

不同烹饪方法对食物中嘌呤含量的影响及低嘌呤膳食的研究（结题报告）

哈尔滨医科大学公共卫生学院 潘洪志

摘要：

目的：研究不同烹饪方法对鱼虾类、畜禽肉类、菌类、大豆中嘌呤含量的影响及其变化规律，并测定 60 种受消费者欢迎、消费量大的成品菜肴中的嘌呤含量，筛选出低嘌呤菜肴，为发现可明显降低食物中嘌呤含量的烹饪方法及人们健康膳食（低嘌呤膳食）提供科学依据。

方法：在哈尔滨市 8 个行政区的农贸市场随机采集鱼虾类、畜禽肉类、菌类和豆类，鱼虾类、畜禽肉类、菌类三大类食品各选取 3 种嘌呤含量较高的食物，采用不同烹饪方法对食物进行烹制，同时采集 60 种受消费者欢迎、消费量大的成品菜肴；采用高效液相色谱法测定嘌呤含量、常压干燥法测定含水量。

结果：降低肉类（鸡肉、猪肉、牛肉）中总嘌呤的烹饪方式依次为水煮、油煎、油炸和清蒸；降低菌类（杏鲍菇、香菇、平菇）总嘌呤的烹饪方式依次为碱性水煮、酸性水煮、油煎、清蒸和中性水煮；降低大豆中总嘌呤含量的烹饪方式依次为碱性水泡、酸性水泡和中性水泡；降低虾类（青虾）中总嘌呤的烹饪方式依次为水煮、清蒸、烘烤和油炸；降低带鱼中总嘌呤的烹饪方式依次为清蒸、油煎和油炸，降低鲤鱼中总嘌呤的烹饪方式依次为水煮、清蒸和油炸。植物性食品为主料的菜肴嘌呤含量较低，而动物性食品为主料的菜肴嘌呤含量较高，动物性食品为主料的菜肴适当搭配植物性食品辅料可以降低嘌呤含量。

结论：不同烹饪方法可以降低食物中的嘌呤含量，但程度存在差异，其中水煮方法降低嘌呤最为明显；低嘌呤膳食是以植物性食物为主的膳食，动物性食物为主的膳食在烹制之后嘌呤含量依然较高。建议不同食物种类采用不同烹饪方式及烹饪时间，低嘌呤饮食者应以植物性食物为主，动物性食品菜肴可以适当搭配植物性食品辅料。

嘌呤（Purine）是一种重要碱基，在人体代谢成尿酸，尿酸过高就会引发高尿酸血症，而一部分高尿酸血症可演变为痛风。痛风是嘌呤代谢障碍，血尿酸增高引起组织损伤的一种疾病，对人体损害极大并严重影响患者生活质量。随着经济的发展和人们膳食结构的改变，我国人群中高尿酸血症及痛风的患病率正逐年升高，而在痛风患者的治疗中，低嘌呤膳食是关键。

研究表明食物中嘌呤含量受食品的烹制方法影响较大，但目前国内外关于此方面的研究主要集中在某一种或某一类动物性食物方面，对不同烹饪方法对食物中嘌呤含量的影响以及低嘌呤食谱方面尚缺少相关研究，因此系统研究不同烹饪方法对食物中嘌呤含量的影响，开发适合痛风患者和高尿酸血症人群的低嘌呤食谱具有重要的理论与现实意义。

本研究选择不同种类的高嘌呤食物，研究不同烹饪方法对食物中嘌呤含量的影响及其变化规律，并在此基础上设计低嘌呤食谱，开发低嘌呤膳食，旨在选择适宜的烹调方法、研制低嘌呤食品的及高尿酸血症和痛风患者的健康饮食提供科学依据。

一、材料与方法

（一）试剂

鸟嘌呤、腺嘌呤、次黄嘌呤及黄嘌呤标准品均为分析纯，全部购自 Sigma 公司；甲酸铵、高氯酸、甲酸、氢氧化钾均为优级纯，全部购自天津成政化学制品有限公司；甲醇、异丙醇、乙腈等为色谱纯，全部购自天津天泰精细化工研究所；水为去离子水。

（二）仪器

Waters 2695 高效液相色谱仪、Waters 2487 紫外检测器；XK96-A 快速混匀器（姜堰市新康医疗器械公司）；注射器；酸度计；自动进样器；电子天平（SARTORIUS）；超声振荡清洗器（BRANSON）；三用电热恒温水浴箱（余姚市东方电工仪器厂）；SHB-III 循环式多用真空泵（郑州长城科工贸公司）等。

（三）食物及成品菜肴种类的选择与确定

1、食物及成品菜肴种类的选择

（1）**食物种类：**选择嘌呤含量较高、日常食用量较大的食物作为本实验的研究对象，动物性食物主要包括鱼虾类和畜禽肉类，植物性食物主要包括菌类和

大豆。

(2) **成品菜肴种类:** 采用网上搜集和实地调查两种方法确定人们喜爱、且消费量较大的成品菜肴作为本研究的检测对象。

2、每类食物中具体食物的选择及成品菜肴的数量确定

(1) **食物数量:** 确定食物种类后, 依据人们对食物的消费情况确定每类食物中选择的具体食物, 鱼虾类选择鲤鱼、刀鱼和青虾, 畜禽肉类选择猪肉、牛肉和鸡肉, 菌类选择香菇、杏鲍菇和平菇, 以及大豆。

(2) **成品菜肴数量:** 依据消费量和受欢迎程度共选择 60 种成品菜肴。

3、样品的采集

(1) **食物的采集:** 在哈尔滨市8个行政区(道里, 道外, 南岗, 香坊, 平房, 松北, 呼兰, 阿城)内运用随机抽样的方式选择3个行政区, 之后在每个行政区内随机选择3家农贸市场作为本实验的采样地点。

(2) **成品菜肴的采集:** 在8个行政区分别选择具有特色、客流量大、销售额高的餐厅作为样品收集点。

(3) **采样方法:** 样品的取样方法参照《实用营养成分分析手册(第二版)》(杨月欣主编)。

(四) 样品中嘌呤含量的测定

1、样品前处理

样品粉碎混匀后, 称取一定重量样品置于10ml玻璃试管中, 加2ml不同浓度高氯酸溶液, 混匀, 100℃水浴60min, 水浴过程中震荡3次(30min、40min和50min), 冷却后, 2.0mol/L氢氧化钾调pH至7.0, 之后用5.0%甲酸调pH至3.6, 10.0mmol/L甲酸铵溶液(pH3.6)定容至10ml, 充分混匀、过0.22μm滤膜后待测。

2、测定方法

采用高效液相色谱法对食物中嘌呤含量进行测定, 色谱柱选用Waters Atlantis T₃柱(4.6mm×250mm×5 μm), 流动相为10.0mmol/L甲酸铵(pH3.6)和甲醇(99:1, v/v), 流速1.0ml/min, 柱温30℃, 检测波长254nm, 每个样品测定时全部取三个样品进行同时测定。

3、样品测定及结果分析

先分别注入10μl的标准系列, 根据得到的浓度与峰面积的标准曲线方程后再

分别注入10 μ l处理后的样品溶液，将得到的峰面积带入标准曲线方程，从而得到各类食物中嘌呤的含量，每种食物中的嘌呤含量均以mg/100g(干重)表示。

计算公式为： $Y(\text{mg}/100\text{g}(\text{干重}))=C \times [\text{mg}/100\text{g}(\text{湿重})] \div (1-c)$ ，其中C为每100g食物湿重时嘌呤含量，c为含水量(%)。

(五) 样品含水量的测定

采用常压干燥法(GB5009.3-2010《食物中水分的测定》)对样品含水量进行测定，计算公式为： $\text{含水量}(\text{重量}\%) = [(\text{原重} - \text{烘干重}) \div \text{烘干重}] \times 100\%$ 。

(六) 烹饪方法及时间的确定

1、烹饪方法的确定

鱼虾类、畜禽肉、菌类等选择煮、蒸、炸、煎4种烹饪方法，黄豆只采用水煮一种方法。水煮分为三种，分别为中性水、酸性水(水中加适量食醋)与碱性水(水中加适量小苏打)水煮方法。

2、烹饪时间确定

依据人们加工食物时间的不同、食物种类的不同以及烹饪方法的不同要求，确定具体的烹饪时间。

二、 结果

(一) 标准曲线及线性范围

分别取1mg/ml的四种嘌呤的储备液100 μ l加入比色管中，然后加双蒸水配制标准系列，浓度分别为0.05 μ g/ml、0.1 μ g/ml、0.2 μ g/ml、0.5 μ g/ml、1.0 μ g/ml、2.0 μ g/ml、5.0 μ g/ml、10.0 μ g/ml、20.0 μ g/ml。最后将配好的标准溶液用0.2 μ m的微孔滤膜过滤，进高效液相色谱仪测定。表1为具体测定时的标准曲线及线性范围。

表1 标准曲线结果

嘌呤	线性方程	相关系数(r)	线性范围($\mu\text{g}/\text{mL}$)
鸟嘌呤	$y=37491x-181.16$	1.0000	0.05~5.0
次黄嘌呤	$y=44950x-256.93$	1.0000	0.05~5.0
腺嘌呤	$y=53206x-765.15$	1.0000	0.05~5.0
黄嘌呤	$y=23986x-302.53$	1.0000	0.05~5.0

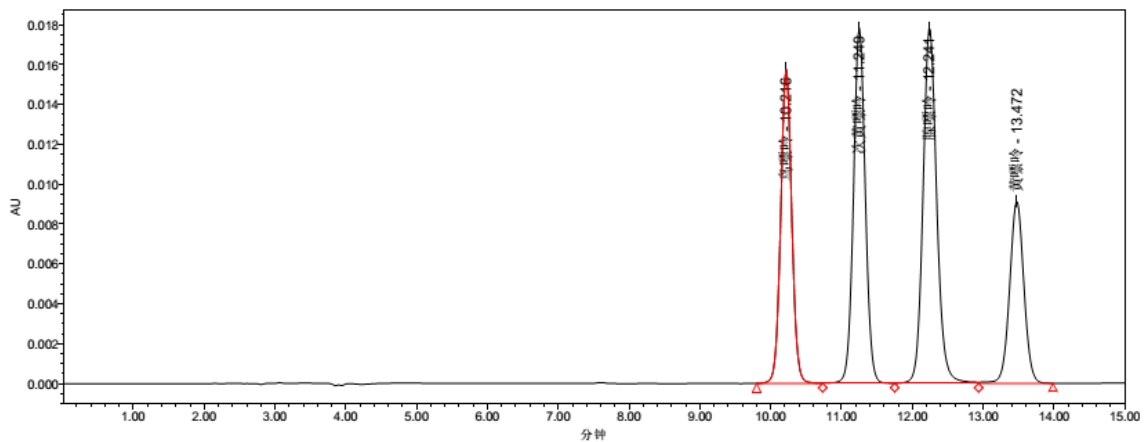


图1 四种嘌呤的色谱图

1: 鸟嘌呤; 2: 腺嘌呤; 3: 次黄嘌呤; 4: 黄嘌呤

(二) 不同烹饪方法对食品中嘌呤含量的影响

1、不同烹饪方法对畜禽肉类中总嘌呤含量的影响

(1) 清蒸对猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量的影响

1) 不同清蒸时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化趋势

猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量均呈现出随着清蒸时间延长逐渐降低的趋势，前10分钟内三种肉的总嘌呤含量降低幅度最明显，之后趋于平缓（见图2）。猪肉和鸡肉在10分钟时总嘌呤含量最低，而牛肉在25分钟时总嘌呤含量最低（见表2）。

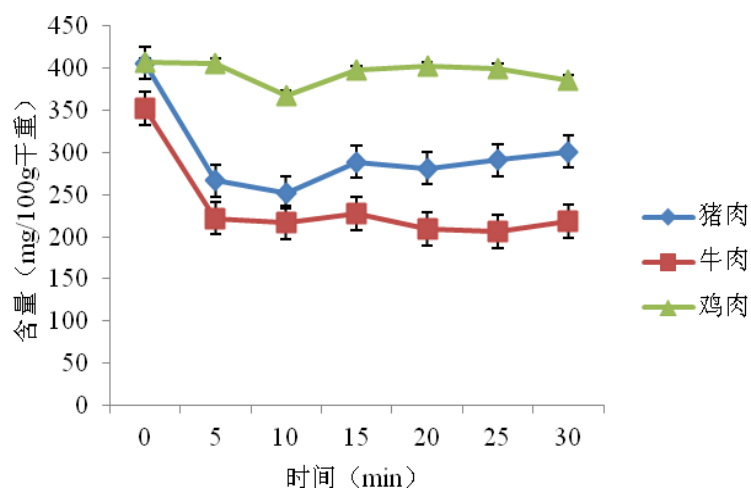


图2 不同清蒸时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化情况

注：0分钟代表原样总嘌呤含量

表 2 不同清蒸时间的猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉
0 分钟	406	352	407
5 分钟	267	222	406
10 分钟	252	217	368
15 分钟	289	227	398
20 分钟	281	209	402
25 分钟	291	206	400
30 分钟	301	218	386

2) 三种肉总嘌呤的降低幅度

由表 3 可知, 在清蒸 10 分钟时, 三种肉的平均降低幅度最大, 为 28.6%, 采取清蒸烹饪方法, 总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为牛肉 (38.5%) > 猪肉 (31.0%) > 鸡肉 (3.4%)。

表 3 不同清蒸时间的猪肉总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
5 分钟	34.2	36.9	0.2	23.8
10 分钟	37.9	38.4	9.6	28.6
15 分钟	28.8	35.5	2.2	22.2
20 分钟	30.8	40.6	1.2	24.2
25 分钟	28.3	41.5	1.7	23.8
30 分钟	25.9	38.1	5.2	23.0
平均降幅	31.0	38.5	3.4	

(2) 水煮对猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量的影响

1) 不同水煮时间猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量变化趋势

猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量均呈现出随着水煮时间延长逐渐降低的趋势, 牛肉在 1 分钟, 猪肉、鸡肉在 3 分钟总嘌呤含量降低幅度最明显, 之后趋于平缓 (见图 3)。猪肉在 3 分钟、牛肉和鸡肉在 10 分钟时总嘌呤含量最低 (见表 4)。

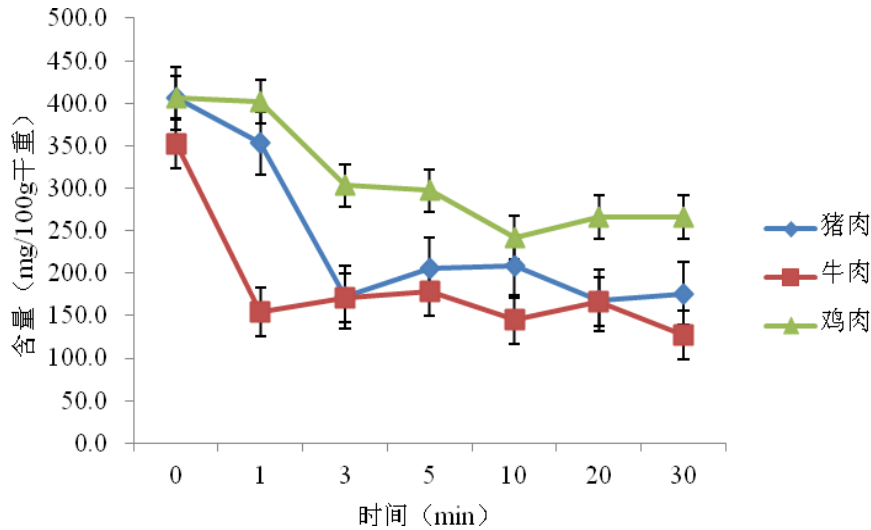


图3 不同水煮时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化情况

注：0分钟代表原样总嘌呤含量

表4 不同水煮时间的猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉
0分钟 (原样)	406	352	407
1分钟	353	155	402
3分钟	172	171	303
5分钟	205	178	297
10分钟	208	145	242
20分钟	168	166	266
30分钟	176	127	266

2) 不同水煮时间三种肉总嘌呤的降低幅度

在水煮30分钟时，三种肉的平均降低幅度最大，为51.7%，采取水煮烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为牛肉（55.4%）>猪肉（47.4%）>鸡肉（27.3%）（见表5）。

表5 不同水煮时间的猪肉总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉	平均降幅
0分钟 (原样)	—	—	—	—
1分钟	13.1	56.0	1.2	23.4
3分钟	57.6	51.4	25.6	44.9
5分钟	49.5	49.4	27.0	42.0
10分钟	48.8	58.8	40.5	49.4
20分钟	58.6	52.8	34.6	48.7
30分钟	56.7	63.9	34.6	51.7
平均降幅	47.4	55.4	27.3	

(3) 油煎对猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量的影响

1) 不同油煎时间猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量变化趋势

猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量均呈现出随油煎时间延长逐渐降低的趋势，牛肉、猪肉、鸡肉在 2 分钟时总嘌呤含量降低幅度最明显，之后又逐渐上升，后又逐渐降低（见图 4）。猪肉、牛肉分别在 10 分钟，鸡肉在 2 分钟时总嘌呤含量最低（见表 6）。

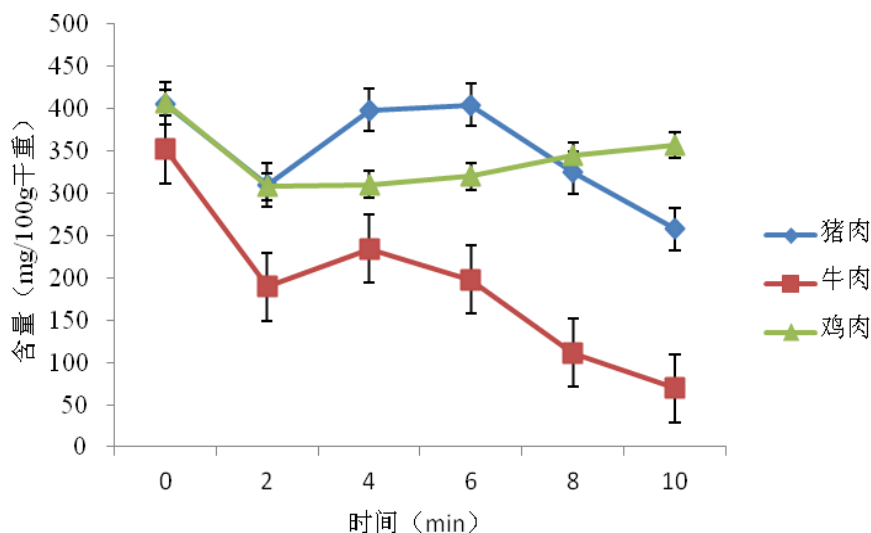


图 4 不同油煎时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 6 不同油煎时间的猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉
0 分钟 (原样)	406	352	407
2 分钟	310	190	308
4 分钟	398	235	311
6 分钟	405	198	320
8 分钟	324	111	345
10 分钟	258	69	357

2) 不同油煎时间三种肉总嘌呤的降低幅度

在油煎 10 分钟时，三种肉的平均降低幅度最大，为 43.0%，采取油煎烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为牛肉（54.4%）>鸡肉（19.4%）>猪肉（16.5%）（见表 7）。

表 7 不同油煎时间的猪肉总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉	平均降幅
0 分钟 (原样)	——	——	——	——
2 分钟	23.6	46.1	24.4	31.4
4 分钟	1.9	33.3	23.7	19.6
6 分钟	0.3	43.7	21.4	21.8
8 分钟	20.1	68.4	15.3	34.6
10 分钟	36.6	80.3	12.2	43.0
平均降幅	16.5	54.4	19.4	

(4) 油炸对猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量的影响

1) 不同油炸时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化趋势

猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量呈现出 W 变化趋势。由表 8 可知，猪肉、鸡肉在 3 分钟，牛肉在 4 分钟时总嘌呤含量最低（见图 5）。

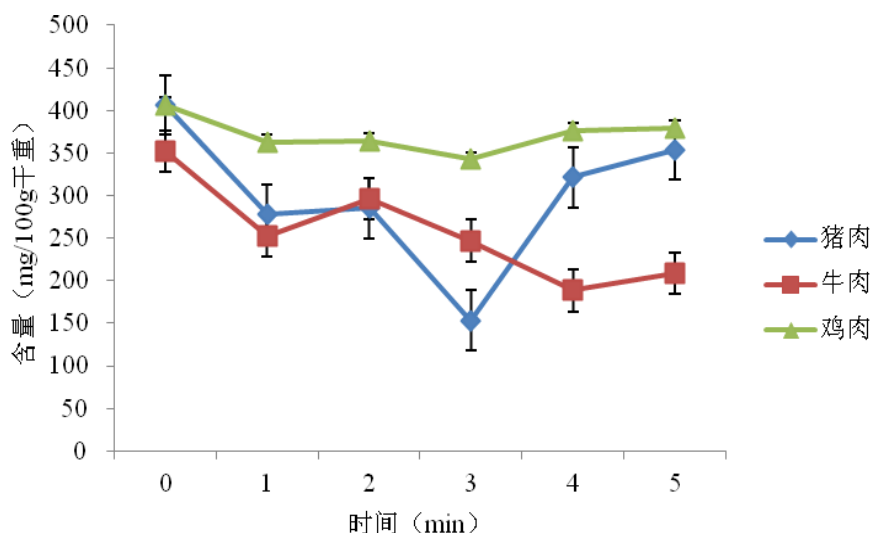


图 5 不同油炸时间猪肉、牛肉、鸡肉中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 8 不同油炸时间的猪肉、牛肉、鸡肉总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	猪肉	牛肉	鸡肉
0 分钟 (原样)	406	352	407
1 分钟	278	252	362
2 分钟	285	296	364
3 分钟	153	247	342
4 分钟	321	188	376
5 分钟	353	208	379

2) 不同油炸时间三种肉总嘌呤的降低幅度

在油炸 3 分钟时，三种肉的平均降低幅度最大，为 36.0%，采取油炸烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为牛肉（32.3%）>猪肉（31.5%）>鸡肉（10.4%）（见表 9）。

表 9 不同油炸时间的猪肉总嘌呤含量降低幅度（%）

时间	猪肉	牛肉	鸡肉	平均降幅
0 分钟（原样）	——	——	——	——
1 分钟	31.6	28.3	11.0	23.6
2 分钟	29.8	15.8	10.6	18.7
3 分钟	62.2	29.8	15.9	36.0
4 分钟	20.9	46.5	7.5	25.0
5 分钟	12.9	40.8	6.9	20.2
平均降幅	31.5	32.3	10.4	

(5) 综合比较

通过综合比较不同的烹饪方式及各自的烹饪时间，可以看到，降低肉类总嘌呤的最佳烹饪方法依次为水煮、油煎、油炸和清蒸。具体结果见表 10。

表 10 不同烹饪方式、烹饪时间肉类最低降低幅度比较

烹饪方式	烹饪时间（min）	降低幅度（%）
油煎	10	43.0
油炸	3	36.0
清蒸	10	28.6
水煮	30	51.7

2、不同烹饪方法对菌类嘌呤含量的影响

(1) 油炸对杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量的影响

1) 不同油炸时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随油炸时间延长逐渐降低的趋势，但随着时间的延长，嘌呤含量降低趋势平缓（见图 6）。杏鲍菇、平菇、香菇均在油炸 5 分钟时总嘌呤含量最低（见表 11）。

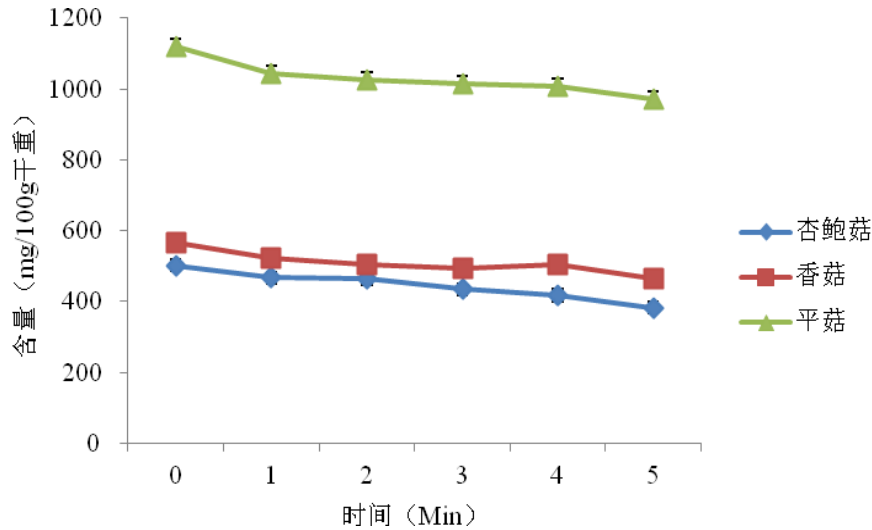


图 6 不同油炸时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 11 不同油炸时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
1 分钟	467	522	1046
2 分钟	465	504	1026
3 分钟	434	494	1016
4 分钟	418	505	1007
5 分钟	383	465	972

2) 不同油炸时间三种菌类中总嘌呤的降低幅度

在油炸 5 分钟时，三种菌类的平均降低幅度最大，为 18.2%，采取油炸烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为杏鲍菇 (13.7%) > 香菇 (11.7%) > 平菇 (9.6%) (见表 12)。

表 12 不同油炸时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
1 分钟	7.0	7.5	6.7	7.1
2 分钟	7.4	10.6	8.5	8.8
3 分钟	13.5	12.4	9.4	11.7
4 分钟	16.8	10.5	10.1	12.5
5 分钟	23.8	17.5	13.2	18.2
平均降幅	13.7	11.7	9.6	

(2) 油煎对杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量的影响

1) 不同油煎时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随油煎时间延长逐渐降低的趋势，但降低趋势不明显（见图 7）。杏鲍菇、平菇在油煎 10 分钟，香菇在油煎 6 分钟时总嘌呤含量最低（见表 13）。

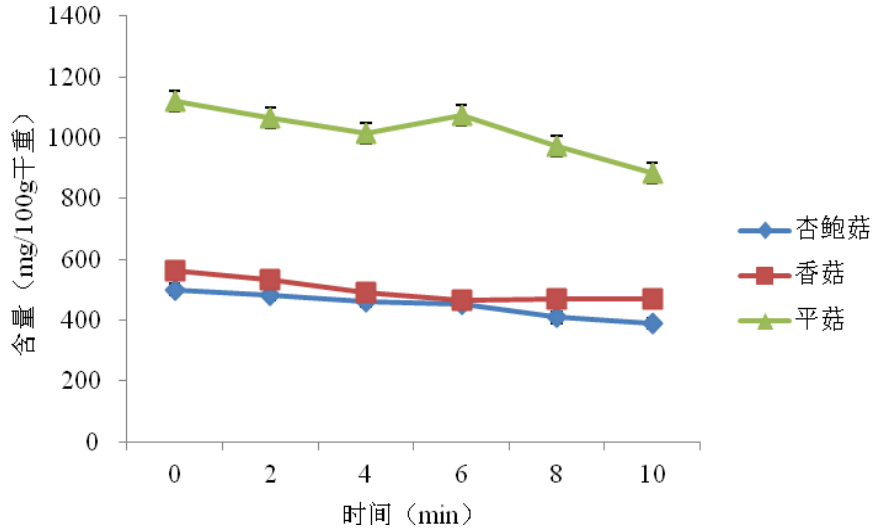


图 7 不同油煎时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 13 不同油煎时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
2 分钟	484	533	1065
4 分钟	462	492	1015
6 分钟	452	464	1075
8 分钟	409	469	972
10 分钟	389	468	884

2) 不同油煎时间三种菌类中总嘌呤的降低幅度

在油煎 10 分钟时，三种菌类的平均降低幅度最大，为 20.2%，采取油煎烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为香菇 (14.0%) > 杏鲍菇 (12.5%) > 平菇 (10.6%) (见表 14)。

表 14 不同油煎时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	——	——	——	——
2 分钟	3.6	5.5	5.0	4.7
4 分钟	8.0	12.8	9.5	10.1
6 分钟	9.9	17.7	4.1	10.6
8 分钟	18.5	16.8	13.3	16.2
10 分钟	22.5	17.0	21.1	20.2
平均降幅	12.5	14.0	10.6	

(3) 清蒸对杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量的影响

1) 不同清蒸时间杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随清蒸时间延长逐渐降低的趋势，但降低趋势不明显（见图 8）。杏鲍菇、平菇在清蒸 25 分钟，香菇在清蒸 30 分钟时总嘌呤含量最低（见表 15）。

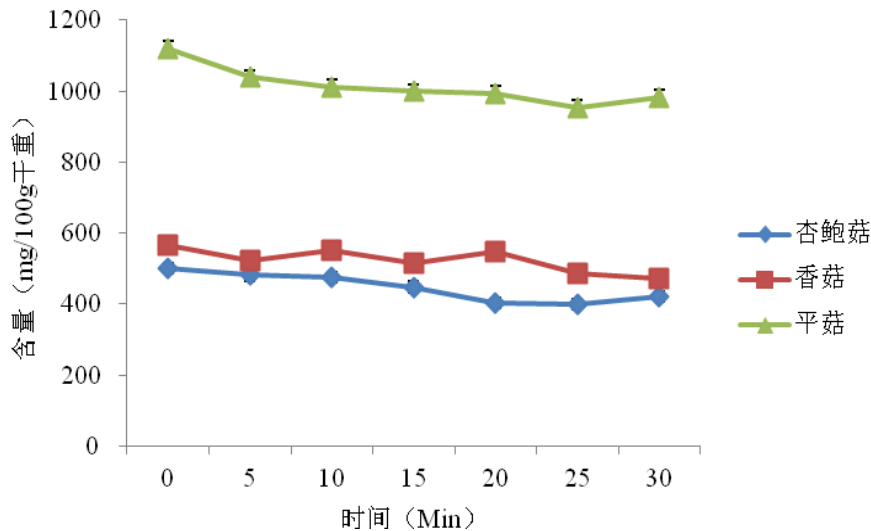


图 8 不同清蒸时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 15 不同清蒸时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
5 分钟	481	522	1040
10 分钟	475	551	1013
15 分钟	448	515	1000
20 分钟	404	549	995
25 分钟	401	485	955
30 分钟	422	470	983

2) 不同清蒸时间三种菌类总嘌呤的降低幅度

由表 16 可知, 在清蒸 25 分钟时, 三种菌类的平均降低幅度最大, 为 16.3%, 采取清蒸烹饪方法, 总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为杏鲍菇 (15.2%) > 平菇 (13.2%) > 香菇 (10.3%)。

表 16 不同清蒸时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
5 分钟	4.1	7.5	7.3	6.3
10 分钟	5.5	2.2	9.7	5.8
15 分钟	10.8	8.6	10.8	10.1
20 分钟	19.5	2.6	11.3	11.1
25 分钟	20.2	14.0	14.8	16.3
30 分钟	16.0	16.6	12.3	15.0
平均降幅	15.2	10.3	13.2	

(4) 水煮对杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量的影响

1) 酸性水煮对杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量的影响

① 不同酸性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随水煮时间延长逐渐降低的趋势 (见图 9)。由表 17 可知, 杏鲍菇酸性水煮 20 分钟, 香菇在酸性水煮 30 分钟, 平菇在酸性水煮 25 分钟时总嘌呤含量最低。

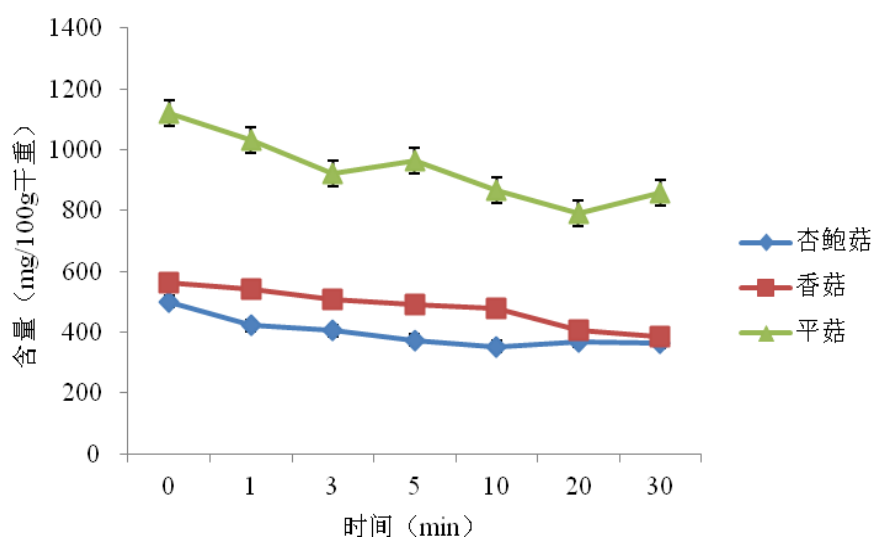


图 9 不同酸性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注: 0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 17 不同酸性水煮时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
1 分钟	423	541	1030
3 分钟	405	508	922
5 分钟	374	493	965
10 分钟	354	478	869
20 分钟	370	408	793
30 分钟	366	385	859

②不同酸性水煮时间三种菌类总嘌呤的降低幅度

由表 18 可知, 在酸性水煮 25 分钟时, 三种菌类的平均降低幅度最大, 为 27.8%, 采取酸性水煮烹饪方法, 总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为杏鲍菇 (28.7%) > 平菇 (23.0%) > 香菇 (20.3%)。

表 18 不同酸性水煮时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
1 分钟	15.8	4.1	8.1	9.3
3 分钟	19.3	9.9	17.8	15.7
5 分钟	25.6	12.5	13.9	17.3
10 分钟	29.5	15.3	22.5	22.4
20 分钟	26.4	27.7	29.3	27.8
30 分钟	27.1	31.8	23.3	27.4
平均降幅	28.7	20.3	23.0	

2) 碱性水煮对杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量的影响

①不同碱性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随水煮时间延长逐渐降低的趋势 (见图 10)。由表 19 可知, 三种菌类均在碱性水煮 30 分钟时总嘌呤含量最低。

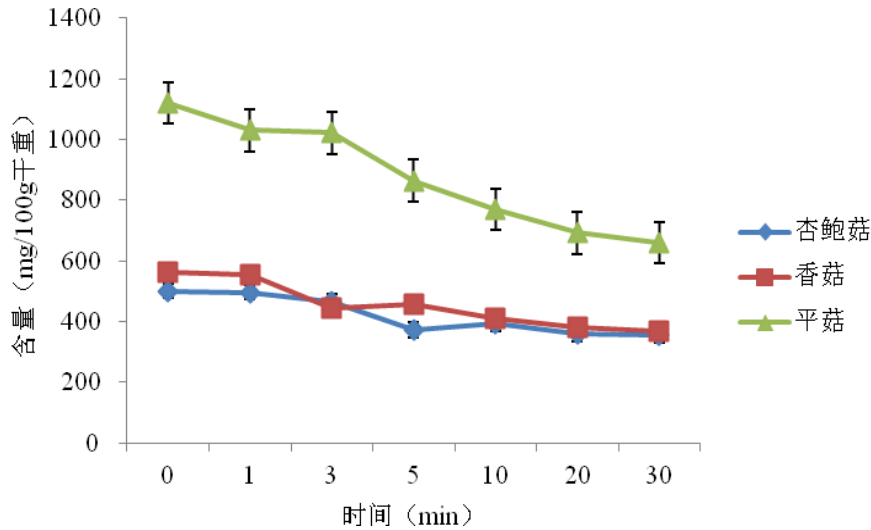


图 10 不同碱性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 19 不同碱性水煮时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
1 分钟	497	553	1030
3 分钟	466	445	1022
5 分钟	374	456	865
10 分钟	394	412	769
20 分钟	359	381	693
30 分钟	354	367	659

②不同碱性水煮时间三种菌类总嘌呤的降低幅度

由表 20 可知，在碱性水煮 30 分钟时，三种菌类的平均降低幅度最大，为 35.2%，采取碱性水煮烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为平菇 (30.1%) > 香菇 (27.3%) > 杏鲍菇 (22.6%)。

表 20 不同碱性水煮时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
1 分钟	0.9	2.0	8.1	3.7
3 分钟	7.3	21.1	8.9	12.4
5 分钟	25.5	19.2	22.9	22.5
10 分钟	21.4	27.0	31.4	26.6
20 分钟	28.6	32.5	38.2	33.1
30 分钟	29.5	34.9	41.2	35.2
平均降幅	22.6	27.3	30.1	

3) 中性水煮对杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量的影响

①不同中性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量变化趋势

杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量呈现出随水煮时间延长逐渐降低的趋势，但趋势不明显（见图 11）。由表 21 可知，杏鲍菇在中性水煮 25 分钟，香菇在中性水煮 20 分钟，平菇在中性水煮 30 分钟时总嘌呤含量最低。

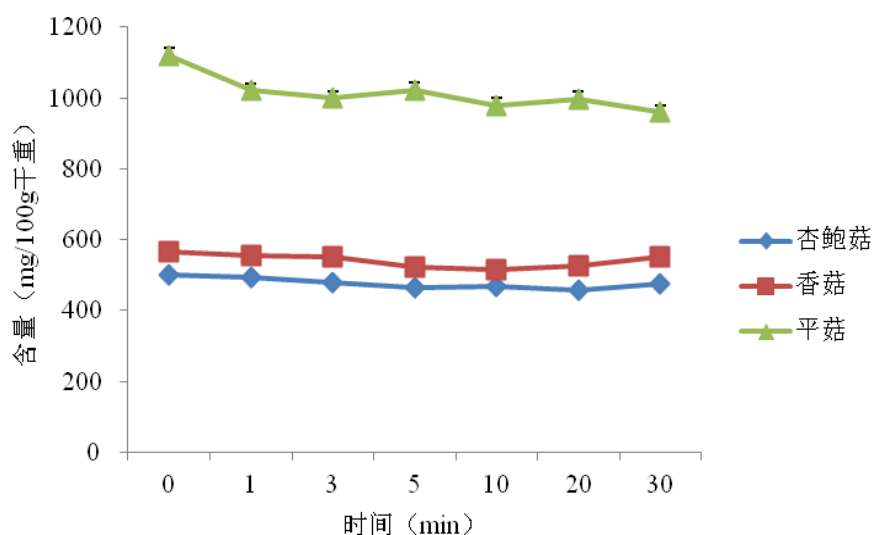


图 11 不同中性水煮时间杏鲍菇、香菇、平菇中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

表 21 不同中性水煮时间的杏鲍菇、香菇、平菇总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇
0 分钟 (原样)	502	564	1121
1 分钟	492	557	1021
3 分钟	477	552	999
5 分钟	463	521	1023
10 分钟	466	516	979
20 分钟	458	526	998
30 分钟	476	552	959

②不同中性水煮时间三种菌类总嘌呤的降低幅度

由表 22 可知，在中性水煮 30 分钟时，三种菌类的平均降低幅度最大，为 9.4%，采取中性水煮烹饪方法，总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为平菇 (13.3%) > 杏鲍菇 (7.1%) > 香菇 (5.7%)。

表 22 不同中性水煮时间的菌类总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	杏鲍菇	香菇	平菇	平均降幅
0 分钟 (原样)	—	—	—	—
1 分钟	1.9	1.3	8.9	4.0
3 分钟	4.9	2.2	10.8	6.0
5 分钟	7.7	7.7	8.7	8.0
10 分钟	7.1	8.4	12.7	9.4
20 分钟	8.7	6.8	11.0	8.8
30 分钟	5.1	2.1	14.4	7.2
平均降幅	7.1	5.7	13.3	

(5) 综合比较

通过综合比较不同的烹饪方式，可以看到，在保证食物熟透，且不影响口感的情况下，降低菌类总嘌呤的最佳烹饪方法依次为碱性水煮、酸性水煮、油煎、油炸、清蒸和中性水煮。具体结果见表 23。

表 23 不同烹饪方式、烹饪时间菌类总嘌呤最低降低幅度比较

烹饪方式	烹饪时间 (min)	降低幅度 (%)
油炸	5	18.2
油煎	10	20.2
清蒸	25	16.3
酸性水煮	20	27.8
碱性水煮	30	35.2
中性水煮	10	9.4

3、酸、中、碱性水浸泡对大豆嘌呤含量的影响

(1) 不同酸、中、碱性水浸泡时间大豆总嘌呤的变化趋势

由图 12 可见，酸、中、碱性水泡过的大豆总嘌呤含量呈现出类似 W 的变化趋势，总体看在酸、中、碱性水泡过的大豆总嘌呤含量均有所降低。由表 24 可知，大豆在酸性水泡 6 小时、中性水泡 4 小时、碱性水泡 8 小时时大豆总嘌呤含量最低。

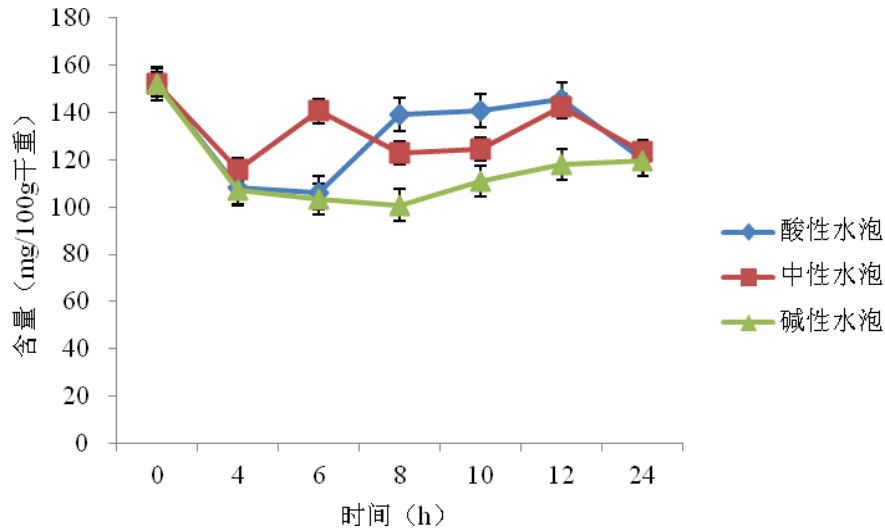


图 12 酸、中、碱性水泡大豆中的总嘌呤含量变化情况

注：0 小时代表原样总嘌呤含量

表 24 不同酸、中、碱性水浸泡时间大豆的总嘌呤含量 (mg/100g 干重)

时间	酸性水泡	中性水泡	碱性水泡
0 小时 (原样)	152	152	152
4 小时	108	116	107
6 小时	106	141	103
8 小时	139	123	101
10 小时	141	125	111
12 小时	146	143	118
24 小时	120	123	120

(2) 不同酸、中、碱性水浸泡时间大豆总嘌呤的降低幅度

由表 25 可知，酸、中、碱性水泡 4 小时的大豆总嘌呤的平均降低幅度最大，为 27.4%。采取不同性质水浸泡方法，大豆总嘌呤的平均降低幅度从大到小分别为碱性 (25.7%) > 酸性 (16.7%) > 中性 (15.6%)。

表 25 不同酸、中、碱性水泡时间的大豆总嘌呤含量降低幅度 (%)

时间	酸性水泡	中性水泡	碱性水泡	平均降幅
0 小时 (原样)	—	—	—	—
4 小时	28.9	23.7	29.4	27.4
6 小时	30.3	7.5	31.9	23.2
8 小时	8.3	19.2	22.9	16.8
10 小时	7.5	18.1	26.9	17.5
12 小时	4.0	6.1	22.3	10.8
24 小时	21.0	18.8	21.1	20.3
平均降幅	16.7	15.6	25.7	

4、不同烹饪方法对青虾中嘌呤含量的影响

(1) 清蒸对青虾中总嘌呤含量的影响

由图 13 可知，青虾总嘌呤含量呈现出随清蒸时间延长逐渐降低的趋势，但随着时间的延长，嘌呤含量降低趋势平缓，且有逐渐升高的趋势。在清蒸 5 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 19.4%。

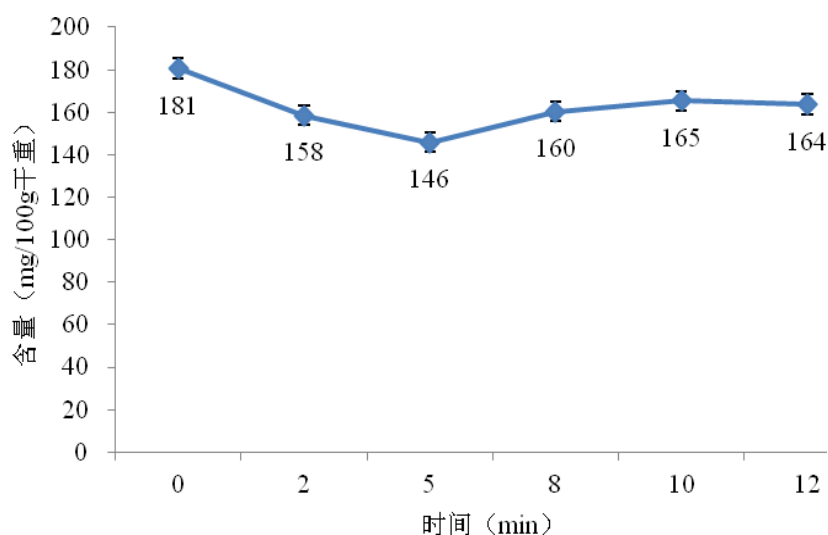


图 13 不同清蒸时间青虾中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(2) 油炸对青虾中总嘌呤含量的影响

由图 14 可见，青虾总嘌呤含量呈现出随油炸时间延长逐渐降低的趋势，前 3 分钟时嘌呤降低趋势较明显，之后又随着时间的延长呈现上升的趋势。在油炸 3 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 7.5%。

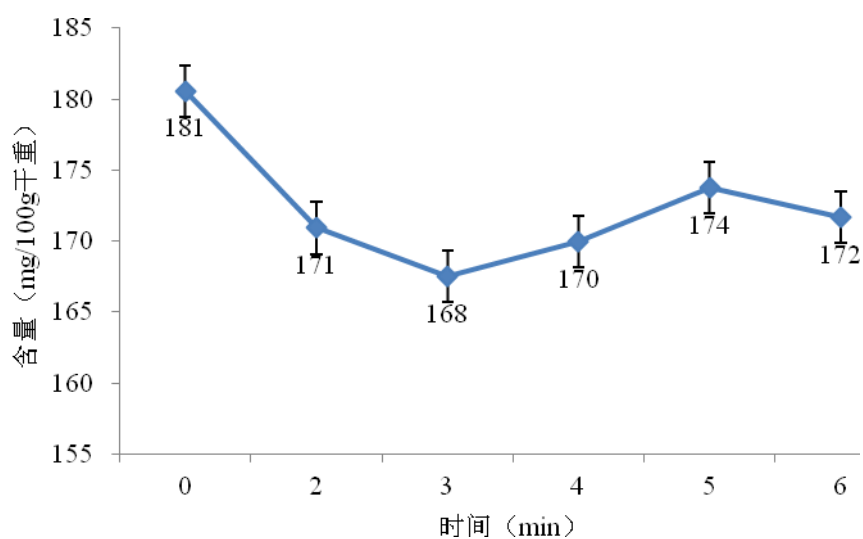


图 14 不同油炸时间青虾中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(3) 烘烤对青虾中总嘌呤含量的影响

青虾总嘌呤含量呈现出随烘烤时间延长逐渐降低的趋势，在烘烤 12 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 13.4%（见图 15）。

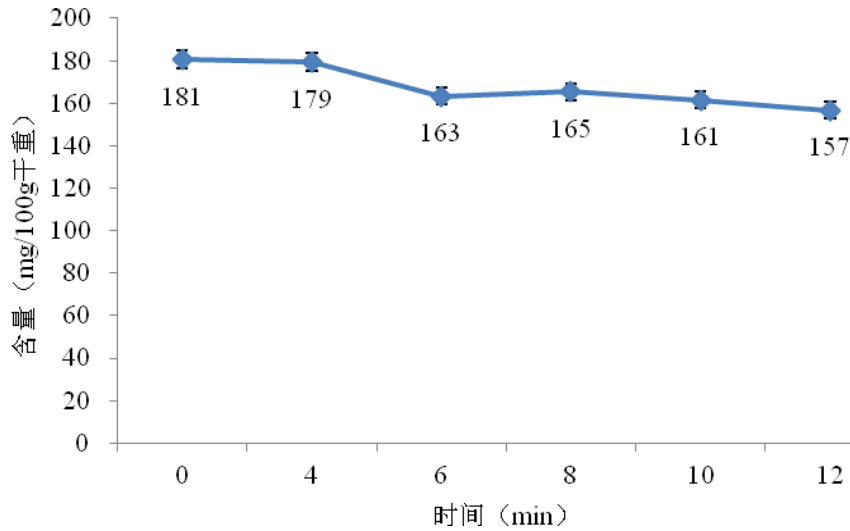


图 15 不同烘烤时间青虾中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(4) 水煮对青虾中总嘌呤含量的影响

青虾总嘌呤含量呈现出随水煮时间延长逐渐降低的趋势，在水煮 7 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 27.2%（见图 16）。

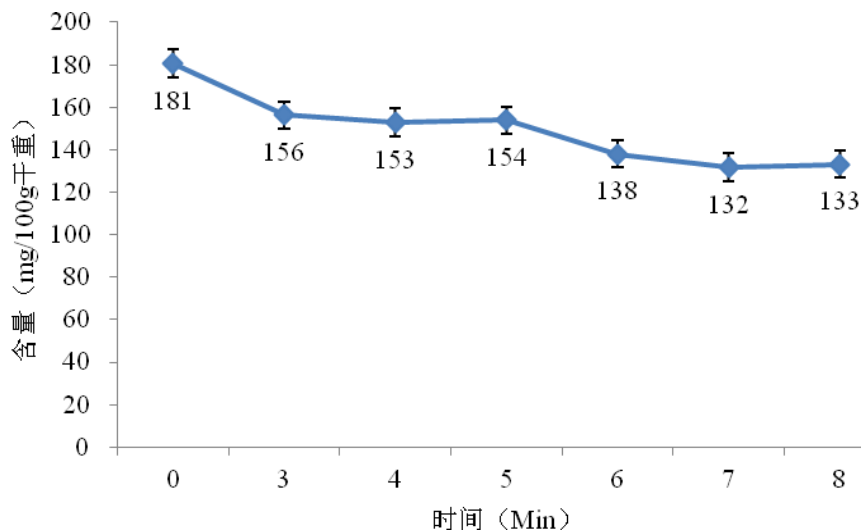


图 16 不同水煮时间青虾中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(5) 综合比较

通过综合比较不同的烹饪方式，可以看到，降低青虾总嘌呤的最佳烹饪方法依次为水煮、清蒸、烘烤和油炸。具体见表 26。

表 26 不同烹饪方式、烹饪时间青虾最低降低幅度比较

烹饪方式	烹饪时间 (min)	降低幅度 (%)
清蒸	5	19.4
油炸	3	7.5
烘烤	12	13.4
水煮	7	27.2

5、不同烹饪方法对鱼中嘌呤含量的影响

(1) 清蒸对带鱼中总嘌呤含量的影响

带鱼总嘌呤含量呈现出随清蒸时间延长逐渐降低的趋势，在清蒸 8 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 16.3%（见图 17）。

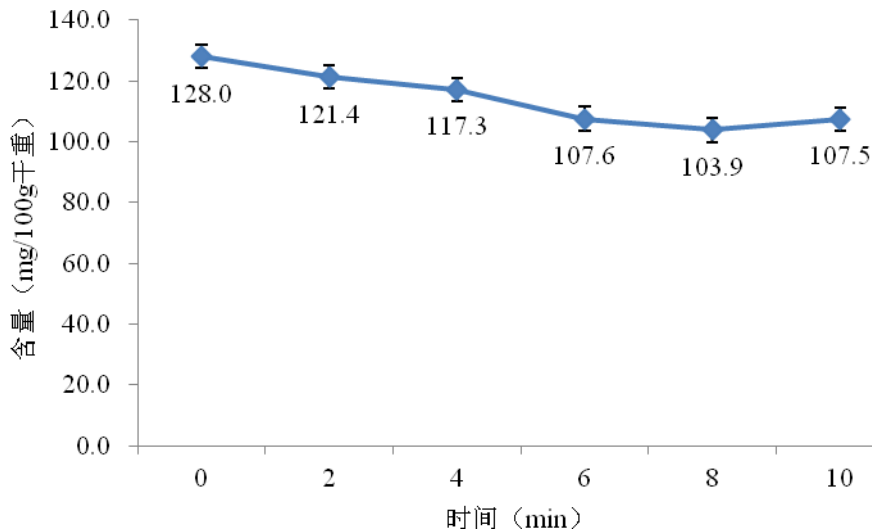


图 17 不同清蒸时间带鱼中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(2) 油炸、油煎对带鱼中总嘌呤含量的影响

带鱼总嘌呤含量呈现出随时间延长而逐渐降低的趋势，但随着油炸及油煎时间的延长，带鱼中的总嘌呤含量又逐渐升高，但总体看，油炸、油煎可以降低带鱼总嘌呤含量，但降低幅度有限。在油炸 2 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 5.6%，在油煎 3 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 8.1%（见图 18）。

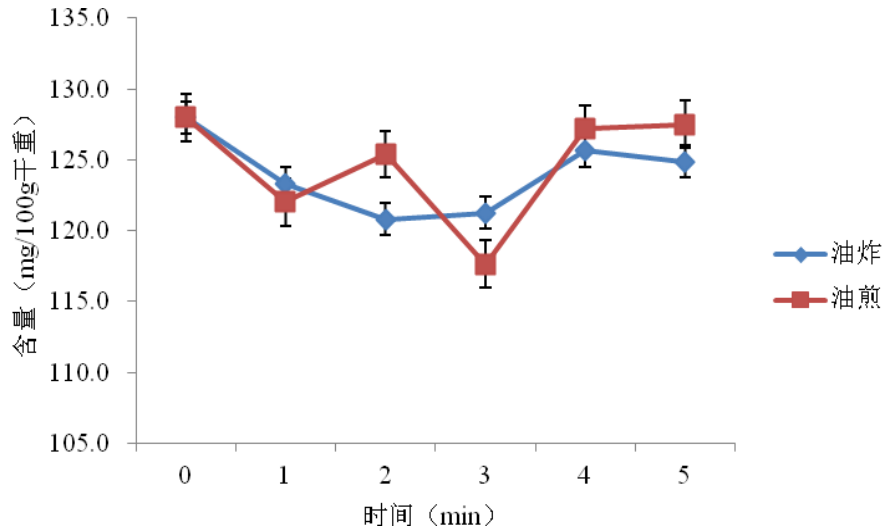


图 18 不同油炸、油煎时间带鱼中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(3) 综合比较

通过综合比较不同的烹饪方式，可以看到，降低带鱼总嘌呤的最佳烹饪方法依次为清蒸、油煎和油炸。

表 27 不同烹饪方式、烹饪时间带鱼最低降低幅度比较

烹饪方式	烹饪时间 (min)	降低幅度 (%)
清蒸	8	16.3
油炸	2	5.6
油煎	3	8.1

6、不同烹饪方法对鲤鱼中嘌呤含量的影响

(1) 清蒸、油炸对鲤鱼中总嘌呤含量的影响

鲤鱼总嘌呤含量呈现出随烹饪时间延长逐渐降低，又逐渐升高，之后又逐渐降低的趋势，在清蒸 5 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 18.6%，在油炸 1 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 12.6%（见图 19）。

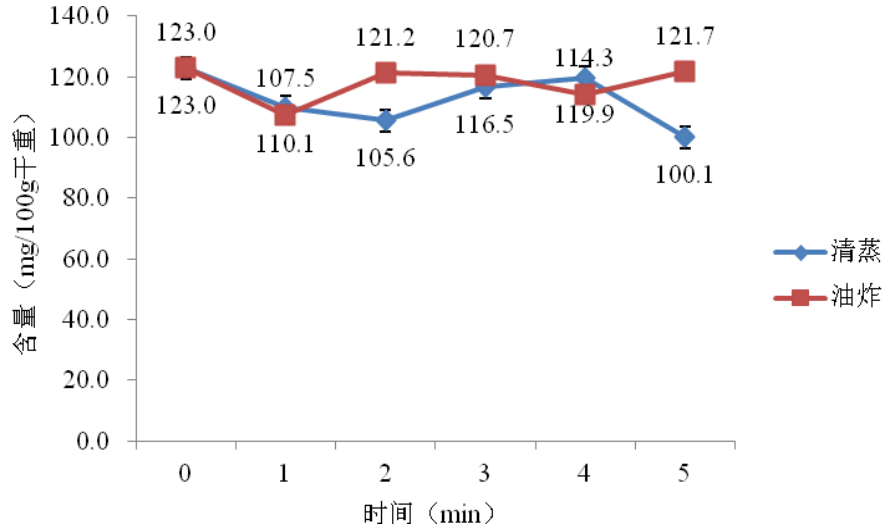


图 19 不同清蒸、油炸时间鲤鱼中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(2) 水煮对鲤鱼中总嘌呤含量的影响

鲤鱼总嘌呤含量呈现出随水煮时间延长逐渐降低的趋势，在水煮 20 分钟时，总嘌呤的降低幅度最大，为 31.7%（见图 20）。

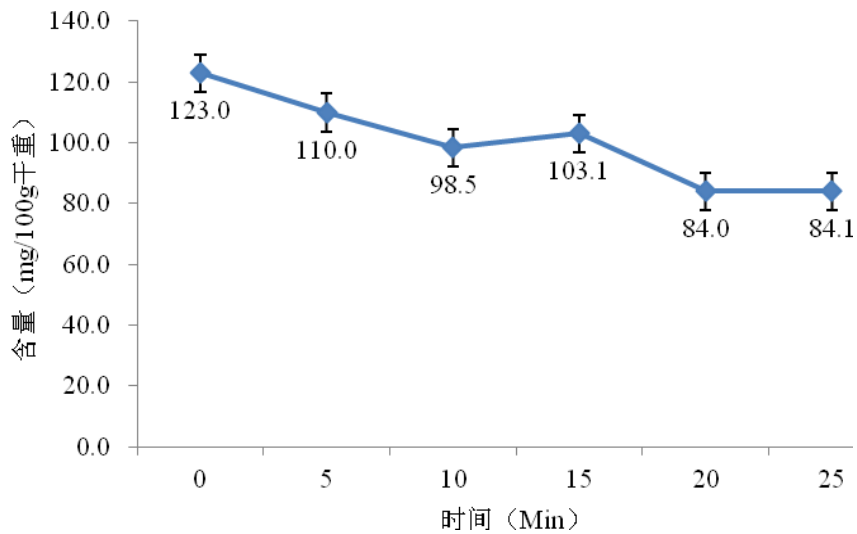


图 20 不同水煮时间鲤鱼中总嘌呤含量变化情况

注：0 分钟代表原样总嘌呤含量

(3) 综合比较

通过综合比较不同的烹饪方式，可以看到，降低鲤鱼总嘌呤的最佳烹饪方法依次为水煮、清蒸和油炸。具体结果见表 28。

表 28 不同烹饪方式、烹饪时间鲤鱼最低降低幅度比较

烹饪方式	烹饪时间 (min)	降低幅度 (%)
清蒸	5	18.6
油炸	1	12.6
水煮	20	31.7

(三)、低嘌呤膳食的研究

60 种受消费者喜爱、消费量大的成品菜肴中的嘌呤含量见表 29。在以总嘌呤含量的四分位数进行分组后可见，小于 P_{50} 的菜肴主要是一些嘌呤含量很低的植物性食物。大于 P_{50} 的成品菜肴主要是一些嘌呤含量很高的动物性食物。在动物性食物中，以动物性食品为主要原料的菜肴的嘌呤含量要明显高于有植物性食品做辅料的菜肴。说明虽然不同烹饪方式可以降低食物中的嘌呤含量，但是膳食中的嘌呤含量高低仍取决于膳食原材料中嘌呤含量。

表 29 成品菜肴的总嘌呤含量 (mg/100g)

< P_{25}		P_{25} - P_{50}		P_{50} - P_{75}		> P_{75}	
风味拉皮	1.2	麻婆豆腐	30.6	小葱拌干丝	61.2	香辣肉丝	121.0
花开富贵	3.2	锅包肉	32.9	回锅肉	64.3	果木熏香鸭	124.4
压锅土豆	4.9	干煸豆角	35.0	鱼丸	66.1	手撕羊腿	128.1
鸡蛋柿子	5.4	尖椒干豆腐	35.4	水煮鱼	67.5	滑溜里脊	132.8
土豆粉	7.3	干煸四季豆	35.4	荷塘月色	76.4	烤鸭	137.0
白灼西兰花	9.5	葱烧木耳	37.4	白切羊头肉	79.0	韩国烤肉	146.8
酒酿萝卜	11.7	杏鲍菇	40.2	红焖肉	91.3	金钱肚	159.9
香椿芽鸡蛋	12.2	炸鲜菇	41.2	风味鸡丁	95.1	小炒黄牛肉	160.6
扒茄子	14.3	梅菜扣肉	41.9	手撕羊肉	97.3	麻辣小龙虾	169.1
白灼西生菜	15.8	四季小炒	44.2	京烧大肠	99.8	水爆肚	172.6
蒜香茄子	16.8	酸菜鱼	46.4	涮羊肉	101.7	蒜泥猪四宝	178.8
葱油鸡蛋	26.7	捞汁什锦	48.5	夫妻肺片	103.9	香煎黄花鱼	193.0
芹菜粉	26.7	压锅豆腐	50.5	红烧肉	109.2	干锅虾	222.5
干锅土豆片	28.0	水煮肉片	53.0	压锅鲤鱼	112.6	香煎带鱼	223.7
蒜蓉粉丝娃娃菜	29.3	锅包里脊	57.9	苏叶小山羊	119.1	川爆腰花	246.3

三、结论

不同烹饪方法可以降低食物中的嘌呤含量，但程度存在差异，其中水煮方法降低嘌呤最为明显；低嘌呤膳食是以植物性食物为主的膳食，动物性食物为主的膳食在烹制之后嘌呤含量依然较高。动物性食物为主的膳食适当搭配植物性食物辅料可以降低嘌呤含量。建议不同食物种类采用不同烹饪方式及烹饪时间，低嘌呤饮食者应以植物性食物为主。