

水焯过程中Vc含量变化最佳曲线

黑龙江商学院 汪 荣 石长波 陶 波

内容提要

阐述水焯过程对烹饪原料的宏观作用,并以植物细胞结构为模型,从微观角度进一步分析了对细胞组成成份的影响。通过测定青椒在不同水焯时间下的Vc含量,引用最优化技术找出Vc含量的变化规律和最佳拟合曲线。

一、前 言

水焯是把烹饪原料放入热水中(通常93~96°C)进行短时间的热处理过程。水焯在食品工业上又称为“烫漂”或“杀青”,早在1780年就开始于英国,当时作为蔬菜干燥贮藏前的一道必需工序,也是罐头行业不可缺少的前处理过程。而烹饪行业的水焯则以迎合食用者对所制菜肴有良好的口感为目的,最佳的水焯时间大部分以原料的断生来判断,这与食品工业的:“烫漂”有所不同。随着原料性质和用途的不同,水焯的时间也有差异。对烹饪原料进行水焯处理,可以起到如下作用:

1. 杀死附着原料表面的部分微生物(水焯1分钟,每克原料表面的细菌总数从 10^6 减至 10^2 个)。

2. 排除细胞组织表面和内部的空气,减少氧化作用,使原料色泽更清晰,除去生味及其它异味。

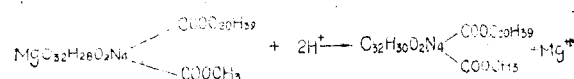
3. 使原料组织软化,易于食用,便于消化吸收,同时降低菜肴烹制时的加热时间。

4. 降低蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的含量。

此外,水焯还可破坏蔬菜中含有的多种酶类。如过氧化物酶、过氧化氢酶、多元酚氧化酶和抗坏血酸氧化酶等。这些酶的存在加快蔬菜

质量的劣变,过氧化物酶使过氧化物分解,分子状态的氧被游离出来,它有氧化其它物质的作用;过氧化氢酶有使过氧化氢分解为水和分子态氧的作用,与氧化过程具有密切的关系;多元酚氧化酶使儿茶酚(色原体的多元酚)氧化而产生黑素类色素;抗坏血酸氧化酶使抗坏血酸氧化成黄褐色的脱氢抗坏血酸。这些酶是生物催化剂,对高温敏感,通过水焯处理大部分受到破坏,从而减少营养物质的损失和色泽的劣变。

另一方面,水焯处理也带来一些不利的方面,如改变蔬菜的组织结构,使果胶纤维素组成的一些果胶化合物溶于水,使组织失去原有硬度,失去脆性;营养物质特别是水溶性维生素损失较多;使叶绿素转变成黄褐色的脱镁叶绿素,从而使蔬菜的绿色稍有改变。水焯还



导致某些香气成份的挥发。另外,由于热量都从原料外部向内部逐渐传递,因而原料受热不均,有时造成外部受热过度,内部不足的现象。因此,烹调技术人员必须根据不同原料的性质,严格掌握水焯时间。

二、水焯对植物细胞的影响

蔬菜组织的细胞是具有呼吸作用的活体,蔬菜的新鲜度和脆度主要取决于组织结构、细胞壁、化学组成以及细胞内部的成份。细胞内最基本的成份是果胶物质,水焯时由于加热破坏了细胞结构和呼吸作用,使细胞失去活性,

果胶物质发生转化,对细胞结构和生理特性引起是可逆的变化,图1表示水焯对典型的植物细胞的主要影响。

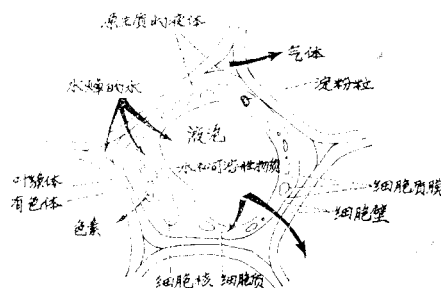


图 1

细胞质膜的破裂增加了其渗透性,水分子进入细胞内,排出细胞内和间隙中的气体及其它易挥发的物质;蛋白质发生不可逆的变性,可溶性营养物质(维生素、碳水化合物和矿物质)渗到细胞外的加热介质中;叶绿体和有色体在水焯过程中膨胀变形,胡萝卜素和叶绿素通过细胞膜向外扩散。K. Zkatsaboxakis (1984年)以豌豆为例研究发现,未经水焯的样品细胞壁上的条纹呈任意分布状,水焯后样品的条纹则呈辐射状;对蘑菇进行水焯实验,发现其细胞内淀粉粒凝缩,蛋白质失去变性,从而导致重量损失达28~30%,并失去正常的脆性。

三、用最优化技术寻找Vc含量变化最佳拟合曲线

为观察水焯对原料营养成份——维生素C的影响,我们把维生素C含量较高的青椒(柿子椒)用93~96°C的热水进行水焯处理,并测定不同时间下的维生素C含量。原料采用市售新鲜青椒,切成2厘米长的块状;维生素C的测定采用2,6-二氯酚法。结果发现,随着水焯时间的延长,维生素C的含量逐渐减少,结果如表1所示。

表1. 不同的水焯时间下青椒中Vc含量

水焯时间(s)	0	60	90	120	150	180	210
Vc含量(mg/100g)	56.0	52.5	49.7	47.1	45.4	43.9	42.7

为寻找其变化规律,我们用最优化技术对

数据进行分析,从而从理论上找出维生素C在水焯过程中的变化规律和其最佳拟合曲线。

设 y ——为青椒中维生素C随水焯时间变化的函数

a, b ——为 y 的待定系数

x ——水焯时间(秒)

则约束条件 $y = a \ln x + b$

目标函数

$$S = \sum_{i=1}^7 [y_i - y]^2 = \sum_{i=1}^7 [y_i - (a \ln x_i + b)]^2$$

$$= \min$$

利用最小二乘法得到方程:

$$\begin{cases} S'_a(a, b) = -2 \sum_{i=1}^7 [y_i - (a \ln x_i + b)] \ln x_i = 0 \\ S'_b(a, b) = -2 \sum_{i=1}^7 [y_i - (a \ln x_i + b)] = 0 \end{cases}$$

整理得:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^7 (\ln x_i)^2 + b \sum_{i=1}^7 \ln x_i = \sum_{i=1}^7 y_i \ln x_i \\ a \sum_{i=1}^7 \ln x_i + 7b = \sum_{i=1}^7 y_i \end{cases}$$

下面列表来计算系数 $\sum_{i=1}^7 (\ln x_i)^2$, $\sum_{i=1}^7 \ln x_i$,

$$\sum_{i=1}^7 y_i \text{ 和 } \sum_{i=1}^7 y_i \ln x_i$$

i	x_i	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	y_i	$y_i \ln x_i$
1	20	3.00	9.00	54.8	164.40
2	60	4.09	16.81	52.5	214.71
3	90	4.50	20.25	49.7	223.65
4	120	4.79	22.94	47.1	225.61
5	150	5.01	25.11	45.4	227.46
6	180	5.19	28.97	43.9	227.84
7	210	5.35	28.62	42.7	228.45
Σ		31.93	149.70	336.1	1512.12

注:表中 $x_i=20$ 时 $y_i=54.8$ 是按维生素C在水焯0~60秒内损失平均速率计算的

将表中系数代入前面方程中得:

$$\begin{cases} 149.70a + 31.93b = 1512.12 \\ 31.93a + 7b = 336.1 \end{cases}$$

解之得 $\begin{cases} a = -5.17 \\ b = 71.59 \end{cases}$

则 $y = -5.17x + 71.59$

理论上和实际上的维生素 C 含量比较如图 2 所示

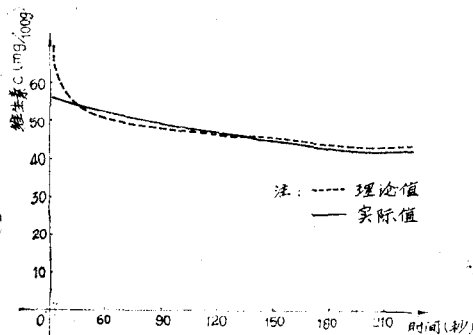


图 2

下面对最佳拟合曲线做显著性检验:

离差平方和:

$$l_{xx} = \sum (l_n x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum l_n x_i)^2$$

$$= 149.70 - \frac{1}{7} \times 31.93^2$$

$$= 4.05$$

$$l_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2$$

$$= (54.8^2 + 52.5^2 + 49.7^2 + 47.1^2 +$$

$$45.4^2 + 43.9^2 + 42.7^2) - \frac{1}{7} \times 336.1^2$$

$$= 121.85$$

离差乘积和:

$$l_{xy} = \sum (l_n x_i) y_i - \frac{1}{n} (\sum l_n x_i) (\sum y_i)$$

$$= 1512.12 - \frac{1}{7} \times 31.93 \times 336.1$$

$$= -20.98$$

用 F 检验法:

$$\begin{aligned} \text{相关系数 } r &= \frac{l_{xy}}{\sqrt{l_{xx}} \sqrt{l_{yy}}} \\ &= \frac{-20.98}{\sqrt{4.05} \times \sqrt{121.85}} \\ &= -0.944 \end{aligned}$$

$$F = (n-2) \frac{r^2}{1-r^2} = 5 \times \frac{(-0.944)^2}{1-(-0.944)^2}$$

$$= -40.93$$

$$\text{查表知: } F_{1-\alpha}(1, n-2) = F_{0.95}(1, 5) = 6.61$$

$$\text{因 } F = 40.93 > 6.61$$

故以水平 $\alpha = 0.05$ 拒绝 H_0 , 即认为最佳拟合曲线效果是显著的。

由此可见, 青椒在水焯(温度 $93 \sim 96^\circ\text{C}$) 过程中, 其维生素 C 的含量变化可认为服从对数规律, 按 $-5.17x + 71.59$ 规律变化, 其中 X 为水焯时间(秒), 且 $20 \leq X \leq 210$ 。

参 考 文 献

[1] Kjeld Porsdal Poulsen, Optimization of Vegetable Blanching, Food Technology, 40 (6), 1986.

[2] K. Z. Katsaboxalcis, The influence of the degree of blanching on the quality of frozen Vegetables, Thermal processing and quality of foods, 559-565, 1984.

[3] 岡村太成等, 冻结野菜(关于基础的研究, 冷冻, 54, 1979.

[4] 加藤舜郎, 冻结野菜(关于基础的研究, 冷冻, 55, 1980.

[5] K. Zkatsaboxakis and D. N. Papinicolaou, The Consequences of Varying degrees of blanching on the quality of frozen green beans, Thermal- Processing and quality of foods, 684-689, 1984.

[6] Richerd D. Kivg and Prapasri Pu Wastien, Effect of Blanching and Soaking, on Winged Beans, Journal of the science of food and agriculture, 35 (4), 441-445, 1984.

[7] 马逢时等, 应用概率统计, 1984.