

不同加工方式对鹿茸中粗蛋白与水解氨基酸量的影响研究

王燕华^{1,2}, 张秀莲¹, 赵卉¹, 赵海平¹, 雒伟伟¹, 李中³, 孙印石^{1,2*}

1. 中国农业科学院特产研究所, 吉林 长春 130112

2. 吉林农业大学中药材学院, 吉林 长春 130118

3. 聊城市高唐县检验检测中心, 山东 聊城 252800

摘要: **目的** 比较不同加工方式及不同部位梅花鹿鹿茸中蛋白质、氨基酸的量差异, 旨在为鹿茸的加工及综合利用提供参考依据。 **方法** 采用杜马斯燃烧法、阳离子交换色谱法分别对不同加工方式及不同部位的梅花鹿鹿茸中粗蛋白、17种水解氨基酸的量进行测定, 比较其差异。 **结果** 带血茸粗蛋白的量粉片部位高于排血茸 ($P < 0.01$), 蜡片、蜂片部位差异均不显著 ($P > 0.05$); 排血茸与带血茸蜡片、粉片、蜂片部位氨基酸的量差异均不显著 ($P > 0.05$)。冻干茸粗蛋白的量蜡片部位低于煮炸茸 ($P < 0.05$), 粉片部位高于煮炸茸 ($P < 0.01$), 蜂片部位高于煮炸茸 ($P < 0.05$); 冻干茸氨基酸的量蜡片部位低于煮炸茸 ($P < 0.01$), 粉片部位与煮炸茸差异不显著 ($P > 0.05$), 蜂片部位高于煮炸茸 ($P < 0.01$)。鹿茸粗蛋白与氨基酸的量均表现为蜡片部位显著高于粉片、蜂片部位 ($P < 0.05$), 粉片部位与蜂片部位差异不显著 ($P > 0.05$)。 **结论** 不同加工方式的鹿茸粗蛋白与氨基酸的量均有差异, 整体表现为带血茸高于排血茸, 冻干茸高于煮炸茸; 蜡片部位显著高于粉片、蜂片部位, 粉片与蜂片部位差异不显著; 粗蛋白和氨基酸在冻干茸不同部位的分布比煮炸茸更为均匀。

关键词: 鹿茸; 加工方式; 粗蛋白; 水解氨基酸; 杜马斯燃烧法; 阳离子交换色谱法

中图分类号: R284.2 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)15-3085-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.15.011

Effects of different processing methods on content of crude protein and hydrolytic amino acids in *Cervi Cornu Pantotrichum*

WANG Yan-hua^{1, 2}, ZHANG Xiu-lian¹, ZHAO Hui¹, ZHAO Hai-ping¹, LUO Wei-wei¹, LI Zhong³, SUN Yin-shi^{1, 2}

1. Institute of Special Wild Economic Animal and Plant, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China

2. College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

3. Gaotang Inspection and Testing Center, Liaocheng 252800, China

Abstract: Objective To compare the contents of protein and amino acids in different parts of *Cervi Cornu Pantotrichum* (CCP) with different processing methods, in order to provide a guidance for the processing and comprehensive utilization of CCP. **Methods** The techniques of Dumas combustion and cation-exchange chromatography were respectively adopted to determinate the contents of crude protein and 17 amino acids in different parts of CCP with different processing methods, and the difference was compared. **Results** The content of crude protein in powder slices of CCP with blood was higher than that of CCP with blood ($P < 0.01$). And there is no significant difference on that in wax slices, bee slices of CCP with and without blood ($P > 0.05$). The crude protein content in wax slices of CCP with freeze-drying processing was less than that with boiling processing ($P < 0.05$). It was more than CCP with boiling processing in powder slices ($P < 0.01$), and was also more than CCP with boiling processing in bee slices ($P < 0.05$). The TAA content in wax slices of CCP with freeze-drying processing was less than CCP with boiling processing ($P < 0.01$). But it is more than CCP with boiling processing in powder slices ($P < 0.01$). And there is no significant difference in powder slices of CCP with these two processing methods ($P > 0.05$). The content of crude protein and TAA in wax slices of CCP is both significantly higher than that in powder slices, bee slices ($P < 0.05$). And the difference of that in powder and bee slices is not significant ($P > 0.05$). **Conclusion** The difference is

收稿日期: 2017-03-08

基金项目: 吉林省科技发展计划项目 (20170309002YY); 中国农业科学院科技创新工程项目 (CAAS-ASTIP-2016-ISAPS)

作者简介: 王燕华 (1990—), 女, 山东聊城人, 在读硕士研究生, 研究方向中药质量评价及产品开发。E-mail: yhwangsdic@126.com

*通信作者 孙印石 (1980—), 男, 内蒙古兴安盟人, 研究员, 博士, 主要从事特种动植物产品加工。E-mail: sunyinshi2015@163.com

existed in content of crude protein and amino acids in CCP with different processing methods. The wax silices of CCP are significantly higher than that of powder slices and bee slices. And the difference in powder slices and bee slices is not significantly. The distribution of crude protein and TAA in different parts of CCP with freeze-drying processing is more uniform than CCP with boiling processing.

Key words: *Cervi Cornu Pantotrichum*; processing method; crude protein; hydrolysis; amino acid; Dumas combustion method; cation-exchange chromatography

鹿茸 *Cervi Cornu Pantotrichum* 是鹿科动物梅花鹿 *Cervus nippon* Temminck 或马鹿 *Cervus elaphus* Linnaeus 的雄鹿未骨化密生茸毛的幼角, 性温, 味甘、咸, 具有壮肾阳、益精血、强筋骨、调冲任、托疮毒的作用^[1]。鹿茸是目前发现的唯一能够完全再生的哺乳动物器官^[2-5], 鹿茸也因此成为生物学界、医学界、药学界等众多领域科研工作者关注的对象。

研究发现, 鹿茸中含有蛋白质、氨基酸、多糖、多肽、脂类、矿物质、激素、多胺、生长因子等成分^[6-13], 是古今中外通用的名贵中药材。鹿茸主要的有效成分或特征性成分在中药界一直没有定论, 但近年来越来越多的研究表明, 蛋白质、多肽、氨基酸是鹿茸发挥药效的重要活性成分^[14-17]。蛋白质是生命的物质基础, 氨基酸是蛋白质的基本组成单位, 蛋白质与氨基酸在生命体中担任着重要的角色。王艳梅^[18]及 Landete-Castillejos 等^[19]对鹿茸不同部位的蛋白质、氨基酸等化学成分进行了比较研究, 但对不同加工方式鹿茸研究较少。本课题组前期曾对不同加工方式的鹿茸脂肪酸进行了气相色谱分析^[20], 基本明确了不同加工方式及不同部位的梅花鹿茸脂肪酸组分情况。在此基础上, 本实验旨在对不同加工方式及不同部位的梅花鹿茸粗蛋白及水解氨基酸的量进行比较与分析, 以期对鹿茸的加工及利用提供理论依据。

1 仪器与试剂

NDA701 杜马斯快速定氮仪, 意大利 VELP 公司; L-8900 全自动氨基酸分析仪, 日本 Hitachi 公司; MS204S 电子分析天平, 瑞士 Mettler Toledo 公司; TGL-16G 高速台式离心机, 上海安亭科学仪器厂; JP-100ST 超声清洗机, 广州市洁盟超声波清洗设备有限公司; DHG-9123A 电热恒温鼓风干燥箱, 上海精宏实验设备有限公司; Milli-Q Advantage A10 超纯水器, 美国 Millipore 公司; XW-80A 微型漩涡混合仪, 上海沪西分析仪器厂有限公司; DZF-6090 真空干燥箱, 上海浦东荣丰科学仪器有限公司。

鲜鹿茸, 由中国农业科学院特产研究所左家试验站提供, 经李春义研究员鉴定为鹿科鹿属动物梅

花鹿 *Cervus nippon* Temminck 的茸角 (二杠)。

EDTA 基准物质、硅藻土、锡箔纸, 意大利 VELP; 盐酸, 分析纯, 北京化工厂; 超纯水, 电阻率 $\geq 18.2 \Omega$, Milli-Q Advantage A10 超纯水器制备; 氨基酸混合标准液, H 型, 日本 Woke 公司。

2 方法与结果

2.1 材料预处理

参照文献方法^[21], 随机选取其中 3 对进行排血茸 (P) 与带血茸 (D) 的对比加工, 另外 3 对进行沸水煮炸 (boiling processing, B) 与冷冻干燥 (freezing processing, F) 的对比加工。按蜡片 (wax slices, w)、粉片 (powder, p)、蜂片 (bee, b) 将加工完的鹿茸分别进行切片、分段、粉碎、过筛 (40 目)、装袋, 标记对应的名称 (表 1)。

表 1 样品名称与符号简写

Table 1 Sample names and corresponding shorthand symbols

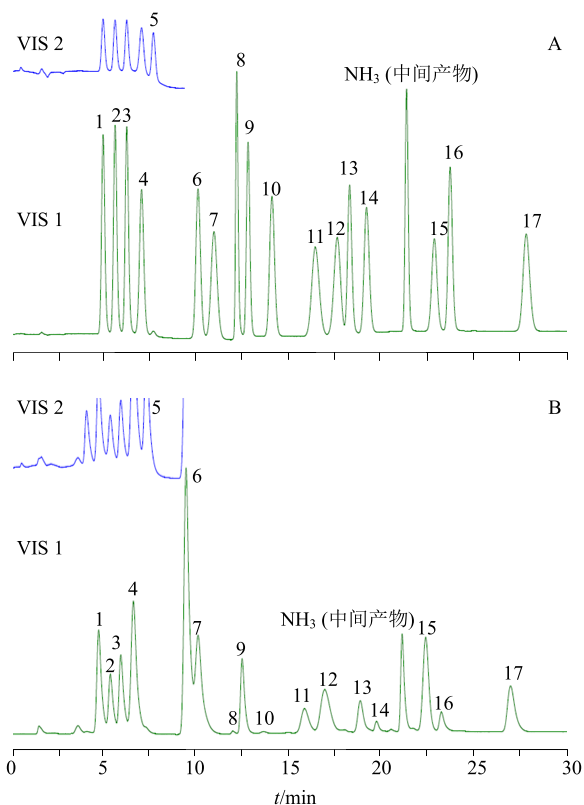
样品名称	符号简写	样品名称	符号简写
排血茸蜡片	Pw	带血茸蜡片	Dw
排血茸粉片	Pp	带血茸粉片	Dp
排血茸蜂片	Pb	带血茸蜂片	Db
煮炸茸蜡片	Bw	冻干茸蜡片	Fw
煮炸茸粉片	Bp	冻干茸粉片	Fp
煮炸茸蜂片	Bb	冻干茸蜂片	Fb

2.2 标准曲线的绘制

2.2.1 氮量标准曲线的绘制 参考文献方法^[22], 准确称取 EDTA (基准物质) 0、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100 mg, 置于锡箔纸中, 紧密包裹, 用压样器排出内部空气, 压实, 依次放入仪器自动进样器样品槽中, 盖上进样器盖子保持密闭空间, 上机测试。以 EDTA 总氮量为横坐标 (X)、峰面积为纵坐标 (Y) 绘制标准曲线, 得回归方程 $Y = 1.761\ 193 \times 10^{-3} + 2.998\ 786 \times 10^{-4} X - 1.497\ 155 \times 10^{-9} X^2 + 1.614\ 818 \times 10^{-14} X^3$, $R^2 = 0.999\ 9$ 。

2.2.2 氨基酸标准谱图的绘制 氨基酸混合标准液组分: 天冬氨酸 (Asp)、苏氨酸 (Thr)、丝氨酸 (Ser)、谷氨酸 (Glu)、脯氨酸 (Pro)、甘氨酸 (Gly)、丙

氨酸 (Ala)、半胱氨酸 (Cys)、缬氨酸 (Val)、甲硫氨酸 (Met)、异亮氨酸 (Ile)、亮氨酸 (Leu)、酪氨酸 (Tyr)、苯丙氨酸 (Phe)、赖氨酸 (Lys)、组氨酸 (His)、精氨酸 (Arg), 各组分浓度均为 2.5 mmol/L。用 0.1 mol/L HCl 将混合标准液稀释 1 000 倍, 取适量置于进样瓶, 参考标准 GB/T 5009.124-2003 对标准品进行上机测试, 得到如图 1-A 所示的标准品色谱图。鹿茸样品典型氨基酸色谱图见图 1-B。其中, 通道 1 (VIS 1) 为 570 nm 波长通道, 通道 2 (VIS 2) 为 440 nm 波长通道, 除 Pro 在 VIS 2 显示外, 其余 16 种氨基酸组分均在 VIS 1 显示。



1-Asp 2-Thr 3-Ser 4-Glu 5-Pro 6-Gly 7-Ala 8-Cys 9-Val 10-Met 11-Ile 12-Leu 13-Tyr 14-Phe 15-Lys 16-His 17-Arg

图 1 氨基酸标准品 (A) 和鹿茸样品氨基酸 (B) 色谱图
Fig. 1 Chromatograms of amino acid standards (A) and CCP sample (B)

2.3 样品前处理

2.3.1 粗蛋白试样的制备 准确称取鹿茸样品 50 mg, 参照“2.2.1”项方法, 进行上机测试。取压实的空锡箔纸作为空白试样。

2.3.2 水解氨基酸试样制备 参考标准 GB/T5009.124-2003 及文献方法^[23], 准确称取鹿茸样品 30 mg, 置于 35 mL 水解管中; 加 6 mol/L HCl 20 mL, 拧紧

螺旋塞密封; 超声 10 min; 于恒温干燥箱中 110 °C 水解 22 h; 水解结束冷却至室温; 每管取 800 μL 至小试管, 70 °C 真空干燥挥发溶剂; 2 mL 0.02 mol/L HCl 定容, 涡旋使充分溶解; 用 0.22 μm 水系针头式过滤器滤过至样品瓶, 上机备用。

2.4 仪器工作原理及程序参数

除 Tyr (275 nm)、Phe (257 nm) 等含共轭双键的芳香族氨基酸外, 其余氨基酸组分基本无紫外吸收, 需将其衍生、转化为具有紫外可见吸收或能产生荧光的物质才能进行检测。L-8900 全氨基酸自动分析仪采用茚三酮进行柱后衍生。B1~B6 由泵 1 (Pump1) 控制, 主导氨基酸的分离。其中 B1~B4 是缓冲溶液, 由柠檬酸钠、柠檬酸、氯化钠、乙醇等成分配制而成, 用于分离氨基酸; B5 是水, 用于清洗流动相, B6 是再生溶液, 用于清洗样品。R1~R3 是茚三酮试剂, 由泵 2 (Pump2) 控制, 主导氨基酸的显色。氨基酸分析仪的缓冲溶液梯度洗脱程序及氨基酸分析程序见表 2 和表 3。

表 2 梯度洗脱程序

Table 2 Gradient elution program

时间/min	B1/%	B4/%	B6/%	B2/%
0.0	100	0	0	0
0.1	0	100	0	0
14.2	0	100	0	0
14.3	0	0	100	0
20.2	0	0	100	0
20.3	0	0	0	100
21.2	0	0	0	100
21.3	100	0	0	0
40.2	100	0	0	0

2.5 排血茸与带血茸粗蛋白、氨基酸量的比较

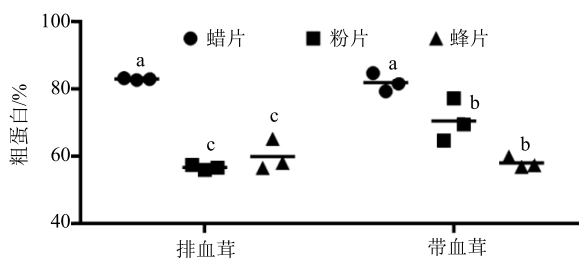
图 2 为排血茸与带血茸粗蛋白量的比较结果。Pw、Pp、Pb 粗蛋白的量分别为 82.94%、56.60%、59.87%, Dw、Dp、Db 粗蛋白的量依次为 81.86%、70.42%、57.99%。Pw 粗蛋白的量明显高于 Pp、Pb, Pw 分别是 Pp、Pb 的 1.47 倍和 1.39 倍。Dw、Dp、Db 粗蛋白的量依次降低, Dw 分别是 Dp、Db 的 1.16 倍和 1.41 倍。Pw、Pb 与 Dw、Db 粗蛋白量的差异不显著 ($P>0.05$), Pp 与 Dp 粗蛋白量的差异极显著 ($P<0.01$)。

排血茸与带血茸氨基酸的量见表 4。结果表明, Pw、Pp、Pb 氨基酸的量分别为 65.69%、40.95%、

表 3 氨基酸分析程序

Table 3 Analysis program of amino acids

t/min	B1/%	B2/%	B3/%	B4/%	B5/%	B6/%	体积流量/(mL·min ⁻¹)	T/°C	R1/%	R2/%	R3/%	体积流量/(mL·min ⁻¹)
0.0	100	0	0	0	0	0	0.400	57	50	50	0	0.350
2.5	100	0	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
2.6	0	100	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
4.5	0	100	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
4.6	0	0	100	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
12.8	0	0	100	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
12.9	0	0	0	100	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
29.0	0	0	0	100	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
29.1	0	0	0	0	0	100	0.400	—	0	0	0	0.350
32.0	0	0	0	0	0	0	0.400	—	50	50	0	0.350
32.1	0	0	0	0	0	0	0.400	—	0	0	100	0.350
33.0	0	0	0	0	0	100	0.400	—	0	0	0	0.350
33.1	0	100	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
34.0	0	100	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
34.1	100	0	0	0	0	0	0.400	—	0	0	0	0.350
37.0	0	0	0	0	0	0	0.400	—	0	0	100	0.350
37.1	0	0	0	0	0	0	0.400	—	50	50	0	0.350
53.0	100	0	0	0	0	0	0.400	135	50	50	0	0.350



字母 a~c 反映不同样本间的显著性差异状况 (P<0.05)
 letters a~c reflect the status of the significant differences between different samples (P < 0.05)

图 2 排血茸与带血茸粗蛋白的量

Fig. 2 Crude protein content of CCP without and with blood

39.78%, Dw、Dp、Db 氨基酸的量依次为 63.13%、41.99%、39.11%, 2 种不同加工方式的鹿茸氨基酸的量均表现为蜡片部位明显高于粉片、蜂片部位, 且差异极显著 (P<0.01), 粉片部位与蜂片部位差异不显著 (P>0.05)。其中, Pw 氨基酸的量分别是 Pp、Pb 的 1.60 倍和 1.65 倍, Dw 分别是 Dp、Db 的 1.50 倍和 1.61 倍。Pw、Pp、Pb 与 Dw、Dp、Db 氨基酸的量差异均不显著 (P>0.05)。

2.6 煮炸茸与冻干茸粗蛋白、氨基酸量的比较

图 3 为煮炸茸与冻干茸粗蛋白的量。Bw、Bp、部位粗蛋白的量分别为 80.90%、56.49%、55.50%, Fw、Fp、Fb 粗蛋白的量分别为 74.76%、63.95%、60.92%。2 种不同加工方式的鹿茸粗蛋白的量均表现为蜡片部位明显高于粉片、蜂片部位, 且差异极显著 (P<0.01), 粉片部位与蜂片部位差异不显著 (P>0.05)。其中, Bw 粗蛋白的量分别是 Bp、Bb 的 1.43 倍和 1.46 倍, Fw 粗蛋白的量分别是 Fp、Fb 的 1.17 倍和 1.23 倍。同种加工方式的鹿茸粗蛋白的量呈现蜡片、粉片、蜂片依次降低的趋势。Bw 粗蛋白的量高于 Fw, 差异显著 (P<0.05); Bp 粗蛋白的量低于 Fp, 差异极显著 (P<0.01); Bb 粗蛋白的量低于 Fb, 差异显著 (P<0.05)。Fp、Fb 粗蛋白的量分别是 Bp、Bb 的 1.13 倍和 1.10 倍。

煮炸茸与冻干茸氨基酸的量见表 5。结果表明, Bw、Bp、Bb 氨基酸的量分别为 62.11%、46.30%、38.27%, Fw、Fp、Fb 氨基酸的量分别为 58.09%、47.23%、47.37%。煮炸茸氨基酸的量呈现 Bw、Bp、Bb 依次减少的趋势, 且不同部位间氨基酸的量差异极显著 (P<0.01), Bw 分别是 Bp、Bb 的 1.34 倍

表 4 排血茸与带血茸氨基酸的量

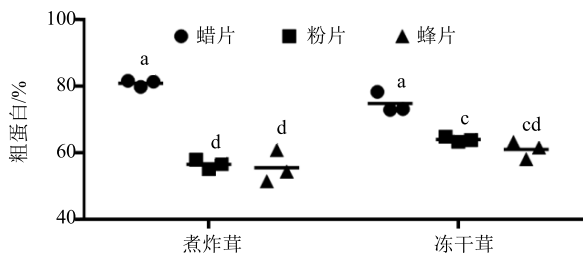
Table 4 Amino acids content of CCP without and with blood

样品	质量分数/%								
	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val
Pw	5.75±0.49 ^a	2.70±0.17 ^a	3.23±0.11 ^a	9.63±0.44 ^a	5.86±0.54 ^a	9.12±0.61 ^a	5.21±0.48 ^a	0.21±0.02 ^a	3.29±0.11 ^a
Pp	3.04±0.10 ^c	1.55±0.07 ^d	1.78±0.04 ^c	6.07±0.59 ^b	3.57±0.22 ^c	6.67±0.58 ^{cd}	3.72±0.08 ^c	0.11±0.01 ^{bc}	1.87±0.01 ^d
Pb	2.61±0.07 ^{cd}	1.34±0.08 ^c	1.61±0.02 ^d	5.09±0.22 ^{bc}	4.03±0.09 ^c	7.18±0.31 ^c	4.38±0.06 ^b	0.09±0.02 ^c	1.69±0.04 ^c
Dw	5.21±0.31 ^b	2.61±0.12 ^a	3.04±0.15 ^b	9.06±0.93 ^a	4.83±0.34 ^b	8.30±0.45 ^b	5.50±0.33 ^a	0.23±0.02 ^a	3.26±0.05 ^a
Dp	2.67±0.04 ^{cd}	2.03±0.04 ^b	1.84±0.05 ^c	5.29±0.42 ^{bc}	2.61±0.12 ^d	5.52±0.15 ^c	4.47±0.22 ^b	0.13±0.02 ^b	2.38±0.04 ^b
Db	2.22±0.03 ^d	1.76±0.06 ^c	1.55±0.01 ^d	4.67±0.23 ^c	2.84±0.06 ^d	6.04±0.05 ^{de}	4.53±0.06 ^b	0.06±0.00 ^d	2.05±0.06 ^c

样品	质量分数/%								
	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	总量 (TAA)
Pw	0.18±0.01 ^a	2.35±0.10 ^a	4.70±0.13 ^a	0.27±0.01 ^a	2.61±0.09 ^a	4.17±0.20 ^a	1.23±0.04 ^a	5.23±0.41 ^a	65.69±3.30 ^a
Pp	0.08±0.01 ^c	1.29±0.02 ^b	2.73±0.09 ^c	0.10±0.01 ^{bc}	1.57±0.04 ^d	2.52±0.11 ^c	0.72±0.03 ^d	3.55±0.21 ^b	40.95±1.84 ^b
Pb	0.08±0.01 ^c	1.05±0.05 ^c	2.32±0.05 ^d	0.08±0.01 ^{cd}	1.47±0.02 ^c	2.44±0.03 ^c	0.61±0.02 ^c	3.73±0.07 ^b	39.78±0.90 ^b
Dw	0.15±0.02 ^b	2.31±0.02 ^a	4.67±0.24 ^c	0.27±0.03 ^a	2.67±0.04 ^a	4.33±0.22 ^a	1.29±0.02 ^a	5.40±0.36 ^a	63.13±1.78 ^a
Dp	0.03±0.01 ^d	1.34±0.05 ^b	3.52±0.13 ^a	0.12±0.01 ^b	2.07±0.04 ^b	3.08±0.14 ^b	1.14±0.07 ^b	3.75±0.10 ^b	41.99±0.82 ^b
Db	0.03±0.01 ^d	0.95±0.01 ^d	2.93±0.03 ^b	0.06±0.00 ^d	1.80±0.02 ^c	2.86±0.10 ^b	1.00±0.02 ^c	3.76±0.12 ^b	39.11±0.28 ^b

上标含相同字母表示无显著性差异, 否则表示有显著性差异 ($P < 0.05$)

There is no significant difference between the upper standard and the same letter, otherwise there is a significant difference ($P < 0.05$)



字母 a~d 反映不同样本间的显著性差异状况 ($P < 0.05$)
 letters a—d reflect the status of the significant differences between different samples ($P < 0.05$)

图 3 煮炸茸与冻干茸粗蛋白的量

Fig. 3 Crude protein content of CCP with boiling and freeze-drying processing

和 1.62 倍。Fw 氨基酸的量明显高于 Fp、Fb, 差异显著 ($P < 0.05$), Fp 与 Fb 差异不显著 ($P > 0.05$), Fw 氨基酸的量分别是 Fp、Fb 的 1.23 倍和 1.23 倍。Bw 氨基酸量高于 Fw, 差异极显著 ($P < 0.01$); Bp 氨基酸量低于 Fp, 差异不显著 ($P > 0.05$); Bb 氨基酸量低于 Fb, 差异极显著 ($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 排血茸与带血茸的比较

所谓排血茸, 是指先将鹿茸中的血液排出茸体再进行加工的鹿茸。将鹿茸血保留在茸体内进行加

工得到的鹿茸则称为带血茸。以鹿茸不同部位质量比例最大的蜂片部位为例, 本研究测得 Pb 粗蛋白、总氨基酸的量分别为 59.87%、39.78%, Db 的分别为 57.99%、39.11%。以质量比例次之的粉片部位为例, Pp 粗蛋白、总氨基酸的量分别为 56.60%、40.95%, Dp 的分别为 70.43%、41.99%。Pp 与 Dp 粗蛋白量差异极显著 ($P < 0.01$), 总氨基酸量差异不显著 ($P > 0.05$), 而蜡片部位、蜂片部位粗蛋白及总氨基酸量差异均不显著 ($P > 0.05$)。可初步判断, 带血茸粗蛋白的量更为丰富, 这与李泽鸿等^[24]的研究结果一致。Pb 中 Leu、Lys、His 的量分别为 2.32%、2.44%、0.61%, Db 中这几种氨基酸组分的量依次为 2.93%、2.86%、1.00%, Dp 中 Leu、Lys、His 的量也高于 Pp, 这可能是由于鹿茸血液干物质中这几种氨基酸组分的量高于排血后的鹿茸。

3.2 煮炸茸与冻干茸的比较

煮炸茸是指经过沸水煮茸、高温烘烤等环节加工而成的鹿茸, 冻干茸则是在低温环境下利用真空干燥的原理将茸体内的水分除去得到的鹿茸。本研究测得不同加工方式的鹿茸, 尤其是煮炸茸, Bw 粗蛋白、氨基酸的量均明显高于 Bp、Bb, Bp 与 Bb 差异较小, 这与张嵩等^[25]对鹿茸不同部位的氨基酸量进行聚类分析得出的蜡片单独聚为一类的结论

表 5 煮炸茸与冻干茸的氨基酸的量
Table 5 Amino acids content of CCP with boiling and freeze-drying processing

样品	质量分数/%								
	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val
Bw	4.74±0.32 ^a	2.49±0.12 ^a	2.85±0.11 ^a	8.78±0.63 ^a	4.83±0.21 ^a	8.62±0.35 ^a	5.50±0.13 ^a	0.29±0.01 ^b	3.18±0.03 ^a
Bp	3.78±0.21 ^b	1.85±0.02 ^{cd}	2.02±0.05 ^c	6.37±0.26 ^c	4.09±0.14 ^b	6.93±0.21 ^c	4.37±0.11 ^b	0.13±0.01 ^d	2.34±0.07 ^d
Bb	2.30±0.07 ^c	1.57±0.01 ^e	1.50±0.01 ^d	4.62±0.13 ^d	3.13±0.01 ^d	6.33±0.41 ^c	4.26±0.21 ^b	0.13±0.01 ^d	1.89±0.02 ^e
Fw	4.76±0.11 ^a	2.30±0.07 ^b	2.51±0.03 ^a	7.72±0.36 ^b	4.80±0.11 ^a	7.96±0.21 ^b	5.35±0.14 ^a	0.36±0.01 ^a	3.05±0.08 ^b
Fp	4.05±0.07 ^b	1.94±0.05 ^c	1.98±0.01 ^c	6.19±0.09 ^c	3.69±0.05 ^c	6.33±0.30 ^c	4.38±0.03 ^b	0.22±0.01 ^c	2.66±0.05 ^c
Fb	4.00±0.12 ^b	1.79±0.02 ^d	1.94±0.03 ^c	6.13±0.12 ^c	4.72±0.09 ^d	6.96±0.10 ^c	4.25±0.05 ^b	0.22±0.01 ^c	2.35±0.05 ^d

样品	质量分数/%								
	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	总量 (TAA)
Bw	0.16±0.01 ^b	2.20±0.01 ^a	4.60±0.17 ^a	0.30±0.00 ^c	2.63±0.02 ^a	4.23±0.11 ^a	1.27±0.02 ^{ab}	5.44±0.21 ^a	62.11±0.18 ^a
Bp	0.10±0.00 ^c	1.28±0.03 ^c	3.26±0.11 ^c	0.09±0.00 ^d	1.93±0.04 ^d	3.00±0.09 ^d	1.00±0.03 ^c	3.76±0.11 ^c	46.30±0.74 ^d
Bb	0.08±0.01 ^d	0.99±0.03 ^c	2.64±0.07 ^f	0.11±0.01 ^d	1.64±0.01 ^f	2.66±0.11 ^c	0.82±0.01 ^d	3.60±0.07 ^c	38.27±0.48 ^c
Fw	0.18±0.01 ^a	1.81±0.03 ^b	4.28±0.14 ^b	0.36±0.02 ^b	2.52±0.07 ^b	4.00±0.12 ^b	1.30±0.01 ^a	4.83±0.12 ^b	58.09±0.46 ^b
Fp	0.10±0.00 ^c	1.31±0.04 ^c	3.71±0.03 ^d	0.29±0.05 ^c	2.17±0.02 ^c	3.30±0.07 ^c	1.25±0.03 ^b	3.65±0.13 ^c	47.23±0.49 ^c
Fb	0.10±0.01 ^c	1.19±0.04 ^d	3.95±0.07 ^c	0.49±0.02 ^a	1.81±0.02 ^c	2.94±0.02 ^d	0.80±0.01 ^d	3.73±0.05 ^c	47.37±0.34 ^c

上标含相同字母表示无显著性差异, 否则表示有显著性差异 ($P < 0.05$)

There is no significant difference between the upper standard and the same letter, otherwise there is a significant difference ($P < 0.05$)

相一致。本研究测得 Bb 粗蛋白、总氨基酸的量分别为 55.50%、38.27%, Fb 的依次为 60.92%、47.37%。Bp 粗蛋白、总氨基酸的量分别为 56.49%、46.30%, Fp 的依次为 63.95%、47.23%。Fp 和 Fb 粗蛋白和氨基酸的量均高于煮炸茸。而对于不同部位中质量比例最小的蜡片部位, Bw 粗蛋白、总氨基酸的量分别为 80.90%、62.11%, Fw 的分别为 74.76%、58.09%。粗蛋白和氨基酸在冻干茸不同部位的分布比在煮炸茸中更为均匀。整体看来, 冻干茸粗蛋白、氨基酸的量要高于煮炸茸。这可能是由于鹿茸中的蛋白质或氨基酸组分在高温条件下与鹿茸中的还原糖类发生美拉德反应, 生成一系列非蛋白和非氨基酸的复杂产物所致^[26]。

经冷冻干燥加工而成的鹿茸可能在一定程度上更多地保留了鹿茸中蛋白质或多肽的活性^[27], 但是, 其加工过程未经高温处理, 对鹿茸中可能携带的布氏杆菌等病原微生物无法起到根除效果, 这可能也是冷冻干燥技术在鹿茸加工领域未得到广泛推广的主要原因之一。

3.3 氨基酸组分分析

本试验检测到鹿茸中含有 Lys、Phe、Met、Thr、Ile、Leu、Val 7 种人体必需氨基酸。必需氨基酸是指人体不能合成或合成速度远不能满足机体需要,

需由食物蛋白供给的氨基酸。鹿茸中 Gly、Glu、Ala、Arg 的量较高, 这可能是由于鹿茸富含胶原蛋白, 而胶原蛋白的水解产物中以 Gly 最多, 其次为 Ala、Glu、Arg。以 Bw 为例, Gly、Ala、Glu、Arg 的量分别为 8.62%、5.50%、8.78%、5.44%。鹿茸中 Asp、Phe 的量也较高, 而 Glu、Asp、Phe、Ala、Gly 等均呈现出特殊鲜味, 又称为呈味氨基酸, 这也许是咀嚼鹿茸具有特殊香味的原因之一。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] Li C, Mackintosh C G, Martin S K, *et al.* Identification of key tissue type for antler regeneration through pedicle periosteum deletion [J]. *Cell Tissue Res*, 2007, 328(1): 65-75.
- [3] Kierdorf U, Li C, Price J S. Improbable appendages: Deer antler renewal as a unique case of mammalian regeneration [J]. *Semin Cell Dev Biol*, 2009, 20(5): 535-542.
- [4] Li C, Suttie J. Morphogenetic aspects of deer antler development [J]. *Front Biosci (Elite Ed)*, 2012, 4(1): 1836-1842.
- [5] 李春义. 鹿茸完全再生机制研究进展 [J]. *农业生物技术学报*, 2017, 25(1): 1-10.
- [6] 桂丽萍, 郭萍, 郭远强. 鹿茸化学成分和药理活性研

- 究进展 [J]. 药物评价研究, 2010, 33(3): 237-240.
- [7] Sunwoo H H, Nakano T, Sim J S. Isolation and characterization of proteoglycans from growing antlers of wapiti (*Cervus elaphus*) [J]. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*, 1998, 121(4): 437-442.
- [8] 李和平. 中国茸鹿品种 (品系) 的鹿茸化学成分 [J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(4): 26-28.
- [9] Estevez J A, Landete-Castillejos T, Martínez A, et al. Antler mineral composition of Iberian red deer *Cervus elaphus hispanicus* is related to mineral profile of diet [J]. *Acta Theriol (Warsz)*, 2009, 54(3): 235-242.
- [10] Jeon B T, Moon S H, Lee S R, et al. Changes of amino acid, fatty acid and lipid composition by the growth period in velvet antler [J]. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 2010, 30(6): 989-996.
- [11] Kierdorf U, Stoffels D, Kierdorf H. Element concentrations and element ratios in antler and pedicle bone of yearling red deer (*Cervus elaphus*) stags—a quantitative X-ray fluorescence study [J]. *Biol Trace Elem Res*, 2014, 162(1/3): 124-133.
- [12] 周冉, 王飞, 郝洁, 等. 超滤浓缩技术分离鹿茸中胰岛素样生长因子-1 [J]. 中草药, 2013, 44(10): 1257-1262.
- [13] 李春燕, 芦春梅, 齐燕飞, 等. 鹿茸中18种性激素的提取技术研究 [J]. 分子科学学报, 2016, 32(2): 123-128.
- [14] 赵磊, 李继海, 朱大洲, 等. 5种鹿茸营养成分的主成分分析 [J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(9): 2571-2575.
- [15] 宗颖, 刘侗, 王志颖, 等. 鹿茸多肽成分及其药理作用研究 [J]. 吉林中医药, 2013, 33(11): 1135-1137.
- [16] 梅兵, 杨吉平, 常桂娟, 等. 鹿茸多肽提取分离及药理活性的研究进展 [J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(6): 1926-1928.
- [17] 王艳双, 罗速, 张大方, 等. 梅花鹿茸 I 型胶原对破骨细胞的影响及其分子机制 [J]. 中草药, 2013, 44(24): 3503-3509.
- [18] 王艳梅. 东北梅花鹿茸主要成分系统性比较研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2004.
- [19] Landete-Castillejos T, Garcia A, Gallego L. Body weight, early growth and antler size influence antler bone mineral composition of iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) [J]. *Bone*, 2007, 40(1): 230-235.
- [20] 王燕华, 金春爱, 孙印石, 等. 不同加工方式的鹿茸脂肪酸的气相色谱分析 [J]. 中草药, 2017, 48(12): 2431-2441.
- [21] 李和平, 王春生. 生态养鹿 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [22] 张秀莲, 赵卉, 许世泉, 等. 人参芦、体、须中蛋白质含量对比分析 [J]. 特产研究, 2016, 68(4): 28-30.
- [23] 赵卉, 刘继永, 刘操, 等. 3种珍禽肌肉中氨基酸成分分析及营养评价 [J]. 食品科技, 2014, 39(11): 138-142.
- [24] 李泽鸿, 刘洪章. 梅花鹿茸血中营养成分的分析 [J]. 长春中医药大学学报, 2007, 23(4): 28-29.
- [25] 张嵩, 李峰. 不同规格鹿茸商品药材中氨基酸的含量分析 [J]. 中国中药杂志, 2013, 38(12): 1919-1923.
- [26] Trevisan A J B, de Almeida Lima D, Sampaio G R, et al. Influence of home cooking conditions on Maillard reaction products in beef [J]. *Food Chem*, 2016, 196(7): 161-169.
- [27] 柯李晶, 林冬云, 黄晓南, 等. 不同加工工艺鹿茸的蛋白成分和活性比较 [J]. 中药材, 2008, 31(1): 11-14.