from beef liver [J]. Biochimica et Biophysica Acta (Biomembranes), 1973, 318 (3): 313-325.
- [4] 丁武, 魏益民. 色彩色差计在肉品新鲜度检验中的应用[J]. 肉类工业, 2003(6): 22-24.
- [5] 秦菊, 杨东树, 张晓红, 等. 伊犁地区马肉嫩度的测定与分析[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(3): 577-582.
- [6] 李林强. 秦川牛肉质理化特性分析及其正向调控[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [7] 张楠, 朱子雄. 永昌蘑菇羊与甘南藏羊肉品质比较[J]. 食品工业科技, 2018, 39(6): 1-7.
- [8] WHO. Protein quality evaluation: Report of the Joint FAO/WHO

- [9] 侯丽, 柴沙驼, 刘书杰, 等. 青海牦牛肉与秦川牛肉氨基酸和脂肪酸的比较研究[J]. 肉类研究, 2013, 27(3): 30-36.
- [10] Oser B L. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein [J]. Journal of the American Dietetic Association, 1951, 27(5): 396.
- [11] 杨燕军, 陈有亮. 颜色的仪器测定法及其在肉色测定中的应用[J]. 肉类工业, 2004(1): 43-45.
- [12] 刘家忠, 陈润生, 刘声. 猪十三块肌肉嫩度秩位的确定[J]. 肉类研究, 1990(4): 2-3.
- [13] Rees M P, Trout G R, Warner R D. The influence of the rate of pH decline on the rate of ageing for pork. II: Interaction with chilling temperature [J]. Meat Science, 2003, 65(2): 805-818.
- [14] Berardo A, Claeys E, Vossen E, et al. Protein oxidation affects proteolysis in a meat model system [J]. Meat Science, 2015, 106: 78-84.
- [15] 郭兆斌, 韩玲, 余群力. 牦牛肉成熟过程中肉用品质及结构变化特点[J]. 肉类研究, 2012(2): 8-11.