

三、讨论

通过上面的价值工程活动,使巧克力糖的成本由11915元/吨降为9415元/吨,成本降低了20.98%,经济效益显著。

应用价值工程的目的是使产品的总成本降低。在工业生产中,降低产品成本的方法是多种多样的,价值工程之所以比其它方法的效果更好一些,关键在于它抓住了对产品进行功能分析这个极其重要的环节,总结出一套比较科学的思维方法和工作步骤,把各方面的知识

和技能,把集体的智慧和力量都调动起来,集思广益,群策群力,达到实现产品的基本功能和降低产品成本的根本目的。

参考文献

(1)现代化管理方法应知应会培训教材,广西企业管理协会,1987年10月。

(2)现代化管理方法应知应会问答,广西企业管理协会,1986年12月。

(3)食品工业企业管理,郑州轻工业学院,1985年3月。

(4)食品工艺学,天津轻工业学院、无锡轻工业学院,1983年3月。

酱油比重与固形物之间经验公式的推导

福建省福安酱鲞厂 刘培芝

酱油的固形物是指酱油失水后,剩下的氨基酸、可溶性蛋白质、糖份、有机酸、色素和氯化物等物质的总和。其测定方法有烘干法,折光仪法和查表法三种,部颁标准规定采用烘干法。这些方法各有其优缺点,但总的来说,较为繁琐、耗时。如烘干法需耗时四个半小时以上。我们设想能否根据比重与固形物之间的相关关系推出一个经验公式,这样只要测得酱油的比重,即可知道总固形物的含量。

众所周知,酱油的比重越大,说明其中固形物的含量越高,但它们之间是否符合线性回归关系呢?为此,笔者等对100多个酱油样品进行了分析检验,并用回归分析法研究了酱油的比重与固形物之间的相关关系,说明它们之间确实存在着线性回归关系,且满足经验公式 $Y=6.778+1.1372X(X\leq 20^{\circ}\text{Bé})$ 和 $Y=-5.787+1.8032X(X>20^{\circ}\text{Bé})$ 。下面就研究方法及结果概述如下:

一、样本分析

1. 分析方法

(1)、比重:将样品置于200毫升干燥的量筒中,将洗净擦干的波美比重计缓慢放入量筒中,待其静止后,再轻轻按下少许,待其上

升,静止后,从水平位置观察与液体弯月面下缘最低点相切处的刻度,即为比重,同时测定样品的温度以进行补正。补正表见表1。

表1 波美度数补正表

温度(°C)	补正值	温度(°C)	补正值	温度(°C)	补正值	温度(°C)	补正值
30	+0.57	23	+0.15	16	-0.20	9	-0.51
29	+0.51	22	+0.10	15	-0.25	8	-0.55
28	+0.45	21	+0.05	14	-0.30	7	-0.59
27	+0.39	20	0	13	-0.35	6	-0.63
26	+0.33	19	-0.05	12	-0.39	5	-0.67
25	+0.27	18	-0.10	11	-0.43	4	-0.71
24	+0.21	17	-0.15	10	-0.47	3	-0.75

(2)固形物:将称量瓶洗净后,放入98~100°C的干燥箱内烘干2小时后,放入干燥器中,冷却、称重,再烘半小时,冷却、称重,直至恒重。记下空称量瓶重量,放入干燥器的备用。吸取10%酱油样品稀释液5毫升,放入已恒重的空称量瓶中,再将称量瓶放入98~100°C干燥箱内,4小时取出,放入干燥器内,冷却、称重。再烘半小时,冷却、称重。两次称重相差不超过0.001克,即为恒重。

同一样品做两个平行试验,其误差应不超过±0.50%。

计算:

$$\text{固形物(g/ml)} = \frac{(A-B) \times 100}{5 \times \frac{10}{100}}$$

A——恒重后的样品和称量瓶的重量(g)；

B——恒重后的空称量瓶的重量(g)。

2. 分析结果

我们对部颁三个等级的酱油样品 101 种进行了分析，结果见下表 2 所示。同时将分析结果绘成比重——固形物对应点分布图（见图 1）。

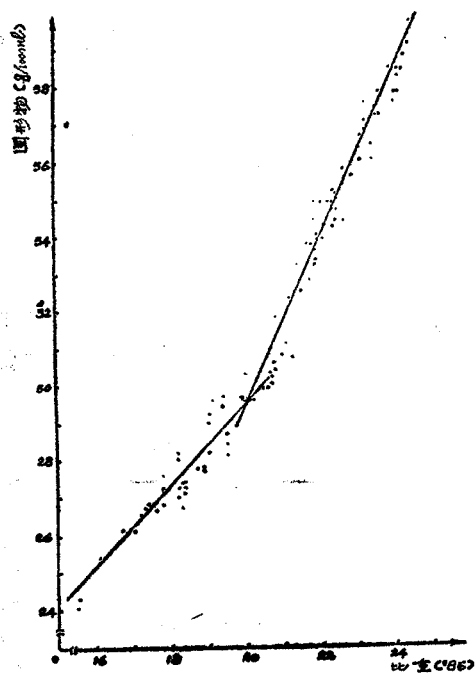


图 1 酱油中比重与固形物对应点分布图

表 2 实测酱油中比重与固形物对应关系表

编号	比重 (X)	固形物 (Y)	编号	比重 (X)	固形物 (Y)
1	15.5	24.04	13	17.8	27.60
2	15.6	24.30	14	18.0	27.60
3	16.1	25.44	15	18.2	28.20
4	16.7	26.14	16	18.3	27.35
5	17.0	26.10	17	18.3	26.71
6	17.2	26.45	18	18.3	26.74
7	17.3	26.83	19	18.4	27.12
8	17.4	26.83	20	18.4	27.33
9	17.6	26.60	21	18.4	27.40
10	17.7	27.82	22	18.7	27.75
11	17.8	27.12	23	18.9	27.68
12	17.8	27.16	24	18.9	27.75

编号	比重 (X)	固形物 (Y)	编号	比重 (X)	固形物 (Y)
25	19.0	28.16	64	22.4	34.22
26	19.0	29.26	65	22.4	35.20
27	19.1	29.64	66	22.4	34.79
28	19.4	29.40	67	22.5	34.67
29	19.4	28.36	68	22.5	35.11
30	19.5	28.68	69	22.5	35.00
31	19.5	29.40	70	22.5	34.43
32	20.0	29.60	71	22.5	34.66
33	20.1	29.58	72	22.7	35.80
34	20.5	29.89	73	22.7	34.35
35	20.6	29.89	74	22.7	36.60
36	20.6	29.93	75	22.7	34.36
37	20.7	30.01	76	22.9	35.60
38	20.7	30.19	77	22.9	35.60
39	20.7	30.29	78	23.2	35.99
40	20.8	30.66	79	23.2	36.65
41	20.8	31.82	80	23.3	36.80
42	20.8	30.38	81	23.3	37.55
43	21.0	30.76	82	23.3	36.99
44	21.1	31.09	83	23.5	35.96
45	21.2	32.32	84	23.5	36.42
46	21.3	30.67	85	23.6	37.20
47	21.4	33.20	86	23.6	37.40
48	21.5	32.51	87	23.6	37.40
49	21.6	34.39	88	23.6	37.44
50	21.6	34.40	89	23.7	37.20
51	21.7	33.83	90	23.7	37.80
52	21.8	33.73	91	24.0	38.45
53	21.9	34.86	92	24.1	37.80
54	21.9	33.61	93	24.1	37.53
55	21.9	34.39	94	24.2	39.66
56	21.9	33.20	95	24.2	38.20
57	21.9	33.23	96	24.2	38.40
58	21.9	33.30	97	24.2	37.14
59	22.0	33.91	98	24.2	37.80
60	22.1	33.90	99	24.3	38.40
61	22.1	34.91	100	24.4	38.80
62	22.2	34.34	101	24.5	39.10
63	22.3	34.86			

二、回归分析处理

从图 1 可以看出，酱油中的比重与固形物之间的关系并不是呈简单的线性关系的，即不能用一条线性回归方程表示，否则计算结果误差较大。但若根据比重与固形物的变化趋势用两条直线表示，则其分布点均在对应直线附近变化，说明可用两条回归直线方程表示比重与

固形物之间的相关关系。

下面根据实测的酱油中比重与固形物之间的对应数据建立起比重与固形物间的回归线性方程，并对回归关系进行检验。

1. 回归分析原理

自变量取确定值时，因变量值为不确定的，但两者之间有一定的联系，这种变量间的非确定关系称之为相关关系。从表2可以看出，当酱油中的比重为一特定值（称为可控变量）时，测得的固形物值都是随机的，本身的价值也有一定的概率分布（称为不可控变量）。这种自变量为可控变量时，变量间关系的分析称之为回归分析。如自变量和固变量都是一个的，则称之为二元线性回归。

一元线性回归的模型是 $y = a + bx + \varepsilon$ ， ε 服从正态分布，上式两边取数学期望数则可改写为 $y = a + bx$ ，又称为 y 对 x 的回归直线方程，其中 a 是回归常数， b 是回归系数。它们可从已知变量 x ， y 的 n 对试验值 (x_i, y_i) ， $n=1, 2, \dots, n$ ，用最小二乘法求出。

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

得到 $\hat{y} = a + \hat{b}x$ ，称为 y 对 x 的经验回归直线方程，其中 \hat{b} 称为经验回归系数，是 b 的估计值， \hat{a} 为 a 的估计值， \hat{y} 为 y 的估计值。

最后检验得到的一元线性回归方程是否成立，回归关系是否显著。

$$\text{根据 } r = \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n y}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n y^2 - (\sum_{i=1}^n y)^2}}$$

求出相关系数 r ；然后作统计假设检验

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

求出 t 的数值。选择显著性水平，查 t 分布表，得到确定水平下的 t_{α} 值，比较 t 与 t_{α} 值。若 $t \leq t_{\alpha}$ ，则表示 x 与 y 的相关程度不显著；否则 $t > t_{\alpha}$ ，则表示 x 与 y 的相关程度显著。

2. 建立回归直线方程

从酱油中比重与固形物对应点分布图中可以看出，酱油的比重在 20°Bé 时，对应固形物的分布点似乎有一个“拐点”。故此，在比重 20°Bé 处分别建立回归直线方程。其有关计算数据见表3所示。

表3 回归系数有关数据计算表

项 目 \ 范 围	比 重 $X \leq 20^\circ\text{Bé}$	比 重 $X > 20^\circ\text{Bé}$
n	32	69
$\sum X$	579.2	1550.4
$\sum Y$	875.56	2396.48
$\sum X^2$	10521.9	34955.08
$\sum Y^2$	24013.5472	83732.2488
$\sum XY$	15891.281	54060.365
\bar{X}	18.1	22.47
\bar{Y}	27.361	34.732

将表3中的有关数据代入回归系数和回归常数方程求得。

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2} = 1.1372$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}_1 \bar{x} = 6.778$$

同理，可求得：

$$\hat{a}_2 = 1.8032, \quad \hat{b}_2 = -5.787$$

这样，可分别建立起回归直线方程(1)，(2)：方程(1)： $\hat{y} = \hat{a}_1 + \hat{b}_1 x = 6.778 + 1.1372x$ ($x \leq 20^\circ\text{Bé}$) 方程(2)： $\hat{y} = \hat{a}_2 + \hat{b}_2 x = -5.787 + 1.8032x$ ($x > 20^\circ\text{Bé}$)

3. 进行线性回归显著性检验

先对方程(1)进行回归显著性检验：

根据公式

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n y}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n y^2 - (\sum_{i=1}^n y)^2}}$$

求得相关系数 $r = 0.9321$ ；代入

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

得到 $t = 14.095$ 。

取显著性水平 $\alpha = 1\%$ ，查 t 分布表，得到 $t_{0.01} = 2.457$ 。

因为 $t > t_{0.01}$ ，说明 x_1 与 y_1 之间的线性回

归关系显著, 所得到的线性回归方程 $\hat{y} = 6.778 + 1.137x$ 成立。

同理, 对线性回归方程(2)进行显著性检验, 求得:

$$r = 0.8750, t = 14.795$$

取显著性水平 $\alpha = 1\%$, 查表得 $t_{0.01} = 2.326$ 。因为 $t > t_{0.01}$, 所以线性回归显著, 说明得到的线性回归方程 $\hat{y}_2 = -5.787 + 1.8032x$ 成立。

三、与其他检验方法的比较

从上述两个线性回归方程的显著性检验可以看出, 酱油中比重与固形物之间确实存在着显著的线性回归关系。因此, 测定酱油中的比重就可通过经验公式计算得知其中固形物含量的总体平均数。但是这个总体平均数能否真正代替酱油中固形物的含量, 与其他检验方法测定结果相比如何? 为此, 我们将这种公式计算结果与烘干法, 折光仪法和查表法进行了比较。受检测手段的限制, 无法用折光仪法进行测定, 因此参照有关文献的测定结果进行比较。

1. 公式法与烘干法和查表法的比较:

我们对不同浓度和食盐、无盐固形物含量的酱油进行了检测, 结果见下表4。

表4 公式法与烘干法及查表法测定结果的比较

表4 公式法与烘干法及查表法测定结果的比较

单位: g/100ml

样品	浓度 (°Bé)	盐份	无盐固形物			盐份 无盐固形物
			烘干法	查表法	公式法	
1	17.8	16.50	10.66	8.63	10.52	1.670
2	19.9	17.43	11.92	11.96	11.98	1.670
3	21.5	17.90	14.61	14.93	15.08	1.472
4	22.5	19.66	15.34	14.08	15.12	1.467
5	23.3	18.95	17.85	17.34	17.28	1.305
6	24.2	20.04	18.16	17.50	17.81	1.333

注: ① 样品1, 2由公式(1)计算求得, 其余为公式(2)计算得到。

② 查表法见《食品与发酵工业》1979年第一期, P46。

从表4公式法与烘干法及查表法的比较可以看出, 应用公式法计算酱油中无盐固形物的含量与部颁烘干法测定的结果较为接近, 误差在0.5~0.6%以内(相对误差3%), 比查表法测得的结果来得准确。

2. 公式法与烘干法和折光仪法的比较:

根据上海市酿造科学研究所茅端良工程师试验测定, 并经有关公式计算得到的结果见表5所示。

从表5可以看出, 公式法测得的无盐固形物含量与折光仪法测定结果接近, 与烘干法测得的结果也较接近, 最大处误差为1%左右。

但当被测酱油的浓度较大, 超过取值上限25.0°Bé时, 计算结果误差较大, 如当酱油浓度达到26.4°Bé时, 计算误差达2.00%。

四、讨论:

1. 线性回归方程的显著性

检验说明了酱油中比重与固形物之间存在着显著的一元回归关系, 即当酱油的比重为某一数值时, 就有一符合概率分布的固形物数值与其对应。它们之间的关系可由经验公式 $\hat{y}_1 = 6.778 + 1.1372x$ ($x \leq 20^\circ\text{Bé}$) 和 $\hat{y}_2 = -5.787 + 1.8032x$ ($x >$

注: ① 样品1, 2的原料配比为豆粕60, 麸皮40; 样品3为豆粕100, 麸皮20, 大米30; 样品4由样品3稀释1倍得到。

② 表中的食盐折光率(盐折N)和主成分折光率(主折E)由测定的酱油折光率S和比重D分别按

$$N = \frac{(D - 1.0000) - 2.221(S - 1.3330)}{4.094 - 2.221} \text{ 和}$$

$$E = \frac{4.094(S - 1.3330) - (D - 1.0000)}{4.094 - 2.221} \text{ 计算得到。}$$

③ 表中折光仪法测得的结果由无盐固形物 = $562.08E$ 计算得到。

④ 无盐固形物指由测得的固形物含量减去食盐含量。

20°Be)来表示。

2. 应用回归分析法得到的酱油中比重与固形物之间的经验公式可直接应用于计算酱油的固形物。采用此公式计算的结果与烘干法及折光仪法测得的结果均较接近, 相对误差为3%左右。较查表法准确。

3. 由于各种物质浓度相同时, 其比重不一样, 且有的差值较大。如食盐浓度为10g/100ml时, 比重为9.0°Be; 而浓度相同的酱油主成分(无盐固形物), 其比重仅5.7°Be(见表6)。因此采用公式法计算酱油无盐固形物含量时, 被测样品的盐份和无盐固形物比要在适当的范围内。否则太大, 计算结果偏高, 如表5样品4; 太小, 则计算结果偏低, 如表5样品3。一般认为采用公式(2)计算时, 样品的盐份与无盐固形物之比在1.0~1.5是合适的。

表6 各种相同浓度成份的比重比较表

成 分	浓度(g/100ml)	度数(°Be)	比 重
食 盐	10	9.0	1.0662
酱油主成分	10	5.7	1.0421
糖	10	5.6	1.0402

4. 由于试验样品是采用豆饼70, 麸皮30,

固态发酵法生产的, 因此, 推导的经验公式较适于原料配比为豆饼60~80, 麸皮20~40, 固态发酵法生产的酱油。

5. 采用这种公式法计算, 只要测定酱油的比重即可, 因此具有速度快, 不用药品, 简便易行等优点。

6. 本文仅给出推导酱油中比重与固形物之间经验关系式的方法, 各生产单位可根据自己的实际情况进行推导。

参 考 文 献

- (1)茅端良: 关于使用折光仪法快速测定酱油成份的商榷。调味品科技, 1979年第三期, P57~62
- (2)蔡锡照: 酱油中无盐固形物问题的讨论, 上海调味品, 1982年第一期, P14~21
- (3)鞠成本: 关于用硝酸银和查表计算测定酱油成分的补充说明, 食品与发酵工业, 1979年第一期, P46~50
- (4)中华人民共和国商业部等: 酱油、食醋、酱类质量标准 and 检查方法, SB70~74-78, 1978年
- (5)张与休等: 调味品食品工业分析, 《调味品食品科技》编辑部, 1983年, P57~79
- (6)张尧庭: 概率统计, 中央广播电视大学出版社, 1985年4月, P112~128
- (7)李茂年等: 数理统计学, 天津人民出版社, 1983年6月, P373~404

脱 氧 剂 在 食 品 中 的 应 用

北京师范大学化学系

王 瑾 华

一、概况

脱氧剂(Free-Oxygen Absorber(FOA), Free-Oxygen Reraover(FOR)或Free-Oxygen Sequestrant(FOS), 也称为游离氧吸收剂, 游离氧去除剂, 游离氧清除剂或去氧剂等。它是一种取氧物质, 是指食品在密封包装时, 同时封入包装内能够除去氧气的物质, 即除去包装容器内的游离氧和溶存氧, 防止食品由于氧化而变质, 霉变等。

脱氧剂应用于食品工业, 不仅能有效地抑制内容物的劣变, 而且能保持食品原有的色、

香、味, 它能阻止食品氧化分解, 能防虫害、防细菌, 且能维持食品的营养成份, 延长保藏期限。因此, 使用脱氧剂是一种质量优、效果佳、使用方便安全的保存食品的方法。

脱氧剂的研究和应用时间较早, 自1925年以来, 各国都研制了各种脱氧剂, 以铁粉组成的; 铜粉和氯化铵组成的; 活性炭和锌、铝、铁组成的; 葡萄糖和葡萄糖氧化酶组成的; 以连二亚硫酸盐为基础的各种脱氧剂。如1943年英国低温研究所(Ishel Wood)研究了干燥食品用铁系化合物脱氧剂保存技术; 1953年西德Brinkmann研究成以锌、铝、铁等金属和活