

不同生长月龄下有机山黑猪背最长肌肉营养成分和食用品质的分析比较研究

吴雪, 刘学军*, 周悦, 路鑫, 高倩倩, 丛丹丹
(吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 以有机山黑猪为研究对象, 分析其不同生长月龄下的背最长肌肉营养成分及食用品质, 以最终确定其最佳屠宰月龄。结果表明: 月龄对水分、肌内脂肪、pH值、肉色、嫩度、滴水损失率、熟肉率均有显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)影响; 随着月龄的不断增长, 山黑猪背最长肌肉水分含量逐渐降低, 在7月龄最高为74.55%; 蛋白质含量差异不显著($P > 0.05$), 在8月龄最高为19.56%, 其平均值为18.63%; 肌内脂肪含量呈现递增趋势, 有极显著($P < 0.01$)的影响, 在10月龄最高为5.24%; 有机山黑猪宰杀后45min, 在4个不同生长月龄下肌肉亮度 L_1^* 平均值为44.26、肌肉红度 a_1^* 平均值为7.49, 嫩度(剪切力)平均值为57.05N。结果表明: 有机山黑猪肉色红润富有光泽、蛋白质及矿物质含量丰富、肌内脂肪含量适中且分布均匀等, 具有肉质优良的宝贵特性, 最终确定最佳屠宰月龄为8月龄。

关键词: 山黑猪; 背最长肌; 肉营养成分; 矿物质; 食用品质

Comparative Analysis of Nutritional Composition and Edible Quality of *longissimus dorsi* Muscle from Organic Hilly Black Pigs of Different Ages

WU Xue, LIU Xue-jun*, ZHOU Yue, LU Xin, GAO Qian-qian, CONG Dan-dan
(College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: The nutrient composition and edible quality of *longissimus dorsi* muscle from organic hilly black pigs aged different months (7, 8, 9 and 10) were analyzed to determine the optimal slaughter age of organic hilly black pigs. Water content, intramuscular fat, pH, meat color, tenderness, drip loss and cooking yield of *longissimus dorsi* muscle from organic hilly black pigs of different ages exhibited a significant difference ($P < 0.05$) or an extremely significant difference ($P < 0.01$). Water content of *longissimus dorsi* muscle from organic hilly black pigs aged at 7 months was 74.55% and gradually declined with increasing age, although protein content did not reveal an obvious difference ($P > 0.05$), and the maximum level of 19.56% was observed at the age of 8 months with an average of 18.63%. Intramuscular fat content showed an increasing trend with an extremely significant difference ($P < 0.01$) and the maximum level of 5.24% was observed at the age of ten months. At 45 min postmortem, the average brightness L_1^* , redness a_1^* and tenderness values of *longissimus dorsi* muscle across four different ages were 44.26, 7.49 and 57.05 N, respectively. These results suggest that *longissimus dorsi* muscle from organic hilly black pigs has shiny red color, is rich in proteins and minerals, and possess uniform and moderate intramuscular fat as well as excellent meat quality, and the optimal slaughter age was 8 months.

Key words: organic hilly black pigs; *longissimus dorsi* muscle; meat nutritional composition; mineral; edible quality

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)01-0307-04

有机山黑猪(以下简称山黑猪)是在引进北京黑猪、松辽黑猪、青岛黑猪、苏太黑猪、东北民猪和大约克夏猪6个优秀品种作为基因素材下, 通过二元三元杂交、正交杂交、多种组合试验, 经筛选、优化、培育, 长期选育而成的黑猪。在猪肉品质研究方面, 陈国顺^[1]测定了合作猪随着体质量的增长, 其肉质特性的变化规律, 研究结果认为, 肌肉指标优良, 肌内脂肪含量在

3.60%~3.85%之间, 当40kg体质量时屠宰的滴水损失率最低为1.84%, 其肉质最优。孟令军^[2]对荣昌乳猪研究认为, 宰后24h内, 肌肉pH值下降范围很小, pH_1 为6.45, pH_2 为6.33, 差异不显著($P > 0.05$)。肉色稳定且较好, L^* 、 a^* 、 b^* 值等与宰后45min所测无显著差异($P > 0.05$)。殷宗俊等^[3]研究测定了不同日龄皖南花猪的肌肉品质, 结果表明, 皖南花猪肌肉品质的特点是,

收稿日期: 2011-10-25

作者简介: 吴雪(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品食品加工工艺与应用。E-mail: wuxue1209@163.com

*通信作者: 刘学军(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为畜产品加工工艺。E-mail: Liuxuejun63@163.com

肌肉颜色鲜红,保水力良好,肌内脂肪含量居中等。由于山黑猪缺乏表征其肉品质的客观科学数据,现通过研究山黑猪在7月龄、8月龄、9月龄、10月龄共4个不同月龄的生长周期下,对其背腰肉进行营养成分及食用品质的测定与分析,旨在为山黑猪种质测定提供客观理论依据并确定山黑猪最佳屠宰时间,为猪肉产业深加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

纯种山黑猪4个月龄:7月龄、8月龄、9月龄、10月龄各6头,均来自吉林精气神有机农业股份有限公司,委托长春华正食品有限公司按照NY/T 821—2004《猪肌肉品质测定技术规范》^[4]进行屠宰分割,取右侧倒数第3~4根肋骨之间的背最长肌500g。

98%浓硫酸、无水CuSO₄、硫酸钾、硼酸、石油醚、无水乙醚、氢氧化钾,实验用水均为蒸馏水。

1.2 仪器与设备

DT系列电子天平 美国双杰有限公司; pHs-3C型pH计 北京雷磁仪器厂; Color Flex by Hunter lab 45/0测色仪 美国Hunter Lab公司; 凯氏定氮仪 上海安亭科学仪器厂; TMS-2000物性分析仪 美国FTC公司。

1.3 方法

1.3.1 营养成分测定

水分含量测定:采用GB/T 9695.15—2008^[5]《肉与肉制品水分含量测定》直接干燥法;蛋白质含量测定:采用GB 5009.5—2010^[6]《食品中蛋白质的测定》半微量凯氏定氮法;脂肪含量测定:采用GB/T 5009.6—2003^[7]《食品中脂肪的测定》索氏提取法;灰分含量测定:采用GB 5009.4—2010^[8]《食品中灰分的测定》高温灰化法;磷含量测定:采用GB/T 9695.4—2009《肉与肉制品总磷含量测定》分光光度法;钙、镁、铁、锌、铜、铝、铅含量测定:采用电感耦合等离子体质谱法^[9-10]。

1.3.2 食用品质测定

pH值测定:采用NY/T 821—2004^[4]进行测定;肉色测定^[11]:取实验猪背最长肌,用ColorFlex色度仪进行测定,每次测量时按每个样品重复3次,不断改变位置重复读取,最后取平均数;剪切力测定:采用我国农行标准NY/T 1180—2006^[12]《肉嫩度的测定 剪切力测定法》测定;滴水损失率测定:采用NY/T 821—2004^[4]测定;熟肉率测定:采用蒸煮法^[13]测定。

1.4 数据统计

实验数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。肉品指标测定值差异性采用SPSS 13.0软件进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 4个不同月龄下山黑猪的常规营养成分

表1 4个不同月龄下山黑猪的背最长肌肉营养成分($\bar{x} \pm s$, n=6)
Table 1 Nutritional components of longissimus dorsi muscle from organic hilly black pigs of different ages ($\bar{x} \pm s$, n=6)

指标	7月龄	8月龄	9月龄	10月龄
水分含量/%	74.55±0.74 ^a	73.36±0.71 ^{ab}	72.45±0.54 ^{abc}	71.67±0.84 ^{ac}
粗蛋白质含量/%	18.26±0.24 ^{abc}	19.56±0.53 ^a	18.50±0.44 ^{ab}	18.23±0.95 ^{bc}
肌内脂肪含量/%	2.96±0.53 ^{ABC}	3.26±0.39 ^{ABc}	4.26±0.26 ^{Ab}	5.24±0.29 ^a
灰分含量/%	1.14±0.02 ^{bc}	1.21±0.03 ^a	1.17±0.03 ^{ab}	1.16±0.01 ^{abc}
钙含量/(mg/kg)	63.74±0.46 ^{ABC}	59.32±0.49 ^{AB}	69.87±0.65 ^a	67.45±0.29 ^{Ab}
磷含量/(mg/kg)	1593.50±0.78 ^{ABC}	1489.42±0.89 ^{AB}	1739.51±0.81 ^a	1675.87±0.69 ^{Ab}
镁含量/(mg/kg)	280.64±0.57 ^{ABC}	266.38±0.20 ^{AB}	288.36±0.53 ^{ab}	293.63±0.26 ^a
铁含量/(mg/kg)	21.51±0.36 ^{ab}	39.15±0.29 ^a	13.36±0.39 ^{ABC}	12.41±0.45 ^{AB}
锌含量/(mg/kg)	14.66±0.42 ^{AB}	17.75±0.34 ^a	16.97±0.33 ^b	15.48±0.36 ^{ABC}
铜含量/(mg/kg)	0.56±0.11 ^{Ab}	0.94±0.17 ^a	0.59±0.13 ^{Abc}	0.64±0.07 ^b
铝含量/(mg/kg)	0.41±0.05 ^{ab}	0.47±0.04 ^a	0.32±0.05 ^{Ac}	0.27±0.03 ^{ABC}
铅含量/(mg/kg)	0.15±0.03 ^{AB}	1.15±0.08 ^{ab}	0.79±0.05 ^{AC}	0.86±0.04 ^{Ab}

注:同行不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$);不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);相同字母表示差异不显著($P > 0.05$)。

由表1可知,山黑猪随着月龄的增加,背最长肌肉水分含量7月龄高于其他3个月,并在8月龄、9月龄、10月龄呈现递减趋势。蛋白质含量丰富,随着月龄的增加,蛋白质含量基本趋于持平状态,在8月龄时较高,9月龄次之。肌内脂肪含量随着月龄的增加呈现明显递增趋势且含量适中,山黑猪在10月龄时脂肪达到最高为5.24%,一般而言,肌内脂肪能形成特殊风味,改善肉的嫩度,并影响肉的多汁性^[14-15]。Latorre等^[16]认为随着月龄的增大,猪肌内脂肪含量升高,水分含量降低,蛋白质含量升高,但嫩度降低。陈国顺^[1]于2004年报道,随着月龄的增加,含水率会有所下降,脂肪含量会升高^[1],与本研究结果基本一致。肌内脂肪含量达到3.5%~4.5%时,其口感最优^[17]。由本实验可看出,9月龄肌内脂肪含量为4.26%,口感最优,8月龄次之,与报道结果基本一致。

山黑猪在9月龄时,其背最长肌肉钙元素含量高于其他3个月龄($P < 0.01$),表明山黑猪随着月龄的增加,其钙含量呈现递增的趋势,在9月龄达最高,在10月龄稍有回落。镁元素含量随着山黑猪月龄的增长,整体呈现递增趋势,10月龄达最高,9月龄和7月龄次之,而在8月龄稍有回落,这与镁元素的消化吸收以及体内代谢有关,近年来研究表明,镁与脂质氧化关系密切,有降低自由基过氧化损伤的作用^[18],锌元素含量增长平缓。铜元素含量8月龄时最高,而在9月龄、10月龄有所下降,但仍大于7月龄。孟岳成^[19]研究表明,肌肉中的常量、微量元素易被人体吸收,且微量元素与人体健康有重要关系。本实验中,山黑猪背最长肌肉钙、磷、镁、铁、锌、铜均较高,铝元素含量适中,而有害金属铅元素含量极少,表明山黑猪的矿物质营养价值丰富。造成山黑猪矿物质

营养丰富的主要原因有以下几个方面：山黑猪种质良好且为森林牧养，其生长周期长且长时间采食野草、野菜、树林落果、农作物落谷、根茎等，可从中获取丰富的微量元素，且适应性好；山黑猪耐粗饲料喂养，且山黑猪所食饲料的配比量可满足山黑猪生长的营养需求。

2.2 4个不同月龄下山黑猪食用品质

表 2 4个不同月龄下山黑猪的背最长肌肉食用品质($\bar{x} \pm s$, $n=6$)
Table 2 Edible quality of longissimus dorsi muscle from organic hilly black pigs of different ages ($\bar{x} \pm s$, $n=6$)

指标	7月龄	8月龄	9月龄	10月龄
pH ₁	5.94±0.13 ^{ABC}	6.03±0.20 ^{AC}	6.40±0.12 ^{AB}	6.52±0.17 ^A
pH ₂₄	5.73±0.02 ^{abc}	5.88±0.50 ^{abc}	5.91±0.15 ^{ab}	6.03±0.10 ^a
L ₁ *	37.17±0.20 ^{AB}	44.38±0.79 ^{abc}	48.15±4.25 ^a	47.32±0.56 ^{ab}
a ₁ *	7.65±0.57 ^{abc}	5.90±0.96 ^C	8.28±1.61 ^a	8.16±0.29 ^{ab}
b ₁ *	10.80±0.47 ^{ABC}	10.88±0.51 ^{ABC}	14.30±1.25 ^{ab}	15.44±0.45 ^a
L ₂₄ *	40.49±0.04 ^{AB}	48.47±1.37 ^{abc}	49.22±3.41 ^{ab}	49.3±0.63 ^a
a ₂₄ *	9.31±0.24 ^{abc}	7.48±1.16 ^{ABC}	10.94±1.88 ^{ab}	11.32±1.18 ^a
b ₂₄ *	12.39±0.15 ^{AB}	14.50±0.77 ^{abc}	15.48±1.50 ^{ab}	15.65±0.71 ^a
剪切力/N	69.24±3.39 ^a	62.13±5.63 ^{ab}	49.49±2.21 ^{ABC}	47.34±4.81 ^{ABC}
24h滴水损失率/%	5.05±0.82 ^{abc}	5.87±1.81 ^{ab}	5.36±0.72 ^{abc}	5.87±0.29 ^a
48h滴水损失率/%	1.22±0.66 ^{AB}	2.97±1.73 ^{ABC}	7.52±0.64 ^a	7.35±0.51 ^{ab}
熟肉率/%	51.77±0.86 ^{AB}	56.15±0.63 ^{ABC}	57.58±0.91 ^{ab}	58.65±0.99 ^a

注：pH₁、L₁*、a₁*、b₁*均为猪宰后45min所对应酸度值和色度值；pH₂₄、L₂₄*、a₂₄*、b₂₄*均为猪宰后熟化24h所对应酸度值和色度值。

由表2可知，猪宰后45min和熟化24h后的肌肉酸度值、色度值测定结果表明，不同月龄间背最长肌肉pH₁呈现递增趋势，pH₁值在9月龄、10月龄下差异不显著($P>0.05$)，且与7月龄、8月龄差异极显著($P<0.01$)，宰后24h内山黑猪背最长肌肉pH₂₄值在不同月龄间差异不显著($P>0.05$)。刚宰杀后的山黑猪随着月龄的增加，背最长肌肉亮度值L₁*呈现明显增加的趋势，这与荣昌乳猪肉色测定结果^[2]一致，山黑猪肉色a₁*值随着月龄的增长有增加的趋势，颜色逐渐变深，但在8月龄时a₁*值偏低，且与9月龄、10月龄差异显著，猪宰后45min与熟化24h后肉色有一定的变化，L*值、a*值和b*值均有上升趋势，这符合猪的生长发育规律。

山黑猪剪切力值随月龄的增大而减小，不同月龄间剪切力值有极显著性($P<0.01$)差异或显著性($P<0.05$)差异。这可能是由于肌内脂肪不断沉积，大大改善了肉的嫩度。熊火印^[20]研究表明，肌内脂肪含量越低，肌肉的多汁性、嫩度、香味及总体可接受性越低。猪背最长肌的大理石纹评分与肉嫩度存在高度相关，肌内脂肪含量的增加，嫩度相应改善，本实验与前人研究结果基本一致。

山黑猪背最长肌肉熟肉率有逐渐增加的趋势且熟肉率适中，平均值为56.09%，同时10月龄猪只与7月龄、8月龄间差异极显著($P<0.01$)；不同月龄间24h内的肌肉滴水损失率无显著性差异($P>0.05$)，但是在48h后，8月龄滴水损失率小幅度增加，与7月龄差异不显著($P>0.05$)，而在9月龄、10月龄明显增加，差异极显著($P<0.01$)，

保水性能差，在一定程度上反应了48h后的保水力逐渐减小，而在7月龄滴水损失仅为1.22%，保水力最好。

3 讨论

3.1 山黑猪在4个不同生长月龄下常规营养成分的变化

从营养成分来看，山黑猪在不同生长月龄下的蛋白质、钙、磷、镁、铁、铜和锌元素含量均较高，蛋白质含量丰富，由本实验可知，粗蛋白和灰分含量随月龄增加而略有增加，肌内脂肪有明显增加的趋势，这与前人在同类研究中的结果基本相似^[21-22]，但是也有作者认为年龄对胴体蛋白质含量的影响可以忽略^[23]。山黑猪达到一定的月龄后，月龄对脂肪的沉积起着决定性作用，这符合猪的生长发育规律。猪的早期生长发育主要侧重在骨骼和肌肉上，到了后期才开始沉积脂肪。本实验结果表明，在8月龄以后，年龄对脂肪沉积的作用才表现出来，且随年龄的增大，大理石花纹愈丰富，除了月龄影响肌内脂肪沉积外，山黑猪的日粮营养水平也有可能影响着肌内脂肪的含量。肌内脂肪是肉香味的重要来源，故直接影响到肉的风味^[24]。

3.2 山黑猪在4个不同生长月龄下矿物质元素含量的变化

山黑猪随着月龄的增长，宏量元素钙、磷、镁有着不同程度的增加趋势；微量元素铁、锌、铜、铝含量丰富，表明山黑猪的矿物质营养价值较高。从元素的生化作用来看，造成8月龄山黑猪中微量元素铁、锌和铜含量明显高于其他3个月龄($P<0.01$ 或 $P<0.05$)的原因主要有以下几个方面：铁元素参与动物体内血红蛋白、肌红蛋白的合成，同时Fe²⁺/Fe³⁺又是激活参与碳水化合物代谢的各种酶不可缺少的活化因子^[25]；锌是铜锌超氧化物歧化酶(CuZnSOD)的重要组成部分，CuZnSOD可防止肉品中脂肪的氧化，改善肉品质量^[26]。铜是铜锌超氧化物歧化酶(CuZnSOD)的重要组成部分，CuZnSOD能将超氧阴离子自由基还原为羟自由基，羟自由基在过氧化氢酶或过氧化物酶的作用下生成水，因此提高饲料中铜的添加量，可增强肉中SOD的活性，防止肉品中脂肪的氧化，改善肉品质量^[26]。8月龄山黑猪微量营养元素含量丰富，正是适应了特殊的生活环境和放养方式的结果，而其他3个月龄的山黑猪微量元素含量也均高于市售白猪^[27]。

3.3 山黑猪在4个不同生长月龄下食用品质的变化

从食用品质来看，山黑猪背最长肌肉色泽红润，山黑猪随着月龄的不断增加，pH₁在5.94~6.52、pH₂₄在5.73~6.03正常范围内，均未出现白肌肉(PSE肉)或黑干肉(DFD肉)。在7月龄时口感较硬，随着月龄的增长，在8月龄时嫩度有所改善，在9月龄时嫩度明显改善，肉质柔软多汁，风味明显优于7月龄和8月龄，这是由于肌内脂肪不断沉积的结果。肌内脂肪通过两方面的作用来改善肉的

嫩度,一是切断了肌纤维束间的交联结构,二是有利于咀嚼过程中肌纤维的断裂,肌内脂肪的多少直接影响肉的多汁性和嫩度。但是山黑猪在9月龄、10月龄下,48h后的保水性能降低,而7月龄保水性最高,8月龄次之。

4 结 论

本实验结合了山黑猪营养成分及食用品质两个方面来对其肉质进行综合评定,基本反映了山黑猪的营养与食用特性,从营养成分来看,山黑猪在8月龄时蛋白质最高,且微量元素含量丰富,而在9月龄时肌肉脂肪含量丰富,且宏量元素含量丰富,但瘦肉率较低;从食用品质来看,山黑猪在8月龄时最优,综合营养成分及食用品质指标的分析比较,最终确定山黑猪的最佳屠宰月龄为8月龄,不但保证了山黑猪营养丰富,而且还赋予了良好品质与口感。本实验为山黑猪的各项指标提供客观数据,从而实现科学合理的养殖,促进我国肉品产业健康有序的发展。

参考文献:

- [1] 陈国顺. 合作猪胴体品种肉质特征及其随体重变化规律的研究[J]. 甘肃畜牧兽医, 2004, 34(1): 11-15.
- [2] 孟令军. 荣昌乳猪理化特性及主体风味物质的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [3] 殷宗俊, 刘彩霞, 姜润深, 等. 皖南花猪肌肉品质及其变化规律[J]. 安徽农业大学学报: 自然科学版, 2000, 28(1): 58-61.
- [4] 国家农业部. NY/T 821—2004猪肌肉品质测定技术规范[S].
- [5] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 9695.15—2008肉与肉制品水分含量测定[S].
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. GB 5009.5—2010食品中蛋白质的测定[S].
- [7] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 5009.6—2003食品中脂肪的测定[S].
- [8] 国家质量监督检验检疫总局. GB 5009.4—2010食品中灰分的测定[S].
- [9] 韩玲. 靖远羊羔肉营养分析与品质鉴定[J]. 食品科学, 2001, 22(6): 59-61.
- [10] 刘虎生. 电感耦合等离子体质谱技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 54.
- [11] 张伟力. 猪肉肉色与酸度测定方法[J]. 养猪, 2002(2): 33-34.
- [12] 国家农业部. NY/T 1180—2006肉嫩度的测定剪切力测定法[S].
- [13] 王明. 豫南黑猪种质特性基础研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [14] JUCLREZ M, HORCADA A, ALCALDE M J, et al. Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed[J]. Meat Science, 2009, 83(2): 816-821.
- [15] BREWER M S, SOSNICKI A, FIELD B. Enhancement effects on quality characteristics of pork derived from pigs of various commercial genetic back grounds[J]. Journal of Food Science, 2004, 69(1): 5-10.
- [16] LATORRE M A, LAZARO R, VALENCIA D G, et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs[J]. Journal of Animal Science, 2004, 82(2): 36-41.
- [17] FAUCITANO L, RIVEST J, DAIGLE J P, et al. Distribution of intramuscular fat content and marbling within the *longissimus* muscle of pigs[J]. Canadian Journal of Animal Science, 2004, 84(1): 92-97.
- [18] 钱文熙. 滩羊肉品质研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2005.
- [19] 孟岳成. 山羊肉的化学组成及食用品质[J]. 肉禽蛋, 1992(2): 31-32.
- [20] 熊火印. 肌肉脂肪含量对猪肉嫩度的影响[J]. 肉类研究, 1991, 5(2): 19-20.
- [21] 胡宝利. 不同年龄秦川牛胴体性状与肉质性状的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
- [22] 蒋洪茂. 我国黄牛肉用性能研究报告(上)[J]. 黄牛杂志, 1996(3): 10.
- [23] HEGARTY R S, NEUTZE S A, ODDY V H. Effects of protein and energy supply on the growth and carcass composition lambs from differing nutritional histories[J]. Journal of Agricultural Science, 1999, 132(3): 354-360.
- [24] 陆桂平, 陶勇, 任善茂. 猪肉肉质特性的研究现状[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2002(11): 44-46.
- [25] 吕武兴. 肉牛微量矿物元素营养研究进展[J]. 饲料研究, 2005(1): 18-20.
- [26] 吕林, 罗绪刚, 计成. 矿物元素影响畜禽肉质的研究进展[J]. 动物营养学报, 2004, 16(1): 12-18.
- [27] 杨月欣. 中国食物成分表2004第二期[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2004: 256-263.