

大豆种子嘌呤含量与人体尿酸代谢关系研究的评述

吕 铎,邢光南,盖钧镒

(南京农业大学 大豆研究所/国家大豆改良中心/农业部大豆生物学与遗传育种重点实验室(综合)/作物遗传与种质创新国家重点实验室,江苏 南京 210095)

摘要:近年来有关食用大豆会诱发高尿酸血症和痛风的报道层出不穷,这无疑给消费者带来了困扰。通过比较国内外相关领域研究报道中肉类、水产类和豆类食品的嘌呤含量,发现大豆虽然含有较多的嘌呤(约 $1\ 800\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),但适当的加工方法可以将其降低至安全范围以内($85\sim 1\ 100\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)。综合国内外医学和健康领域中关于食用大豆是否对人体尿酸水平有影响的相关研究结果,认为高尿酸血症和痛风患者应当禁止食用大豆的观点存在很大的不确定性。

关键词:大豆食品;嘌呤;尿酸;高尿酸血症;痛风

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

DOI: 10.11861/j.issn.1000-9841.2016.03.0519

A Review on the Relationship Between Purine Content of Soybean and Uric Acid Metabolism in Human Body

LYU Duo, XING Guang-nan, GAI Jun-yi

(Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University/National Center for Soybean Improvement/Key Laboratory for Biology and Genetic Improvement of Soybean(General), Ministry of Agriculture/National Key Laboratory for Crop Genetic and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095, China)

Abstract: In recent years there appeared some reports on high blood uric acid and gout symptom caused by eating soy foods, which perplexed the soybean consumers in buying and consuming soy products. By comparing the purine content of soy and soy foods with meats, seafoods in the literature, it was found that soybean and soy foods contained purines about $1\ 800\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, but which could be reduced to the safe range of $85\sim 1\ 100\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ through various cooking and processing procedures. According to the literature in medical and health field, the viewpoint on soy and soy foods causing a high level of body's uric acid and the necessity of limiting the high blood uric acid and gout patients to take soy and soy foods was not demonstrated and therefore was uncertainty.

Keywords: Soybean; Purine; Uric acid; Hyperuricemia; Gout

大豆种子不但具有较高的蛋白质和油脂含量,同时还含有多种营养成分^[1],有报道称,长期食用大豆可以降低冠心病^[2]、骨质疏松^[3-5]和癌症^[6-8]等疾病的发病率。大豆作为一种优质的蛋白质来源,一直在人们的日常饮食中占据着重要的地位^[9]。但是近年来有关食用大豆会诱发高尿酸血症和痛风的报道层出不穷^[10-11],这无疑给消费者的科学饮食带来了一定的困扰,因此针对大豆嘌呤的相关研究具有重要的意义。

1 嘌呤的化学组成和体内代谢过程

嘌呤是组成核酸的重要碱基,在动植物体内主要以腺嘌呤、鸟嘌呤及其衍生物的形式存在,在生物的遗传、能量供应、辅酶组成及代谢调节等各方面都有着十分重要的作用^[12-13]。嘌呤在大豆中主

要以嘌呤核苷酸的形式存在,以腺嘌呤和鸟嘌呤为主,还包括少量的黄嘌呤和次黄嘌呤^[14]。

嘌呤在人体内的代谢过程首先是腺嘌呤和鸟嘌呤水解,分别生成次黄嘌呤和黄嘌呤,次黄嘌呤在黄嘌呤氧化酶的作用下转化为黄嘌呤,黄嘌呤在黄嘌呤氧化酶的作用下氧化生成尿酸^[15-16]。由于人体内缺乏尿酸酶,不能对尿酸进一步分解^[17],产生的尿酸 $2/3$ 由肾脏排出, $1/3$ 从肠道排出。尿酸在体内不断生成和排泄,在血液中维持一定的浓度,但当体内嘌呤类化合物的代谢发生紊乱或尿酸排泄发生障碍时,血清中的尿酸水平就会升高,如果这种情况持续下去,就可能诱发高尿酸血症甚至痛风^[18-20]。医学上规定,健康人血液中的尿酸浓度(SUA)参考区间为:男性 $208\sim 428\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;女性 $155\sim 357\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[21],超过这一标准就属于尿酸

收稿日期: 2016-01-17

基金项目: 国家重点基础研究发展计划“973计划”(2011CB1093);农业部公益性行业专项(201203026-4);教育部111项目(B08025);教育部长江学者和创新团队项目(PCSR13073);中央高校基本科研业务费项目(KYZ201202-8);国家现代农业产业技术体系(CARS-04);江苏省优势学科建设工程专项;江苏省JCIC-MCP项目。

第一作者简介: 吕铎(1990-),男,硕士,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: 18298345890@163.com。

通讯作者: 盖钧镒(1936-),男,教授,主要从事大豆遗传育种和植物数量遗传学研究。E-mail: sri@njau.edu.cn。

含量过高^[22]。有研究表明,如果血清中尿酸水平在415~530 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,发展成痛风的概率为0.5%,当尿酸水平升高到535 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,发展成痛风的概率则会升高到4.5%^[23]。

2 大豆和各类食品中嘌呤含量的比较

由于尿酸是嘌呤代谢的最终产物,所以人体内的尿酸大多来自内源嘌呤,但食用富含嘌呤的食物也会引起体内尿酸含量的增加^[24]。有研究表明,长期食用高嘌呤食物可以使痛风发病率增加50%^[25]。因此,除了采用药物治疗外,控制高嘌呤食物的摄入也是治疗和预防痛风的一种重要手段。表1列出了部分文献中报道的各种常见食品的嘌呤测定量,肉制品和水产品的嘌呤含量普遍偏高,最高可达4000 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,医学上将嘌呤含量超过1500 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的食物规定为高嘌呤食物^[26],所以痛风患者常被要求禁食这类食物,这极大地限制了高

尿酸血症和痛风患者蛋白质的摄入^[27-29]。与肉类食品和水产品相比,蔬菜类和水果类食品的嘌呤含量普遍较低,总体上呈现的趋势为:干菌藻类>干豆类及制品>鲜菌藻类>坚果、种子类>谷类及制品>蔬菜类及制品>薯类、淀粉及制品>水果类及制品^[30]。因此,素食就成了痛风患者的主要蛋白质来源,其中蛋白质含量丰富的大豆更是在居民膳食中占据着重要的地位。但营养学界有观点认为,大豆的嘌呤含量较高,长期食用同样会增加高尿酸血症和痛风的发病率,这一观点无疑引起了消费者的疑惑和惶恐,但结合表1的数据可以发现:虽然未经加工的大豆种子中嘌呤含量约为1800 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,但加工成各种食品后,其嘌呤含量会降低至85~1100 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。由此可见,因为大豆种子的嘌呤含量偏高就单纯地禁食或限制食用所有大豆食品的观点,其依据并不充足。

表1 常见食品的嘌呤总含量

Table 1 Contents of purines in various food stuffs

食品名称 Food type	嘌呤含量 Purines content / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	食品名称 Food type	嘌呤含量 Purines content / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
肉食类 Meat		水产类 Seafood	
鹅肝 Goose liver	3979 \pm 213.7 ^[31]	紫菜 Laver	4153.4 \pm 243.19 ^[30]
羊肝 Lamb liver	2278 \pm 66.1 ^[31]	扇贝 Scallop	1934.4 \pm 83.4 ^[31]
鸡肉 Chicken	2079.7 \pm 80.7 ^[31] , 1759.00 ^[13] , 1423.70 ^[32] , 844.00 ^[33]	基围虾 Shrimps	1874 \pm 43.2 ^[31]
鸭肉 Duck	1787.00 ^[33] , 1787.00 ^[13] , 962.20 ^[32]	河蟹 River crab	1470.00 ^[31]
兔肉 Rabbit meat	1443.00 ^[13] , 1034.90 ^[32] , 958.00 ^[33]	带鱼 Hairtail	1388.40 ^[34]
猪肉 Pork	1378.4 \pm 72.9 ^[31] , 1212.30 ^[34] , 1132.00 ^[13] , 984.80 ^[32]	草鱼 Grass carp	1344.4 \pm 122.7 ^[31] , 1009.40 ^[34]
羊肉 Lamb	1306.00 ^[13] , 1090.9 \pm 63.3 ^[31]	黄鱼 Yellow croaker	1242.6 \pm 12.9 ^[31] , 1317.10 ^[34]
牛肉 Beef	1305.40 ^[34] , 857.00 ^[33] , 798.70 ^[32] , 1003.00 ^[13]	鲤鱼 Carp	1009.40 ^[34] , 801.00 ^[32]
驴肉 Donkey	1174 \pm 21.8 ^[31]	海带 Kelp	132.70 ^[34]
豆类食品 Bean product		其他 Other	
蚕豆 Broad bean	3070.7 \pm 38.5 ^[35]	榛蘑 <i>Arimillaria mellea</i>	1895.73 \pm 81.79 ^[36]
绿豆 Mung beans	1957.8 \pm 24.55 ^[30]	猴头菇 <i>Heridium erinaceus</i>	1725.20 ^[32] , 2181.9 \pm 66.06 ^[30]
黄豆 Soybean	1776.59 \pm 119.94 ^[30]	黑木耳 Black fungus	1662.07 \pm 165.06 ^[30]
黑豆 Black bean	1704.2 \pm 125.7 ^[35]	西兰花 Broccoli	1296.40 ^[36]
豆粉 Soya flour	1674.9 \pm 48.2 ^[35]	花生 Peanut	854.75 \pm 137.14 ^[30]
腐竹 Dried beancurd sticks	1598.7 \pm 70.6 ^[35]	腰果 Cashew nut	713.43 \pm 9.3 ^[30]
豆皮 Doupi	1572.8 \pm 118.8 ^[35]	花椰菜 Broccoli	699.90 ^[36]
红小豆 Red Bean	1564.46 \pm 19.15 ^[30]	鸡蛋 Egg	659.00 ^[33]
红芸豆 Red kidney bean	1263.70 \pm 21.83 ^[30]	毛豆 Green soybean	479.30 ^[36]
白芸豆 White kidney beans	1248.9 \pm 11.0 ^[35]	紫苏 <i>Perilla frutescens</i>	415.50 ^[36]
		山核桃 Pecan	404.42 \pm 0.83 ^[30]

续表 1

食品名称 Food type	嘌呤含量 Purines content /mg·kg ⁻¹ ; mg·L ⁻¹	食品名称 Food type	嘌呤含量 Purines content /mg·kg ⁻¹ ; mg·L ⁻¹
纳豆 Natto	1139.20 ^[36] ,1103.9 ± 30.4 ^[35]	菠菜 Spinach	391.30 ^[36] 280.7 ^[34]
内脂豆腐	1001.1 ± 6.1 ^[35]	豆芽 Bean sprout	50.50 ^[36]
干豆腐 Dry bean-curd	938.0 ± 189.5 ^[35]	大米 Rice	346.47 ± 4.53 ^[30]
豆腐块 Regular that	686.3 ± 7.9 ^[35] ,329.3 ^[34]	平菇 Oyster mushroom	203.6 ^[34]
水豆腐 Flavor	675.7 ± 56.5	蒸米饭 Steamed rice	257.3 ^[34]
豆瓣酱 Bean paste	635.40 ^[36] ,487.60 ^[36]	蛋清 Egg white	186.9 ^[34]
豆渣 Okara	486.10 ^[36]	饮品 Beverage	
生豆腐 Raw bean curd	357.20 ^[36] ,311.50 ^[36]	啤酒 Beer	332.12 ± 92.91 ^[37]
生豆浆 Raw soybean milk(20%)	631.7 ± 4.8 ^[35]	果汁 Fruit juice	79.25 ± 43.14 ^[37]
生豆浆 Raw soybean milk(15%)	457.9 ± 1.3 ^[35]		
生豆浆 Raw soybean milk(10%)	289.7 ± 3.4 ^[35]		
熟豆浆 Cooked soybean milk(甜)	289 ± 4.9 ^[35]		
生豆浆 Raw soybean milk(5%)	180.9 ± 2.7 ^[35]		
生豆浆 Raw soybean milk(2.5%)	84.4 ± 1.4 ^[35]		

表中所有数据均以新鲜材料的重量和体积为基础。

The data are based on fresh weight and volume.

值得注意的是,目前国内外尚未建立起一套简便、准确、统一的食物中嘌呤含量的测定方法,而且多数研究结果是在鲜重条件下所测得,对食物的取材部位和种类并未进行严格的分类和统一。这就导致了不同报道中同一食物的嘌呤含量测定数据存在较大差异。临床及有关网站上公布的数据来源不清且彼此互不一致的现象妨碍了科学有效地对消费者进行膳食指导^[38]。因此,对大豆食品中嘌呤含量进行系统测定,并以此指导高尿酸血症和痛风患者的临床饮食,对于患者康复和预防发病将具有重要的意义。

3 食用大豆与体内尿酸水平关系的研究

关于食用大豆是否会增加痛风发病率这一问题在医学界和营养学界存在争议。

2010年,新加坡 Nutrition Place 代表美国大豆协会国际市场部就大豆食品对人类健康的影响这一问题,对来自新加坡、印尼和泰国的不同医疗和健康相关领域的 239 位专家进行了问卷调查^[11]。这些调查对象包括医疗机构的营养师、内科医生、中医以及一些学术机构的营养学教育工作者。调查结果显示:95% 的调查对象认为大豆对人类健康有着各种积极影响,但是针对食用大豆是否会诱发高尿酸血症和痛风这一争论,有 59% 的营养师、53% 的护士和 44% 的内科医生认为两者存在一定

关联。

Lyu 等^[39]对台湾 20~70 岁的 92 个男性痛风患者和 92 个健康男性的饮食习惯进行跟踪调查,对数据进行 Logistic 回归分析。用发病风险比(或比值比,OR 值)做评判,OR = 1 表示与发病无关,OR > 1 表示是危险因素,OR < 1 表示是保护因素。结果显示:摄取动物蛋白的痛风的风险比为 1.18(95% 置信区:0.58~2.39),食用植物蛋白则痛风的风险比为 0.70(95% 置信区间:0.34~1.42)。在该调查中,受试者摄入的嘌呤约有 20% 来自豆制品,但这部分嘌呤和痛风风险比为 0.97(95% 置信区间:0.48~1.97)表示与痛风无关。

Pan 等^[40]对年龄在 20~30 岁的 55 个素食者和 59 个非素食者(均无痛风病史)的饮食进行严格控制,规定素食者每天的大豆食品食用量是非素食者的 3.5 倍,一段时间后测定他们血清中的尿酸水平。结果显示:男性素食者(369 ± 48 mmol·L⁻¹)和非素食者(357 ± 30 mmol·L⁻¹)的尿酸水平基本一致,但女性素食者(226 ± 59 mmol·L⁻¹)的尿酸水平却显著低于(P = 0.05)非素食(258 ± 54 mmol·L⁻¹)。这一结果表明大豆食品的食用量和尿酸水平并没有明显的相关性,与之具有相似结论的还有 Yu^[41]和 Liu 等^[42]的研究,他们分别在台湾和北京进行了实验调查,结果同样无法说明食用大豆食品会引起血液中尿酸水平的升高。

台湾学者 Chang 等^[43]将年龄在 65 岁以上的 752 名男性分为 4 组:健康人群($n=329$)、高尿酸血症患者($n=228$)、接受治疗的高尿酸血症患者($n=44$)以及慢性肾炎患者($n=151$)。安排实验对象食用定量的大豆食品,以健康人群组作为对照(95% 置信区间),其他 3 组的优势比 OR 值分别为 0.92 (95% 置信区间:0.76 ~ 1.11)、0.53 (95% 置信区间:0.36 ~ 0.79) 和 0.77 (95% 置信区间:0.61 ~ 0.97)。Chang^[43]在使用多元 Logistic 回归模型结合与尿酸水平相关的多个条件对 OR 值进行分析后提出:减少大豆的摄入量可能会增加高尿酸血症以及慢性肾病的患病率。

为了更加直接地探究食用大豆食品和尿酸水平间的关系,Yamakita 等^[44]测定了 8 名健康人士和 10 名痛风患者在食用豆腐前后体内尿酸水平的变化。发现在食用豆腐之后的 3 h 内,无论是健康人士还是痛风患者,其尿酸水平都产生了极其微小的升高,Yamakita 等^[44]认为豆腐可以替代肉制品作为痛风患者的蛋白质来源。与 Yamakita 持相同观点的是加拿大科学家 Brule^[45],他通过交叉实验让年龄 20 ~ 48 岁的 18 名健康人士分别食用鳕鱼、动物肝脏和大豆,并使每餐的蛋白质摄入量保持一致(50 g) 3 种食物的嘌呤含量大致相似,但所含种类不同。实验对象在进食 2 h 后,他们的尿酸水平分别平均上升了 0.34、0.15 和 0.25 $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$,4 h 后实验对象的尿酸水平又基本恢复到了正常水平。Brule 等^[45]在他的文章中表示:那些单纯认为只要某种食物的嘌呤含量较高就应该加以限制食用的观点是有失严谨的。

然而,这些研究也存在一定的局限性:首先,虽然这些实验对研究对象进行了食物种类和蛋白质种类及摄入量等多方面的控制,但是食物中其他物质的摄入却无法做到完全一致,尤其是食物中含有的维生素 C、纤维素和 β -谷固醇等物质,它们均可影响人体的尿酸代谢^[39];其次,实验和调查周期相对较短,无法充分证明长期食用大豆食品对人体尿酸水平的影响。也有文献^[46-47]指出尽管嘌呤类物质的结构相似,但它们对于尿酸水平的贡献却有区别,腺嘌呤和次黄嘌呤会引起尿酸水平的升高,而鸟嘌呤和黄嘌呤对尿酸水平则影响甚微,单独研究某一种嘌呤的含量和其对人体尿酸水平的影响将具有更大的价值。

综上所述,大豆虽然含有较多的核酸和嘌呤类

碱基,但这并非是导致尿酸水平升高的直接因素,整个尿酸的代谢通路极其复杂,尿酸水平会受到多种因素的影响,所以为了证明这一问题还需要从多个方面对实验条件进行控制。

4 加工过程对大豆种子嘌呤含量的影响

降低食物中嘌呤含量的方法常见有使用吸附剂和盐脱法等^[48-51]。国内毛玉涛等^[48]使用多种吸附剂对豆浆中的嘌呤进行脱除,发现使用活性炭在 60℃ 的条件下的脱除率可达 48.83%。随后,其又利用盐析法脱除豆浆中嘌呤发现随着 CaCl_2 浓度的增加,豆浆中的嘌呤含量逐渐降低,这种方法在最佳条件下脱除率可达到 45.33%,而蛋白质含量仅下降 0.76%,在大大降低了嘌呤含量的同时,还保留了豆浆的营养价值^[49]。谢俊旭等^[50]在 80℃ 条件下,利用浓度为 0.6 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、pH6.5 的 NaCl 溶液搅拌豆浆 10 min,嘌呤去除率达到了 78.5%,大豆蛋白回收率可维持在 84.7%。也有研究表明,高温可以降解嘌呤^[34]。王新宴等^[34]测定水煮肉类和鱼肉过程中肉汤中嘌呤含量的变化,发现随着水煮时间的增加,肉食品的嘌呤含量急剧降低,之后趋于平稳,但这种方法尚未在大豆食品中进行验证。因此可以简单推论,烹调和各种加工过程也可能使大豆的嘌呤含量有所减少。

5 结 语

尽管有健康专家认为豆制品与高尿酸血症以及痛风的发病率存在关联,但是所搜索到的相关临床研究和调查报告都无法充分证实这种观点,甚至有不同领域的学者提出了相反的证据。所以目前尚无法确定食用大豆一定会诱发高尿酸血症或者痛风。从前人的报道中也可发现,尽管大豆的嘌呤含量较高,但其嘌呤含量会随着加工和烹饪过程大幅减少。总之,根据一些非专业领域的数据就断言高尿酸血症和痛风患者应当禁止食用大豆的说法存在很大的不确定性,该领域的相关科学问题依然需要广大专家学者作进一步探究。

参考文献

- [1] Li S H, Liu X X, Bai Y Y, et al. Effect of oral isoflavone supplementation on vascular endothelial function in postmenopausal women: A meta analysis of randomized placebo-controlled trials [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2010, 91: 480-486.
- [2] Messina M, Lane B. Soy protein, soybean isoflavones, and coro-

- nary heart disease risk: Where do we stand? [J]. *Future Lipidol*, 2007, 2: 55-74.
- [3] Coxam V. Phyto-oestrogens and bone health [J]. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2008, 67: 184-95.
- [4] Koh W P, Wu A H, Wang R, et al. Gender-specific associations between soy and risk of hip fracture in the Singapore Chinese Health Study [J]. *American Journal of Epidemiology*, 2009, 170: 901-909.
- [5] Zhang X, Shu X O, Li H, et al. Prospective cohort study of soy food consumption and risk of bone fracture among postmenopausal women [J]. *Archives of Internal Medicine*, 2005, 165: 1890-1895.
- [6] Messina M, Wu A H. Perspectives on the soy-breast cancer relation [J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 89: 1673S-1679S.
- [7] Messina M, Hilakivi-Clarke L. Early intake appears to be the key to the proposed protective effects of soy intake against breast cancer [J]. *Nutrition and Cancer*, 2009, 61: 792-798.
- [8] Xu L, Ding Y, Catalona W J, et al. MEK4 function, genistein treatment, and invasion of human prostate cancer cells [J]. *Journal of the National Cancer Institute*, 2009, 101: 1141-1155.
- [9] Mark M, Virginia L M, Pauline C. Soyfoods, hyperuricemia and gout: A review of the epidemiologic and clinical data [J]. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2011, 20(3): 347-358.
- [10] 郑梅. 痛风症饮食治疗原则 [J]. *现代中西医结合杂志*, 2006, 15(4): 490-491. (Zheng M. Diet principle of gout treatment [J]. *Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2006, 15(4): 490-491.)
- [11] 秦秀玲. 痛风病人的饮食研究进展 [J]. *医学动物防制*, 2007, 23(9): 661-662. (Qing X L. Research progress on diet treatment of gout [J]. *Chinese Journal of Pest Control*, 2007, 23(9): 661-662.)
- [12] 刘成梅, 游海. 天然产物有效成分的分离与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 150-152. (Liu C M, You H. Separation and application of effective components from natural products [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2003: 150-152.)
- [13] 杨海滨. 各种肉类食物中嘌呤类物质的检测 [D]. 太原: 山西医科大学, 2012. (Yang H B. The determination of purine content in food [D]. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2012.)
- [14] 刘少林. 大豆中嘌呤含量的测定和分离研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2009. (Liu S L. Determination and remove of purines in soybean [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2009.)
- [15] 朱长庚, 徐长法. 生物化学 [M]. 上海: 教育出版社, 2002. (Zhu C G, Xu C F. Biochemistry [M]. Shanghai: Education Press, 2002.)
- [16] 叶章群, 邓耀良, 董诚, 等. 泌尿系结石 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010. (Ye Z Q, Deng Y L, Dong C, et al. Urinary calculi [M]. Beijing: People Medical Publishing House, 2010.)
- [17] 张明. 痛风健康指南 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2010. (Zhang M. Gout health guide [M]. Shanghai: Fudan University Press, 2010.)
- [18] 廖远泉. 高尿酸血症的实验室检测及其临床意义 [J]. *临床检验杂志*, 2013, 2(2): 334-339. (Liao Y Q. Hyperuricemia and its clinical significance of laboratory tests [J]. *Clinical Laboratory Journal*, 2013, 2(2): 334-339.)
- [19] 陈宝兴. 痛风 [J]. *中华骨科杂志*, 2000, 20(5): 316-318. (Chen B X. Gout [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2000, 20(5): 316-318.)
- [20] 谢扬, 饶邦复. 高尿酸血症和痛风 [J]. *世界今日医学杂志*, 2005, 6(4): 282-283. (Xie Y, Rao B F. Hyperuricemia and gout [J]. *World Journal of Medicine Today*, 2005, 6(4): 282-283.)
- [21] 叶应妩. 全国临床检验操作规程 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2006: 71-472. (Ye Y W. National guide to clinical laboratory procedures [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2006: 71-472.)
- [22] 尹潍. 高尿酸血症和痛风 [J]. *医师进修杂志*, 1998, 21(11): 573-574. (Yin W. Hyperuricemia and gout [J]. *Journal of Postgraduates of Medicine*, 1998, 21(11): 573-574.)
- [23] Campion E W, Glynn R J, DeLabry L O. Asymptomatic hyperuricemia. Risks and consequences in the normative aging study [J]. *American Journal of the Medical Sciences*, 1987, 82: 421-426.
- [24] Schlesinger N. Dietary factors and hyperuricaemia [J]. *Current Pharmaceutical Design*, 2005, 11: 4133-4138.
- [25] Nuki G. Gout [J]. *Medicine*, 2002, 30(9): 71-77.
- [26] 景洪江, 张荣欣, 贾滢, 等. 固定嘌呤饮食对老年高尿酸血症患者血尿酸及有关指标的影响 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2007, 15(3): 258. (Jing H J, Zhang R X, Jia Y, et al. The influence of limited purine diet for blood uric acid level and related index that elderly patients with Hyperuricemia [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2007, 15(3): 258.)
- [27] 李扬, 田新平. 痛风患者饮食治疗新认识 [J]. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2008, 2(4): 302-306. (Li Y, Tian X P. New perspective for dietary treatment of gout patients [J]. *Chinese Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2008, 2(4): 302-306.)
- [28] Williams P T. Effects of diet, physical activity and performance, and body weight on incident gout in ostensibly healthy, vigorously active men [J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2008, 87(5): 1480-1487.
- [29] Choi H K, Liu S, Curhan G. Intake of purine-rich foods, protein, and dairy products and relationship to serum levels of uric acid: The third national health and nutrition examination survey [J]. *Arthritis Rheum*, 2005, 52(1): 283-289.
- [30] 荣胜忠, 邹立娜, 王朝旭, 等. 中国常见植物性食品中嘌呤的含量 [J]. *卫生研究*, 2012, 41(1): 92-101. (Rong S Z, Zou L N, Wang C X, et al. Purine in common plant food in China [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2012, 41(1): 92-95.)
- [31] 潘洪志, 荣胜忠, 邹立娜, 等. 中国常见动物性食品中嘌呤的

- 含量[J]. 营养学报, 2012, 34(1): 74-78. (Pan H Z, Rong S Z, Zou L N, et al. The contents of purine in common animal foods in China[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2012, 34(1): 74-78.)
- [32] 王新宴, 凌云, 储晓刚, 等. 肉制品中四种嘌呤含量在水煮过程中的变化[J]. 食品科学, 2008, 29(7): 67-69. (Wang X Y, Ling Y, Chu X G, et al. Effects of boil processing on content of four kinds of purines in meat products [J]. Food Science, 2008, 29(7): 67-69.)
- [33] 凌云, 王新宴, 雍炜, 等. 高效液相色谱法检测肉类食品中4种嘌呤碱[J]. 分析化学, 2008, 36(6): 724-728. (Ling Y, Wang X Y, Yong W, et al. Determination of purines in meat by HPLC[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2008(6): 724-728.)
- [34] 曲欣. 水产品嘌呤含量分布及其在储藏加工过程中变化规律的研究[D]. 北京: 中国海洋大学, 2013. (Qu X. Study on the contents and change rules during storage and processing of purines in aquatic foods [D]. Beijing: Ocean University of China, 2013.)
- [35] 荣胜忠, 邹立娜, 张广藤, 等. 中国常见干豆类及制品中嘌呤的含量[C]// 达能营养中心第十五届学术研讨会论文集, 2012. (Rong S Z, Zou L N, Z G T, et al. The purine contents of common dried legumes and legume products in China [C]// The 15th Symposium of Danone Institute China, 2012.)
- [36] Kaneko K, Kudo Y, Yamanobe T, et al. Purine contents of soybean-derived foods and selected Japanese vegetables and mushroom [J]. Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids, 2008, 27(6): 628-630.
- [37] 谢芳钦, 陈爱平, 罗朝晨, 等. 常见饮品中嘌呤含量的测定[J]. 中国预防医学杂志, 2013, 14(7): 551-552. (Xie F Q, Chen A P, Luo C C, et al. The determination of purine content in common drink [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2013, 14(7): 551-552.)
- [38] 林洪, 曲欣. 食品中嘌呤含量分布的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2012, 3(5): 373-378. (Lin H, Qu X. The research progress of purine distribution in food[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2012, 3(5): 373-378.)
- [39] Lyu L C, Hsu C Y, Yeh C Y, et al. A case-control study of the association of diet and obesity with gout in Taiwan[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2003, 78: 690-701.
- [40] Pan W H, Chin C J, Sheu C T, et al. Hemostatic factors and blood lipids in young Buddhist vegetarians and omnivores[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 1993, 58: 354-359.
- [41] Yu K H, See L C, Huang Y C, et al. Dietary factors associated with hyperuricemia in adults[J]. Semin Arthritis Rheum, 2008, 37: 243-250.
- [42] Liu B, Qin L, Liu A, et al. Prevalence of the equol-producer phenotype and its relationship with dietary isoflavone and serum lipids in healthy Chinese adults [J]. Journal Epidemiol, 2010, 20: 377-384.
- [43] Chang W C. Dietary intake and the risk of hyperuricemia gout and chronic kidney disease in elderly Taiwanese men [J]. Aging Male, 2011, 14(3): 195-202.
- [44] Yamakita J, Yamamoto T, Moriwaki Y, et al. Effect of Tofu(bean curd) ingestion and on uric acid metabolism in healthy and gouty subjects [J]. Advances in Experimental Medicine and Biology, 1998, 431: 839-842.
- [45] Brulé D, Sarwar G, Savoie L. Changes in serum and urinary uric acid levels in normal human subjects fed purine rich foods containing different amounts of adenine and hypoxanthine [J]. Journal of the American College of Nutrition, 1992, 11: 353-358.
- [46] Clifford A J, Riumallo J A, Young V R, et al. Effect of oral purines on serum and urinary uric acid of normal, hyperuricemic and gouty humans [J]. Journal of Nutrition, 1976, 106(3): 428-434.
- [47] Brulé D, Sarwar G, Savoie L. Changes in serum and urinary uric acid levels in normal human subjects fed purine-rich foods containing different amounts of adenine and hypoxanthine [J]. Journal of the American College of Nutrition, 1992, 11(3): 353-358.
- [48] 毛玉涛, 王明力, 张洪, 等. 吸附剂对豆浆中嘌呤物质的吸附[J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 47-54. (Mao Y T, Wang M L, Zhang H, et al. Research on adsorption of purine compound in soybean milk by sorbents [J]. Food and Machinery, 2012, 28(6): 47-54.)
- [49] 毛玉涛, 王明力, 张洪, 等. 盐析法脱除豆浆中嘌呤物质的探究[J]. 食品科技, 2013, 38(4): 58-62. (Mao Y T, Wang M L, Zhang H, et al. Exploration to the salting-out of purine exclusion from soybean milk [J]. Food Science and Technology, 2013, 38(4): 58-62.)
- [50] 谢俊旭. 去除大豆嘌呤简易方法之探讨[J]. 营养学会志, 2005, 24(4): 366-378. (Xie J X. The investigation of removing the purine in soy protein by simple method [J]. Journal of the Nutrition, 2005, 24(4): 366-378.)
- [51] 骆锡能. 加热处理对草虾嘌呤含量的影响[J]. 食品科学(台湾), 1997, 24(4): 438-447. (Luo X N. The influence in purine content of shrimp during heating process [J]. Food Science (Taiwan), 1997, 24(4): 438-447.)