

模糊数学评价法在洋葱果脯研制中的应用

花旭斌 (西昌学院食品科学系, 四川西昌 615013)

摘要 以洋葱为原料, 经过切片、硬化、糖煮、糖渍、干燥等工艺过程, 研究氯化钙浓度、柠檬酸浓度、蔗糖浓度、硬化时间、煮制时间、糖渍时间等因素对洋葱果脯品质的影响, 采用模糊数学感官质量评价方法筛选出最优的产品配方及生产工艺为: 0.3% 的氯化钙硬化 2 h, 60% 的蔗糖和 0.4% 的柠檬酸混合糖液糖煮 1.5 h, 糖渍时间为 10 h。

关键词 洋葱; 果脯; 感官评价; 模糊数学评价

中图分类号 TS255.41 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)23-11170-02

Application of the Method of Fuzzy Math Evaluation in the Manufacture of Onion Preserved Fruit

HUA Xu-bin (Department of Food Science, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract Taking onion as materials, the effects of factors such as the concentration of calcium chloride, citric acid and sucrose, hardening time, boiling time, sugaring time on the quality of onion preserved fruit were investigated after slicing, hardening, boiled with sugar, sugaring, drying, etc. The best production prescription and processing were selected by the method of fuzzy math evaluation and sense evaluation. The results indicated the best production conditions were as follows: soaking for 2 h with 0.3% calcium chloride, boiling for 1.5 h in solution of 60% sucrose and 0.4% citric acid, and then sugaring 10 h.

Key words Onion; Preserved fruit; Sensory evaluation; Fuzzy math evaluation

洋葱 (*Allium cepa* L.) 为百合科 (Liliaceae) 葱属 (*Allium*) 植物, 含有矿物质、维生素和人体必需的氨基酸, 具有丰富的营养价值和很高的医疗价值。现代医学研究证实洋葱中的含硫化合物有降血糖、降血脂、抑制血小板凝集、治疗动脉硬化功效, 有抑菌、抗病毒、抗肿瘤、抗癌、治疗哮喘等作用^[1-2]。因此, 笔者以鲜洋葱为原料, 通过正交试验和模糊数学感官质量评价方法研制果脯^[3-8], 以期对洋葱的开发研制提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原辅料。新鲜洋葱, 四川西昌市售, 新鲜无腐烂; 蔗糖、柠檬酸、氯化钙, 均为食用级, 市售。

1.1.2 试验设备。DB-212SC 电热鼓风恒温干燥箱、HH-S 恒温水浴锅、BL-200 电子天平、WYT 型手持测糖仪、美的电磁炉、不锈钢锅。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程。工艺流程为: 原料分选→洗涤、除去外皮→切片→硬化→糖煮→糖渍→干燥→成品。

(1) 硬化。选用成熟、新鲜、无腐烂的洋葱, 纵向切分成宽 1 cm 洋葱片, 按料液比为 1:1 加入氯化钙溶液在 25 °C 条件硬化处理 2 h 左右。

(2) 糖煮。按料液比为 1:1 将洋葱片加入至配制好的沸腾糖柠檬酸混合溶液, 糖煮 1 h 左右。

(3) 糖渍。糖煮后, 于 25 °C 条件静置, 糖渍 8 h 左右。糖渍后, 捞出沥干在 60~75 °C 条件下进行热风干燥。

1.2.2 洋葱果脯配方研究。确定硬化时间 3 h、糖煮时间 1 h、糖渍时间 6 h, 选择氯化钙浓度、柠檬酸浓度、蔗糖浓度三因素进行正交试验, 筛选出最优配方, 见表 1。

1.2.3 洋葱果脯工艺条件研究。在“1.2.2”所得的最优配方条件下, 再对硬化时间、糖煮时间、糖渍时间 3 个因素进行

正交试验, 筛选最优的生产工艺条件, 见表 2。

表 1 $L_9(3^4)$ 洋葱果脯配方试验因素及水平

Table 1 The factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal test for the prescription of onion preserved fruit %

水平 Level	影响因素 Influencing factor		
	氯化钙浓度 Calcium chloride concentration	蔗糖浓度 Sucrose concentration	柠檬酸浓度 Citric acid concentration
1	0.1	60	0.2
2	0.2	65	0.3
3	0.3	70	0.4

表 2 $L_9(3^4)$ 洋葱果脯工艺条件试验因素及水平

Table 2 The factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal test for processing conditions of onion preserved fruit h

水平 Level	影响因素 Influencing factor		
	硬化时间 Hardening time	糖煮时间 Candy time	糖渍时间 Sugaring time
1	2.0	0.5	6.0
2	3.0	1.0	8.0
3	4.0	1.5	10.0

1.2.4 食品感官质量评价方法。采用模糊综合评价方法。确定评定域由滋味、洋葱风味、色泽、质感、异味 5 个因素构成, 即 $X = (\text{色泽、外形、异味、口感、风味})$ 。强制决定法确定洋葱果脯各因素的权重分别为色泽 (0.15)、外观形态 (0.15)、异杂味 (0.10)、口感 (0.35)、风味 (0.25), 即 $A = (0.15, 0.15, 0.10, 0.35, 0.25)$ 。组成 20 人评议组, 对每种试制产品进行感官质量单因素评价, 各因素的评价确定 3 个等级, 即评语域 $Y = (\text{差、中等、好})$ 。评定标准见表 3。评语域的赞成比率 = 得票数/20。

2 结果与分析

2.1 配方筛选结果 对配方试验产品进行感官评价, 统计结果见表 4。将表 4 中各样品的质量因素各等级所得票数折算成赞成比率, 得到如 R_j 的模糊矩阵:

基金项目 四川省教育厅科研项目 (2004A042)。

作者简介 花旭斌 (1974-), 男, 四川西昌人, 硕士, 讲师, 从事食品加工与开发研究。

收稿日期 2009-05-22

$$R_j = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & r_{i3} \end{pmatrix}$$

其中 $j = 1, 2, 3, \dots, 9$ 为样品编号, $i = 1, 2, 3, 4, 5$ 为质量评价因素, r_{i1}, r_{i2}, r_{i3} 分别为第 i 个评价因素各评价等级所得票数折算成的赞成比率。以 1 号样品为例:

表 3 洋葱果脯感官品评标准

Table 3 Sensory evaluation standards of onion preserved fruit

项目 Item	感官标准 Sensory standards	评语域 Domain of remark		
		差 Bad	中等 Medium	好 Good
色泽 Color (15 分)	宝石红色、半透明	13 ~ 15	10 ~ 12	< 10
外观形态 Shape (15 分)	外形饱满、不软烂瘫塌	13 ~ 15	10 ~ 12	< 10
异杂味 Peculiar smell (10 分)	口味纯正、无不良味	9 ~ 10	7 ~ 8	< 7
口感 Taste (35 分)	甜酸、软硬适度、不粘	29 ~ 35	22 ~ 28	< 22
风味 Flavor (25 分)	具有洋葱的特殊风味	21 ~ 25	16 ~ 20	< 16

表 4 洋葱果脯配方试验感官评价结果

Table 4 The sensory evaluation results of the prescription test of onion preserved fruit

样品编号 No. of samples	色泽 Color			外观形态 Shape			异杂味 Peculiar smell			口感 Taste			风味 Flavor		
	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good
1	7	9	4	4	8	8	6	6	8	3	7	10	2	7	11
2	7	10	3	3	9	8	9	7	4	4	7	9	2	8	10
3	13	7	0	5	7	8	8	8	4	9	6	5	10	7	3
4	9	7	4	5	9	6	9	8	3	5	6	9	5	7	8
5	8	7	5	4	10	6	8	7	5	4	7	9	6	6	8
6	10	8	2	5	8	7	8	7	5	8	5	7	9	6	5
7	3	7	10	2	6	12	4	8	8	2	4	14	0	5	15
8	5	6	9	2	8	10	5	7	8	2	6	12	2	6	12
9	5	6	9	3	8	9	6	6	8	2	7	11	3	6	11
权重 Weight	0.15			0.15			0.10			0.35			0.25		

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.35 & 0.45 & 0.20 \\ 0.20 & 0.40 & 0.40 \\ 0.30 & 0.30 & 0.40 \\ 0.15 & 0.35 & 0.50 \\ 0.10 & 0.35 & 0.55 \end{pmatrix}$$

依据模糊变换原理: $B = A * R$, 则对第 j 号样品的综合评价结果 $B_j = A * R_j$ 。以 1 号样品为例:

$$B_1 = A * R_1$$

$$= (0.15, 0.15, 0.10, 0.35, 0.25) \begin{pmatrix} 0.35 & 0.45 & 0.20 \\ 0.20 & 0.40 & 0.40 \\ 0.30 & 0.30 & 0.40 \\ 0.15 & 0.35 & 0.50 \\ 0.10 & 0.35 & 0.55 \end{pmatrix}$$

$$= (0.190 \ 0, 0.367 \ 5, 0.442 \ 5)$$

按上法对所有样品的进行综合评价, 结果 B_j 为: $B_1 =$

$(0.190 \ 0, 0.367 \ 5, 0.442 \ 5); B_2 = (0.215 \ 0, 0.400 \ 0, 0.385 \ 0); B_3 = (0.457 \ 5, 0.337 \ 5, 0.205 \ 0); B_4 = (0.300 \ 0, 0.352 \ 5, 0.347 \ 5); B_5 = (0.275 \ 0, 0.360 \ 0, 0.365 \ 0); B_6 = (0.405 \ 0, 0.317 \ 5, 0.277 \ 5); B_7 = (0.092 \ 5, 0.270 \ 0, 0.637 \ 5); B_8 = (0.137 \ 5, 0.320 \ 0, 0.542 \ 5); B_9 = (0.162 \ 5, 0.332 \ 5, 0.505 \ 0)。$

将评判结果归一化后综合排序, 可得样品 7 号配方是洋葱果脯的最佳配方。

2.2 洋葱果脯工艺条件筛选结果 对工艺条件试验产品进行感官评价, 统计结果见表 5。按上法对所有样品进行综合评价, 结果 B_j 为: $B_1 = (0.417 \ 5, 0.330 \ 0, 0.252 \ 5); B_2 = (0.382 \ 5, 0.302 \ 5, 0.315 \ 0); B_3 = (0.067 \ 5, 0.287 \ 5, 0.645 \ 0); B_4 = (0.300 \ 0, 0.332 \ 5, 0.367 \ 5); B_5 = (0.137 \ 5, 0.287 \ 5, 0.575 \ 0); B_6 = (0.170 \ 0, 0.285 \ 0, 0.545 \ 0); B_7 = (0.220 \ 0, 0.317 \ 5, 0.462 \ 5); B_8 = (0.270 \ 0, 0.342 \ 5, 0.387 \ 5); B_9 = (0.185 \ 0, 0.287 \ 5, 0.527 \ 5)。$

表 5 $L_9(3^4)$ 洋葱果脯工艺条件试验感官评价结果

Table 5 The sensory evaluation results of the processing conditions test of onion preserved fruit

样品编号 No. of samples	色泽 Color			外观形态 Shape			异杂味 Peculiar smell			口感 Taste			风味 Flavor		
	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good	差 Bad	中等 Medium	好 Good
1	8	6	6	6	7	7	6	8	6	9	6	5	10	7	3
2	5	7	8	7	7	6	8	7	5	8	5	7	9	6	5
3	2	5	13	2	8	10	4	8	8	1	5	14	0	5	15
4	6	7	7	7	7	6	8	7	5	5	6	9	6	7	7
5	5	5	10	2	7	11	5	7	8	2	5	13	2	6	12
6	4	4	12	5	6	9	6	6	8	2	6	12	3	6	11
7	5	6	9	5	7	8	6	7	7	3	7	10	5	5	10
8	7	7	6	5	7	8	7	8	5	4	7	9	6	6	8
9	3	5	12	4	7	9	6	6	8	3	6	11	4	5	11
权重 Weight	0.15			0.15			0.10			0.35			0.25		

表 1 不同香蕉品种在浸药预处理和冷冻预处理下的真空干制品质

Table 1 The vacuum-drying quality of different banana cultivars under the pretreatments of leaching drug and freezing

品种 Cultivars	浸药预处理 Pretreatment of leaching drug			冷冻预处理 Pretreatment of freezing		
	得率//%	复水比	感官品质	得率//%	复水比	感官品质
	Yield	Rehydration ratio	Sensory quality	Yield	Rehydration ratio	Sensory quality
香牙蕉	24.25	1.83	松脆、可口,金黄色,外形规整美观	24.39	2.52	膨松、酥脆,淡黄色,但外形不规整、片中间凹陷、欠美观
粉蕉	33.50	1.70	脆、略硬,淡黄色,外形平整	33.04	2.42	膨松、酥脆,淡黄色,外形较规整美观
大蕉	31.00	1.67	脆、略硬,淡黄色,外形平整	26.14	2.13	松脆,淡黄色,酸味稍重,外观尚可
鸡蕉	31.80	1.68	脆、略硬,淡黄色,外形平整	29.18	2.23	松脆,黄白色,外形偏小

粉蕉进行冷冻预处理后,分别在 65 °C、-0.1 MPa 条件下真空干燥 12 h,以探讨不同成熟度的原料对香蕉片干制效果的影响。试验结果表明(表 2),香牙蕉和粉蕉原料成熟度越高,其干制品的感观品质和理化品质越好,但得率随着成熟

度的升高而略有降低。因此,生产上宜选择成熟度较高的香牙蕉和粉蕉作为干制原料。对于香牙蕉,宜选择果蒂与果皮均呈黄色、果皮略带芝麻点的成熟度;对于粉蕉,宜选择果蒂与果皮均呈灰黄色、果肉略软化的成熟度。

表 2 不同成熟度香牙蕉、粉蕉原料的真空干制品质

Table 2 The vacuum-drying quality of Xiangyajiao and Fenjiao with different maturity

成熟度 Maturity	香牙蕉 Xiangyajiao				粉蕉 Fenjiao			
	得率//%	复水比	总糖含量//%	口感	得率//%	复水比	总糖含量//%	口感
	Yield	Rehydration ratio	Total sugar content	Taste	Yield	Rehydration ratio	Total sugar content	Taste
1	25.60	1.69	58.50	稍硬、欠甜味	34.70	2.08	58.30	有涩味
2	24.52	1.76	61.86	甜味尚可	33.32	2.15	61.21	略有涩味
3	24.13	1.98	65.31	较爽口、无涩味	33.09	2.24	64.53	较爽口、无涩味
4	23.90	2.08	68.95	甜味浓、爽口、无涩味	32.91	2.36	68.13	甜味浓、爽口、无涩味

注:成熟度 1. 果蒂绿色,果皮绿黄色;2. 果蒂绿黄色,果皮淡黄色;3. 果蒂与果皮均呈黄色;4. 果蒂与果皮均呈黄色,果皮略带芝麻点。

Note: Maturity 1, Green fruit pedicle and greenish yellow fruit pericarp; 2, Greenish yellow fruit pedicle and light yellow fruit pericarp; 3, Yellow fruit pedicle and pericarp; 4, Yellow fruit pedicle and fruit pericarp, with sesame points on fruit pericarp.

3 结论

(1) 香蕉品种不同,其干制品的感官品质、复水性与得率均有所不同。生产上宜选择香牙蕉和粉蕉作为香蕉干制的原料,且香牙蕉适于采用浸药预处理、粉蕉适于采用冷冻预处理方法。

(2) 在适宜的成熟度范围内,香牙蕉和粉蕉原料成熟度越高,其干制品的感观品质和理化品质越好。生产上宜选择

成熟度较高的香牙蕉和粉蕉作为干制原料。

参考文献

- [1] 柯佑鹏,过建春,方佳,等. 中国香蕉生产及贸易的发展趋势分析[J]. 中国热带农业,2008(1):14-16.
- [2] 滕建文,黄丽,夏宁,等. 香蕉品种对香蕉果酱加工质量的影响[J]. 食品与机械,2008,2(1):133-135.
- [3] 王喜萍. 食品分析[M]. 北京:中国农业出版社,2006.

(上接第 11171 页)

将评判结果归一化后综合排序,可见样品 3 号的生产工艺条件是洋葱果脯的最优条件。

3 结论与讨论

(1) 应用模糊数学评价食品感官质量的可行性和优越性,方便、快捷而且也较为准确,应用模糊数学评价食品感官质量能区分两种或多种食品感官质量间的差别,为了评价结果更准确避免双峰值的出现,在确定评语域时,可将档次进行细分。

(2) 氯化钙浓度影响洋葱的耐煮性,对制品的组织形态及软硬度的口感有很大的影响。蔗糖柠檬酸浓度比影响果脯的口感和色泽,适当提高蔗糖浓度、延长糖煮糖渍时间使制品能更有效地抑制微生物生长,提高制品的保藏性。

(3) 通过对 2 组样品的色泽、外观形态、异杂味、口感、风味进行综合的分析评价,通过采用模糊综合评价方法得出洋

葱果脯的最佳工艺条件是:0.3% 的氯化钙硬化 2 h,60% 的蔗糖和 4% 的柠檬酸混合糖液糖煮 1.5 h,糖渍时间为 10 h。

参考文献

- [1] 李丽梅,李景明,孙亚青,等. 不同因素对同时蒸馏-萃取法(SDE)提取洋葱精油的影响[J]. 食品科学,2006(2):212-215.
- [2] 王雪鹏,汤海青,管斌,等. 洋葱醋及洋葱醋饮料的加工工艺[J]. 食品工业科技,2002(12):93-94.
- [3] 姬良英. 感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J]. 食品科学,1991(3):9-10.
- [4] 吕忠俭,姜汝焘. 应用模糊数学评价食品的感官质量[J]. 食品科学,1986(3):1-5.
- [5] 周泽义,樊耀波,王敏健,等. 食品污染综合评价的模糊数学方法[J]. 环境科学,2000(3):22-26.
- [6] 邢丰峰,赵广英,邢兴明,等. 冬瓜果脯的生产工艺及其 HACCP 控制[J]. 食品工业科技,2005(11):136-137.
- [7] 高海生,梁建兰,朱凤妹,等. 低糖桃脯的生产工艺研究[J]. 食品科学,2005(7):278-280.
- [8] 肖春玲. 低糖钙果脯加工技术及参数的研究[J]. 食品科学,2005(8):213-214.