

Molecular Gastronomy

Junjun Zhang^{1,2}, Yuting Bai^{1*}, Kaiyuan Shao², Wenxiang Hu^{2*}

¹School of Pharmacy, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

²Jingdong Xianghu Microwave Chemistry Union Laboratory, Beijing Excalibur Space Military Academy of Medical Sciences, Beijing

Email: *baimin0628@163.com, *huwx66@163.com

Received: Sep. 15th, 2018; accepted: Oct. 10th, 2018; published: Oct. 17th, 2018

Abstract

Molecules belong to the category of chemistry. With the continuous development of science and technology, molecular technology has become increasingly mature and widely used in various fields. Molecular food with good taste and artistic appreciation is the crystallization of the collision between science technology and art. Interpretation of molecular cuisine in the production process of the use of science technology and artistic means enables people to understand more closely the molecular cuisine. The technology of molecular cooking mainly includes foam technology, capsule technology, liquid nitrogen technology, low temperature technology and smoking technology. These technologies take the place of our common traditional methods, such as frying, stir frying, steaming, frying, stewing and so on. If tasting delicious food is a voyage of discovery, then "molecular beauty" takes us to nowhere. For thousands of years, traditional cuisine has made people's lips and teeth relish. These delicacies sometimes look very simple and very ordinary, but contain mysterious chemical mysteries.

Keywords

Molecules Gastronomy, Delicious Food, Maillard Reaction

分子美食学

张军军^{1,2}, 白育庭^{1*}, 邵开元², 胡文祥^{2*}

¹湖北科技学院药学院, 湖北 咸宁

²北京神剑天军医学科学院京东祥鹤微波化学联合实验室, 北京

Email: *baimin0628@163.com, *huwx66@163.com

收稿日期: 2018年9月15日; 录用日期: 2018年10月10日; 发布日期: 2018年10月17日

*通讯作者。

摘要

随着科学技术的不断发展,分子技术也日趋成熟,被广泛应用在各个领域。分子美食口感好又具艺术观赏性,是科学技术与艺术碰撞的结晶。分析分子美食制作过程中所使用的科学技术和艺术手段,能够让人们更加近距离的了解分子美食学。分子厨艺的技术主要包括泡沫技术、胶囊技术、液氮技术、低温技术和烟熏技术等,这些技术代替或结合了我们常见的煎、炒、蒸、炸、炖等传统方法,形成了一套独特的分子美食学技术方法。千百年来,传统美食让人们唇齿留香、津津乐道。这些美食有时看起来很简单、很寻常,却蕴含着神奇的化学奥秘。

关键词

分子美食学, 美食, 美拉德反应

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

分子美食,又多被叫做分子料理、分子食物或分子厨艺。分子美食学概念的形成,最早是由匈牙利物理学家尼古拉斯·柯蒂(Nicholas Kurti)和法籍化学家埃尔维·蒂斯(Hervé This)共同提出[1],将化学、物理学和其他科学中的原理(物质的胶凝作用、乳化作用、增稠作用、升华作用、水化作用、发泡作用、抗氧化作用、交联反应、脱水反应、异构化反应等)运用到烹饪的过程、准备及其原料当中,把食物进行再创造等,达到美味、营养的目的,这构成了分子美食学的主要研究内容。

胡文祥教授最早接触分子美食学这一概念,要追溯到二十世纪九十年代初,清华大学赵玉芬院士的朋友来大陆进行学术交流时,提到这一概念。当时她说,面包在微波炉里烤到一定程度,淀粉分子链水解断裂到一定长度,才能保证色香味俱全。这引起了胡教授的极大兴趣。

分子美食学是一种超越了目前我们的认知和想象,让食物不再单单只是食物,而是成为视觉、味觉、甚至触觉的新感官刺激的烹调概念。要想理解分子美食之概念也不难,生活中比比皆是,比如生活中经常见到的棉花糖就是很好的佐证。棉花糖,看上去就像是一团蓬松的白棉花,实际上,它是由颗粒状固态物质经过离心而得。对于这个司空见惯的食物,从分子美食学的角度来看,就是借助棉花糖制作机器打破了蔗糖晶体原有的排列方式,加热腔的热量使蔗糖由固态变为液态,再经过离心旋转,糖浆由加热腔的小孔中被喷射出来。被喷射出来的糖浆因体积小而不会黏连在一起,因此形成了糖丝。柯蒂也曾说:“其实分子美食就是由科学家以化学、生物学以及物理学的角度,解释菜品美味的原因,也就是为什么要这样煮。”

2. 分子美食学中的关键词

2.1. 低温慢煮

低温慢煮是分子厨艺两位创始人提出的原理,通过长达几小时到几十小时维持在 50℃~60℃的烹调将食物的味道加以提炼。但对烹饪器材的改造已经能让准备的时间缩短数小时甚至数天。例如白水煮蛋,

人们一般认为，利用 100℃ 的开水将鸡蛋加热 5 分钟最有营养。其实不然，把一只鸡蛋在 65℃ 的水中经 2 小时的低温煮制，才能得到最大的营养效果和最佳的滑嫩口感[2]。

2.2. 味道配对

为什么西红柿要和鸡蛋同炒最好吃？味道配对是分子厨艺最经典的配对之一，他们认为，虽然食材不同，但若有相同的挥发性粒子，把它们放在一起食用，便能刺激鼻中同类感应细胞。

2.3. 液氮

在北京三里屯一家分子冰激凌专卖店，戴着护目镜的工作人员像是在做化学实验一般操作着料理机，不断冒出的白色烟雾将容器覆盖得满满当当。等烟雾散尽，碗中原本的奶油已变成诱人的冰激凌，场面非常震撼。这种冰激凌没有任何添加剂，完全纯天然，口感更丝滑，更细腻，还毫无冰碴。

这是分子料理中的一种料理方法。因为氮气沸点为-196℃，当如此低温度的液态氮缓缓倒入搅拌均匀的奶油中时，便能将它瞬间变成冰激凌。而液态氮在常温环境下发生汽化，迅速散开成细小颗粒，大片白色烟雾就是这么形成的[2]。

2.4. 食物分解

这门学说名叫 Deconstructivist [1]，人们通过速冻、真空慢煮等方式来将食物的形态改变，从而得到它的核心味道。我们进入口中的可能只是一道轻触即无的烟雾，但它带来的感受可能跟红烧肉差不多[3]。

3. 分子美食学应用实例

3.1. 鲜嫩的豆腐

豆腐向来颇受人们喜爱，铁板豆腐、麻辣豆腐、小葱拌豆腐……都是我们经常吃的美食。豆腐好吃，做豆腐却不容易，过程却很有趣。

豆腐的制作方法是：将大豆浸泡一定时间后，加水磨成生豆浆，然后煮沸成熟豆浆；然后是点豆腐，南方点豆腐用石膏，北方点豆腐用卤水，卤水的主要成分是氯化镁，石膏是硫酸钙。点完豆腐后豆浆就凝固，就是我们爱吃的豆腐脑；如果用纱布包裹压掉一些水分就成了豆腐。那么，点豆腐的过程中发生了哪些变化，又包含了什么原理呢？

根据胶体化学原理，盐卤或石膏进入豆浆后，其中所带的正离子与负离子会和豆浆中的水分子结合，打破蛋白质和水的交融状态，使蛋白质颗粒凝聚，形成沉淀。分散的蛋白质团粒会很快聚集到一起，就变成了白嫩的豆腐脑；然后再挤出水分，就变成了豆腐。豆腐、豆腐脑都是凝聚的豆类蛋白质[4]。

在制作豆腐的过程中，豆乳的凝固是影响豆腐质量的关键因素之一，也是各种豆腐之间形成质构差别的主要原因。点豆腐时用的凝固剂不同，做出的豆腐质量和口感也就不同。石膏或盐卤属于盐型凝固剂，用盐卤制作的豆腐具有极佳的鲜美风味，但是豆腐持水性差，而且产品放置时间不宜过长；用石膏做成的豆腐保水性能好、组织光滑细腻，出品率高，但制品有一定的残渣而带有苦涩味，缺乏大豆香味。葡萄糖酸内酯(GDL)、醋酸等属于酸型凝固剂，利用 GDL 做成的豆腐品质较好，质地滑润爽口，营养价值高，但是内酯豆腐偏软，不适合煎炒。将酸类与盐类凝固剂的优点综合起来，形成复合型凝固剂，从而制作鲜嫩可口、营养健康的豆腐。

3.2. 面包的发酵及变色学问

当酵母加入面团后，在适宜的温度下开始生长繁殖。它首先利用面团中的单糖和蔗糖，产生 CO₂ 气体和各种发酵产物。在酵母生长、发酵的同时。面粉中的淀粉酶将面粉中的淀粉转化为麦芽糖。麦芽糖

的增加,为酵母菌进一步生长、发酵提供了可利用的营养物质[5]。酵母菌菌体本身分泌麦芽糖酶和蔗糖酶,将麦芽糖和蔗糖分解为单糖后进行利用。酵母菌利用这些糖类及其他营养物质先后进行有氧呼吸和无氧呼吸,产生 CO_2 、乙醇、醛酮和乳酸等物质[6]。生成的 CO_2 气体被面团中的面筋包围,形成均匀细小的气孔,使面团逐渐膨大。烘烤面包时,由于面团内的 CO_2 膨胀、逸散,从而使面包充满气孔,形成海绵状结构。

白面团进了烤炉,为何出来变成金黄的面包,其实,这里发生了焦糖化作用。在高温作用下糖类形成两类物质,一类是糖的脱水产物,另一类是糖的裂解产物。白花花的蔗糖,在水或油里熬煮,当温度达到 150°C 以上,分子间就会发生脱水及缩合反应,并挥发出某些醛酮类物质,产生焦香味,熬煮时间越长,缩合的分子越多,糖色也就越深,焦香味越大,这就是焦糖化反应[7]。

3.3. 香甜的酒酿

将糯米或大米经过蒸煮熟化,利用酒药中的根霉和米曲霉等微生物将糊化后的淀粉糖化,将蛋白质水解成氨基酸,然后酒药中的酵母菌利用糖化产物进行生长和繁殖,并通过糖酵解途径将糖转化成酒精,随着发酵时间的延长,甜酒酿中的糖分下降,酒度提高[8]。

酒酿在发酵过程中发生了什么变化呢?糯米的主要成分是淀粉,以支链淀粉为主。撒上酒药后,酒药中的多种发酵微生物开始繁殖,首先是根霉和酵母,并分泌淀粉酶,将糯米里的淀粉水解成为葡萄糖,醪糟的甜味即由此得来。随后,在真菌细胞内,葡萄糖在无氧条件下发生糖酵解代谢,将葡萄糖分解成为酒精和二氧化碳,这就使酒酿有了类似酒的香味,酒酿就基本做好了。酒酿的发酵时间要控制得恰到好处,经过恰当的时间发酵的酒酿,不仅可以适当的降低高能物质,还可改善酒酿的营养结构,尤其是可以增加有机酸的含量,使酒酿的营养更加全面丰富。

3.4. 美味的红烧肉

1912年法国化学家L. C. Maillard发现氨基酸或蛋白质与葡萄糖混合加热时形成褐色的物质。后来人们发现氨基酸或蛋白质能与很多种糖反应,这类反应不仅影响食品的颜色,而且对食品的香味也有重要作用,人们将此反应称为美拉德(Maillard)反应或非酶褐变(nonenzymatic browning)反应或非酶棕色化反应。

所谓美拉德反应是广泛存在于食品工业的一种非酶褐变,是羰基化合物(还原糖类)和氨基化合物(氨基酸和蛋白质)间的反应,经过复杂的历程最终生成棕色甚至是黑色的大分子物质类如黑精或称拟黑素,所以又称羰氨反应。

只要温度不高,如做红烧肉,这种反应产生的褐色物质无毒,且香气扑鼻,色泽诱人,是红烧肉、红烧鱼等成为美食的大功臣[9][10]。

介绍一种用糖饴(焦糖)上色红烧肉做法。油中热后,加入白糖,小火加热,搅拌,糖融化微焦并冒小泡时,加入处理好的五花肉翻炒2分钟左右,加入黄酒和佐料,倒入砂锅,再加黄酒(量至将肉刚好浸泡),小火烧15分钟,加盐,再烧10~15分钟左右,糖饴(焦糖)红烧肉就做好了。

糖饴或焦糖的制作是一个更复杂的化学反应过程,主要涉及两类反应,一种是上述介绍的美拉德反应,另一类是糖加热的焦糖化反应,即在相当高的高温下(大约 200°C)使碳水化合物产生醛类,然后缩合成有色成份。糖饴上色红烧肉的第一步,即糖在植物油中高温加热融化的过程是糖焦化反应,加入肉和其他佐料开始烧红烧肉时主要发生的是美拉德反应,最后大火收汁时,焦化反应和美拉德反应同时发生。实际上,我们平时吃的酱油、醋、啤酒、可口可乐等佐料和饮料的颜色全靠焦糖着色。

美拉德反应是一种普遍的非酶褐变现象,已应用于食品香精生产应用之中,国内研究比较少,国外研究比较多。该技术在肉类香精及烟草香精中有非常好的应用,所形成的香精具天然肉类香精的逼真效

果, 具有调配技术无法比拟的作用。美拉德反应技术在香精领域中的应用打破了传统的香精调配和生产工艺的范畴, 是一种全新的香精香料生产应用技术, 尤其在调味品行业, 这种技术值得大力研究和推广。

4. 小结与展望

分子美食既是科学也是艺术, 它是由一批有追求、有好奇心, 有能力、有时间去做实验的厨师做出来的美食, 价格自然不菲。《食物与厨艺》的哈罗德·麦基(Harold Mc Gee), 把分子美食学称为“美味的科学”(Science of Deliciousness)。它是科学家创造的美食, 精密, 严谨, 需要专业知识做支撑。它又是一种艺术, 让食物变得不单单是食物, 更是视觉、味觉甚至触觉的全新感官刺激之源。正如艾维·蒂斯指出的那样: 分子美食学倡导的其实是: 从科学的角度探索烹饪的定义; 搜集并试验带有科学特征的信息; 从科学的角度探索烹饪中艺术的一面; 用科学的角度探索烹饪中社会化的一面[2]。

你或许觉得, 分子美食学是个新兴的概念, 可你一定早就吃过豆腐、棉花糖或者芝士。豆腐, 由豆浆加入凝固剂发生化学变化制成; 棉花糖, 将糖加热后经过离心力变化成丝, 发生物理变化制成。事实上, 早在公元前 1700 年, 中国已经开始用琼脂加工美食, 使它们的形态发生变化。如果窥探起食物背后的科学, 它们都可以被划分到广义分子料理的范畴。所以说, 这一概念的最大意义, 并非研制出多么高大上的美食, 而是帮助我们了解如何科学地制造并品尝美味。说到底, 分子美食是改进, 是创新, 更是理解。因为食物, 也应被虔诚以待。

分子美食需要想象, 同时需要实践; 需要遵循原理, 同时需要再创造; 追求营养的最大保留, 同时追求最完美的舌尖感受, 这就是分子美食学的意义所在[11]。

知名防化专家孙玉波博士建议, 今后希冀逐步建立分子美食要素体系: 技是分子美食之魂, 料是分子美食之基, 养是分子美食之本, 味是分子美食之道, 香是分子美食之气, 形是分子美食之态, 色是分子美食之肤, 声是分子美食之音, 温是分子美食之情, 洁是分子美食之要, 器是分子美食之衣。

这里借用孙博士的精彩之语来结束本文的叙述: “分子上的点, 受体上的位, 舌尖上的味, 视觉上的美, 心头上的念, 把美食推升到分子水平, 成为了一门学问。分子美食, 吃出健康, 吃出美丽, 吃出幸福。随着社会进步和科技发展, 分子美食学必将迎来新的春天。”

参考文献

- [1] 分子美食: 科学“味道”来袭[J]. 大视野, 2010(10): 46-49.
- [2] 李溪子. 吃货界的福音, 令人垂涎的分子料理[J]. 科学家, 2015(2): 78-80.
- [3] 郭红晓. 分子美食: 科学与厨艺的碰撞[J]. 知识就是力量, 2014(11): 12-15.
- [4] 阮光锋. 传统美食里的化学奥秘[J]. 知识就是力量, 2014(11): 16-19.
- [5] 宗华. 面包中的化学[J]. 云南教育(中学教师), 2010(Z2): 27-28.
- [6] 冯薇, 段绪果. 面包酵母研究进展[J]. 化工时刊, 2008, 22(7): 42-45.
- [7] 侯立顺. 厨房里的变色学问[J]. 科学大众: 中学生, 2013(3): 21-22.
- [8] 周桃英, 丁艳丽. 甜酒酿的制作[J]. 酿酒, 2007(6): 77-78.
- [9] Hongkuan. 分子美食学——如何做出美味的红烧肉? [J]. 现代青年(细节版), 2011(4): 76-77.
- [10] 蒋华良. 红烧肉中的著名化学反应——美拉德反应. 化学加的博客[EB/OL]. <http://blog.sina.com.cn/u/5359424343>, 2015-12-03.
- [11] 意林编辑部. 原来科学可以这么萌[M]. 新阅读书系丛书(新阅读时代). 武汉: 长江文艺出版社, 2016.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2574-4143，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：isl@hanspub.org