

肉及肉制品的微量元素和B族维生素

李永波 刘晓辉

(西安市疾病预防控制中心 陕西 710054)

摘要: 本文主要讨论肉类的两方面品质: 即在意大利消费量较大的肉及肉制品中微量元素(铁、锌、铜)和B族维生素(维生素B₁、维生素B₂、烟酸)的含量, 以及烹饪过程对这两类微量营养素含量的影响。本文对以下几种肉类品质进行了分析研究: 牛(腰肉, 肉片, 烤牛排, 后腿肉, 肋肉)、小牛(肉片)、羔羊(排骨肉)、马(肉片)、鸵鸟(肉片, 腰肉, 腿部肉)、猪(里脊肉, 腰肉, 肉片)、鸡(鸡脯肉, 鸡爪, 大腿肉, 鸡翅肉)、火鸡(鸡脯肉, 鸡爪, 大腿肉)、兔肉。结果表明: 不但不同种类肉的微量元素和B族维生素的含量不同, 而且同种动物不同部位的肉块这两类微量营养素的含量也不同。与其它肉类相比, 马肉和鸵鸟肉的这两类微量营养素含量适当。本文采用的加工方法对肉的水分没有要求, 这样就会使微量元素保留得更多一些, 水分对B族维生素的影响更大。

关键词: 肉; 铁; 锌; 铜; 维生素B₁; 维生素B₂; 烟酸

引言

肉类含有丰富的微量元素和B族维生素, 在日常膳食中肉类是这些微量营养素的主要来源。在意大利的所有膳食中, 肉类是锌的最主要的来源, 并且也提供一定量的铜。同时肉类含有丰富的亚铁血红素铁, 亚铁血红素铁具有很高的生物学价值, 肉类是意大利所有膳食中亚铁血红素铁的主要来源。肉类也是B族维生素的重要来源, 尤其含有丰富的维生素B₁₂, 猪肉可以完全满足意大利人对维生素B₁的需求, 并且它也是意大利人的烟酸

的主要来源之一。

饲养方法的革新, 饲料成份的改变, 屠宰手段和贮藏方式的变化都会导致肉类中这些微量营养素含量的变化。由于BSE(牛绵状脑病)的扩散, 现在又出现了一些新的肉类。例如, 马肉和鸵鸟肉在意大利就非常流行, 但是这些肉类营养价值方面的数据却很少。烹饪条件是影响肉类中微量元素和B族维生素含量的一个非常重要的因素, 在烹饪过程中, 微量元素和B族维生素都会有不同程度的损失, 因此, 我们实际吸收的微量元素和B族维生素含量变化是很大的。众所周知, 在加热过程中, 亚铁血红素铁会不同程度地转化成非亚铁血红素铁, 并且一些维生素受热也很不稳定, 在加热的条件下, 这些维生素会遭到不同程度的破坏而失去功效。另外, 屠宰方法对他们的影响也很大。

因而, 更新和扩展不同种类的肉以及来自于同种动物不同部位的肉的微量营养素的数据是非常重要的。本文主要集中研究肉的两方面品质: 即在意大利消费量较大的肉及肉制品中微量元素(铁、锌、铜)和B族维生素(维生素B₁、维生素B₂、烟酸)的含量, 以及烹饪过程对这两类微量营养素的影响。本文对牛、小牛、羔羊、马、鸵鸟、猪、鸡、火鸡和兔肉的铁、锌、铜、维生素B₁、维生素B₂及烟酸的含量进行了分析研究。同时, 对常用的烹饪方法对这些微量营养素的影响也进行了研究。

1 材料和方法

1.1 化学试剂

所有试剂均为分析纯, 实验用水由Milli-Q纯水机制得。所有的玻璃仪器均通过酸洗, 并且用去离子冲洗干净。对微量元素含量分析时, 采用牛肉(BCR, 184, 布鲁塞尔标准物质局)和牛肝(NBS,

1577a, 美国标准物质局) 作为标准参考物质, 用于验证分析的准确性。对 B 族维生素含量分析时, 采用从 Sigma 化学试剂公司购买的维生素 B₁、维生素 B₂ 以及从 Fluka 化学试剂公司购买的烟酸作为标准物质。

1.2 试样

试验采用的肉从当地的肉制品厂家或超市购买。牛(腰肉, 肉片, 烤牛排, 后腿肉, 肋肉)、小牛(肉片)、羔羊(排骨肉)、马(肉片)、鸵鸟(肉片, 腰肉, 腿部肉)、猪(里脊肉, 腰肉, 肉片)、鸡(鸡脯肉, 鸡爪, 大腿肉, 鸡翅肉)、火鸡(鸡脯肉, 鸡爪, 大腿肉)、兔肉用于微量元素的分析。对鸵鸟肉片和家禽的胸脯肉进行了 B 族维生素含量的分析。家禽样品由 32 份胸脯肉和 16 份大腿肉以及 16 份翅膀肉组成, 其他肉类样品选用消费频率最高的部分进行分析。每个样品平行分成两份, 第一份对生肉直接进行分析, 第二份样品经过烹饪加工成熟肉以后再进行分析, 烹饪方法要避免损失肉的其他成份。家禽的大腿肉和翅膀肉在 180℃ 的炉内加热 50min, 家禽胸脯肉和其它肉块通过手工的方法去掉所有可见脂肪, 然后再在平锅上采用中温煎至肉的红色消失。肉块在加工前称重, 加工以后在室温条件下放置 20min 以后再称, 以了解加工前后肉块重量的变化。试验过程中, 必须要去除骨头, 无论是生肉还是熟肉都要进行冷冻干燥, 然后在不锈钢容器内进行混匀, 确保待测样品均一和具有代表性。每份待测得样品平行测定三次。

1.3 分析步骤

微量元素分析: 用微波消解系统对样品进行处理, 采用美国 PE 公司生产的 ICP (3200XL) 进行微量元素分析, 每份样品平行测定三次。

B 族维生素分析: 维生素 B₁、维生素 B₂ 及烟酸经过相应的酶和酸水解后, 利用带有 PAD 的 HPLC (Waters) 进行分离和定量, 检测波长为 254nm, 色谱柱为: C18 柱 (4.6 × 250mm), 流动相: 12.5% 乙腈 (0.01M, 含磷酸二氢钾缓冲溶液, PH7) 和 87.5% 的磺酸钠 (0.01M), 流速: 1mL/min。通过保留时间定性, 外标法定量, 每份样品平行测定三次。

保留因子的测定: 烹饪后营养素保留的百分比按以下方程计算:

$$\text{保留的百分比} = \frac{\text{烹饪后每 100g 肉中的营养素的含量}}{\text{每 100g 生肉中的营养素的含量}} \times \frac{\text{烹饪后肉的重}}{\text{烹饪前生肉的重}} \times 100$$

统计分析: 同一种类不同肉块的数据采用 t-检验进行对比分析。在 P<0.05 时, 认为差异显著。

2 结果

表 1 给出了实验所用的生肉和熟肉中微量元素的含量。不同种类肉的铁含量变化较大。鸵鸟肉的铁含量最高 (2.57mg/100g), 牛肉、羊羔肉和猪肉的铁含量相近: 牛肉的铁含量为 1.8mg/100g, 猪肉的铁含量为 2.27mg/100g, 小牛肉的铁含量与牛肉相比要低一些, 由于饲养方式和屠宰后贮藏条件不同, 肉类铁的含量有一个变化范围。在所测定的肉类中, 铁含量明显偏低的是猪肉、家禽肉和兔肉。不仅不同种类的肉铁含量不同, 即便是同一种肉, 不同部位的肉块铁含量也有差异。

在所分析的五份牛肉中, 肉片铁含量最高 (2.37mg/100g), 肋肉铁含量最低 (1.80mg/100g)。三份鸵鸟肉铁含量差别不显著 (P<0.05), 可能因为这三块肉均是鸵鸟腿部的肉。所分析的三份猪肉中, 肉片的铁含量明显高一些。不同部位的鸡和火鸡肉的铁含量差别最明显, 其中, 鸡脯肉总是低于鸡大腿和鸡翅 (P<0.05)。后两者肌红蛋白和血红蛋白的含量与鸡脯肉相比要高, 这完全可以解释为什么鸡脯肉铁含量总是低于鸡大腿和鸡翅。在所有分析的肉类中, 兔肉铁含量最低。本研究中得到的各种肉类的铁含量的数据与以前文献 (Lombardi-Boccia 等人, 2002) 中测定亚铁血红素铁得到的数据是非常相近的。不同种类的肉之间, 锌的含量差别很大。小牛肉和牛肉的锌含量最高, 牛肉 (腰肉) 含锌量为 3.94mg/100g, 小牛肉含锌量为 5.01mg/100g (见表 1)。对于鸵鸟肉而言, 与铁含量相比, 它的锌含量差别较大, 各部位的肉块的锌含量从 1.96mg/100g 到 3.1mg/100g 不等。通过对几块不同部位的猪肉的分析发现: 肉片的锌含量明显高于里脊肉和腰肉。在所有分析的肉类样品中, 兔肉的锌含量最低, 而鸡和火鸡的大腿肉铁含量和锌含量均为最高。各种被分析的样品的铜的含量相对稳定一些。尽管比其它的微量元素的差别小, 但是不同种类的肉的铜含量还是存在差别的。羔羊、马、鸵鸟以及家禽的大腿肉铜的含量高 (见表 1), 我们测得的鸵鸟肉铜和锌的含量与 1996 年 Sales 和 Hayes 报道的数值是一致的。

表1 生肉和熟肉的铁、锌、铜的含量 (mg/100g)

	生肉			熟肉			失重 (%)
	铁	锌	铜	铁	锌	铜	
牛							
腰肉	1.93±0.1ab	4.09±0.2ab	0.07±0.1a	3.11±0.4a	5.74±0.3a	0.08±0.1a	37.7
肉片	2.37±0.1ab	4.01±0.2ab	0.09±0.1a	3.38±0.2a	5.62±0.3a	0.10±0.1a	38.2
烤牛排	1.95±0.1ab	4.75±0.4b	0.05±0.1a	3.46±0.3a	9.44±0.6b	0.08±0.1a	39.2
腿肉	1.91±0.1ab	3.94±0.1a	0.04±0.1a	2.86±0.4b	5.54±0.2a	0.07±0.1a	43.4
胁肉	1.80±0.2a	4.29±0.2ab	0.05±0.1a	3.50±0.3a	7.23±0.6b	0.10±0.1a	40
小牛							
肉片	1.20±0.1	5.01±0.3	0.03±0.1	1.93±0.2	9.50±0.6	0.04±0.1	41.7
羔羊							
排骨	1.98±0.3	2.43±0.1	0.10±0.1	2.72±0.4	3.77±0.2	0.15±0.1	40.8
马							
肉片	2.27±0.2	1.95±0.1	0.12±0.1	2.91±0.2	3.20±0.2	0.19±0.1	42.1
鸵鸟							
肉片	2.34±0.1a	1.96±0.1a	0.10±0.1a	3.63±0.2a	2.36±0.2a	0.16±0.1a	36.2
腰肉	2.57±0.2a	2.5±0.2a	0.10±0.1a	3.95±0.2a	3.74±0.5b	0.16±0.1a	37.4
腿肉	2.40±0.2a	3.1±0.2b	0.08±0.1a	3.43±0.3a	3.80±0.2b	0.10±0.1a	36.5
猪							
里脊	0.49±0.1a	0.98±0.1a	0.04±0.1a	0.79±0.1a	1.79±0.2a	0.06±0.1a	36.9
腰肉	0.42±0.1a	1.55±0.1a	0.05±0.1a	0.68±0.1a	2.54±0.2a	0.07±0.1a	33.6
肉片	0.70±0.1b	2.28±0.2b	0.07±0.1a	1.09±0.2b	4.17±0.3b	0.12±0.1b	37.6
鸡							
脯肉	0.40±0.1*a	0.65±0.1a	0.05±0.1a	0.58±0.1*a	0.90±0.1a	0.06±0.1a	26.1
鸡爪	0.63±0.1*b	1.47±0.1b	0.09±0.2a	1.20±0.2*b	2.40±0.1b	0.13±0.3b	37.9
腿肉	0.70±0.1*b	1.71±0.1c	0.11±0.2b	1.34±0.1*b	3.321±0.1b	0.14±0.2b	39.1
鸡翅	0.63±0.2*b	1.29±0.1b	0.04±0.3a	0.92±0.2*a	2.41±0.1b	0.09±0.3a	40.4
火鸡							
鸡脯肉	0.50±0.1a	1.08±0.1a	0.06±0.1a	0.79±0.1*a	1.24±0.1a	0.09±0.1a	22
鸡爪	0.88±0.2*b	2.57±0.1b	0.12±0.2b	1.51±0.2*b	4.10±0.2b	0.16±0.4b	34.2
腿肉	0.99±0.3*b	2.47±0.1b	0.12±0.4b	1.46±0.2*b	4.89±0.1b	0.18±0.3b	38.7
兔肉	0.38±0.1	0.55±0.1	0.03±0.1	0.51±0.1	1.26±0.1	0.05±0.1	24.4

注：带*的数据是2002年Lombardi-Boccia等人测得的。

所有的数据均是平行测定三次得到的M±SD。

表1给出了加热对于肉类的微量元素含量的影响。熟肉比生肉的微量元素的含量要高一些,原因是烹饪过程会损失一些肉中的水分(见表1)。本研究采用的烹饪方法对肉的水分没有要求,这样可能使微量元素会保留得更多一些。马肉、羔羊肉和两块牛肉的铁含量的损失情况(以铁的保留率计)分别为:马肉74%,羔羊肉80%,牛肉片84%,牛后腿肉88%。两块鸵鸟肉和三块牛肉的锌含量的损失情况分别为:鸵鸟肉片和鸵鸟大

腿肉的锌的保留率均为76%;三块牛肉的锌含量的保留率从83%~97%。我们只测了三个样品的铜含量的损失情况:鸵鸟大腿肉的铜的保留率为79%,牛腰肉和牛肉片的铜的保留率分别为:71%和75%。2002年Lombardi-Boccia等人对肉中铁的含量进行的研究表明:加热对肉的铁的总含量并不产生影响,但是却改变了肉中的亚铁血红素铁和非亚铁血红素铁的比例,实际上加热使亚铁血红素铁的含量降低了。

表2 生肉和熟肉的维生素B₁、维生素B₂和烟酸的含量(mg/100g)

	生肉			熟肉			失重(%)
	维生素B ₁	维生素B ₂	烟酸	维生素B ₁	维生素B ₂	烟酸	
牛							
腰肉	0.02±0.01a	0.12±0.01a	5.0±0.35a	nd	0.07±0.01ab	3.2±0.09a	37.7
肉片	0.08±0.01b	0.17±0.01b	5.7±0.25a	nd	0.07±0.01ab	3.3±0.09a	38.2
烤牛排	0.05±0.01b	0.10±0.01a	5.5±0.21a	nd	0.10±0.02a	3.3±0.08a	39.2
后腿肉	0.08±0.01b	0.09±0.01a	6.5±0.14a	nd	0.05±0.01ab	4.2±0.12a	43.4
肋肉	0.01±0.01a	0.12±0.01a	5.0±0.21a	nd	0.04±0.01b	3.0±0.13a	40
小牛							
肉片	0.11±0.02	0.08±0.01	6.9±0.35	nd	0.05±0.01	4.3±0.18	41.7
羔羊							
排骨	0.06±0.01	0.11±0.01	6.5±0.10	nd	0.07±0.01	3.8±0.2	40.8
马							
肉片	0.18±0.08	0.20±0.01	7.3±0.26	nd	0.13±0.02	3.8±0.08	42.1
鸵鸟							
肉片	0.16±0.04	1.96±0.1a	4.5±0.15	nd	0.07±0.01	2.7±0.17	36.2
猪							
里脊肉	0.90±0.12a	0.10±0.01a	5.2±0.20a	nd	0.06±0.01a	3.3±0.11a	36.9
腰肉	0.60±0.10b	0.13±0.02a	4.2±0.18a	0.15±0.01a	0.09±0.02a	3.2±0.09a	33.6
肉片	0.90±0.14a	0.15±0.03a	5.7±0.21a	0.21±0.02a	0.07±0.01a	3.3±0.18a	37.6
鸡							
鸡脯肉	0.04±0.01	0.03±0.01	8.0±0.30	nd	0.01±0.01	5.0±0.28	29.2
火鸡							
鸡脯肉	0.02±0.01	0.06±0.01	7.2±0.28	nd	0.03±0.01	5.3±0.9	30.7
兔肉	0.05±0.01	0.11±0.01	5.3±0.21	nd	0.06±0.01	3.8±0.10	24.4

注:所有的数据均是平行测定三次得到的M±SD。

表 2 列出了生肉和熟肉中 B 族维生素的含量。从表 2 可以看出, 不同种类的肉之间维生素 B₁ 的含量变化最大, 牛肋肉的维生素 B₁ 含量只有 0.01mg/100g, 而猪里脊肉和肉片的维生素 B₁ 含量达到了 0.9mg/100g。在所有分析的肉类样品中, 猪肉的维生素 B₁ 含量最高 (从 0.6~0.9mg/100g) 这个数值与 1995 年 Haegg 和 Kumpulainen 研究的数值是一致的。马肉和鸵鸟肉的维生素 B₁ 含量均高于 0.1mg/100g, 分别是 0.18 和 0.16mg/100g, 其次是小牛肉片的维生素 B₁ 含量为 0.1mg/100g。马肉的维生素 B₁ 含量的数据与 1996 年 Moller 和 Saxholt 研究的数值是一致的。其它种类的肉的维生素 B₁ 含量明显偏低, 同种类不同部位的肉的维生素 B₁ 含量也存在很大差异。不同部位的牛肉的维生素 B₁ 含量差别最明显, 从 0.01~0.08mg/100g 不等。对于鸡和火鸡, 我们只对鸡翅进行了分析, 二者的维生素 B₁ 含量均较低。兔肉的维生素 B₁ 含量为 0.05mg/100g。不同部位的牛肉的维生素 B₂ 的含量从 0.09~0.17mg/100g 不等, 牛肉片的维生素 B₂ 的含量最高。羔羊、火鸡、猪肉和兔肉的维生素 B₂ 的含量与牛肉的相近。在所有被分析的肉类中, 马肉的维生素 B₂ 的含量最高, 而禽类的翅膀肉的维生素 B₂ 的含量最低。无论是不同种类的肉还是同一种类不同部位的肉块之间的烟酸含量相对比较均一。马肉和禽类这类维生素的含量最高, 其它种类的肉的烟酸含量从 4.2~6.9mg/100g 不等 (见表 2)。表 2 也给出了加热对于肉类的 B 族维生素含量的影响。与微量元素相比, 加热

使 B 族维生素的含量降低。在本文分析的这三种维生素中, 维生素 B₁ 对热最敏感。经过加热以后, 除了两块猪肉的维生素 B₁ 还可以检测到以外 (保留率只有 15%), 大部分样品的维生素 B₁ 均检测不到。而维生素 B₂ 遇热最稳定, 加热后各类肉的维生素 B₂ 的保留率从 20%~58% 不等。加热后牛肋肉维生素 B₂ 损失最严重。对于维生素 B₂ 损失情况, 我们的研究结果与 1986 年 Bodwell 等人 和 1995 年 Chan 等人的研究结果是非常相近的。牛排经过一段时间的烘烤以后, 它的维生素 B₂ 几乎不损失。火鸡鸡脯肉和马肉片经过烘烤以后, 烟酸的保留率分别为 51% 和 30%。除了小鸡和火鸡的鸡脯肉的维生素 B₂ 和烟酸的含量值偏高一些以外, 我们所研究的大部分肉的维生素 B₂ 和烟酸的含量与以前文献上报道的数值都非常相近。

3 结论

本研究的主要目的是更新在意大利消费量较大的各种肉类以及马肉和火鸡肉等最近新出现的肉类中的微量元素含量的数据。研究中发现: 不但不同种类肉的微量元素和 B 族维生素的含量不同, 而且同种动物不同部位的肉的这两类微量营养素的含量也不同。我们研究的五块牛肉中, 牛肉片的微量营养素的含量最高, 禽类大腿肉的微量元素的含量也很高。然而, 这种营养素的差异没用实际的意义, 因为烹饪条件对 B 族维生素影响很大。通过研究发现, 马肉和鸵鸟肉的微量元素和 B 族维生素的含量是适当的, 因而, 我们要重视它们的营养价值, 加大对它们的消费量。

.....
(上接第 7 页)

5、可加工低脂肉制品, 增加产品弹性和液汁感

近年来, 低脂产品受到了人们的青睐, 而 WPC 的持水和乳化脂肪的能力使它成为最好的低脂肉制品配料。试验证明, WPC 的用量达 4% 时, 可将粉类产品的脂肪降低一半, 并使产品的质量较添加了全脂的要好; 同时它还可以将水带到产品中, 从而提高产量, 减少收缩。

用 WPC 生产鱼糜制品, 一方面为之提供必要的强度, 另一方面据 Weerasing 等人证实, 在太平

洋白色鱼糜制品的生产中, 3% 的 WPC 能抑制蛋白水解酶的活性, 所以可用来替代会导致异味的牛肉蛋白等。

6、可作为肉的添加物和替代品

如用 80% 的乳清蛋白浓缩物和 20% 的玉米淀粉混合、挤压、烘干, 可生产出一种富含蛋白质的颗粒状食品, 其口感就象吃小块的肉。这种浓缩物的品质就象肉一样, 适合作为肉的添加物和替代品; 同时也可以考虑把该种食品开发成为便携食品, 方便上班族用餐等。