

混料实验和模糊评价结合优化 芝麻花生油茶配方

芦鑫¹, 孙强¹, 艾志录², 张丽霞¹, 宋国辉¹, 范国锋², 黄纪念^{1,*}

(1. 河南省农科院农副产品加工所, 河南郑州 450002;

2. 河南农业大学食品学院, 河南郑州 450002)

摘要:为优化芝麻花生油茶的食用品质, 采用模糊感官评价结合混料实验设计优化芝麻花生油茶的主料, 即面粉、大豆分离蛋白、花生和芝麻的添加量。结果表明: 油茶的主料和主料间的交互作用会显著影响油茶的感官品质。当面粉添加量为 70.39%, 大豆分离蛋白添加量为 19.07%, 花生添加量为 5.53%, 芝麻添加量为 5.00%, 油茶的感官品质最佳, 且感官评价值与模型预测值无显著性差异。

关键词:油茶, 混料实验, 模糊评价

Optimization of fuzzy evaluation and mixture design in the formula of You Cha made of sesame and peanut

LU Xin¹, SUN Qiang¹, AI Zhi-lu², ZHANG Li-xia¹, SONG Guo-hui¹, FAN Guo-feng², HUANG Ji-nian^{1,*}

(1. Institute of Agricultural Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Food Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To improve the edible quality of You Cha which made of sesame and peanut, fuzzy evaluation and mixture design were used to optimize main components of You Cha, such as wheat powder, soybean isolated protein, peanut and sesame. The results showed that effects of main components and interaction of main components on the edible quality of You Cha were significant. The predicted optimal values of wheat powder, soybean isolated protein, peanut and sesame were 70.39%, 19.07%, 5.53% and 5.00% respectively. And there was no significant difference between prediction value and sensory evaluation.

Key words: You Cha; mixture design; fuzzy evaluation

中图分类号: TS201.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2012)06-0258-05

油茶是我国北方历史悠久的风味小吃, 它名为茶, 实为粥。油茶品种繁多, 其中最为常见的是芝麻花生油茶, 它的主料由面粉、花生、芝麻等组成, 辅料有茴香、花椒、丁香等多种香料。因为芝麻花生油茶风味独特、营养丰富、食用方便, 所以深受我国居民的喜爱。但是目前芝麻花生油茶缺乏系统研究, 导致生产上依靠传统经验, 造成产品不能满足时代发展的需求。食品感官评价是一门用于制定、测量、分析和说明人类通过视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉而感知的感觉的学科^[1]。为了减少食品感官评价过程中主观性干扰和指标描述的模糊化, 建立在模糊数学基础上的模糊感官评价使感官评价更加科学和准确, 并且已经应用于食品领域^[2-4]。混料实验设计是研究多种成分产品的一种响应曲面实验类型, 能够

分析各组分间的交互影响, 已经广泛应用于产品的优化和开发中^[5-6]。将模糊评价的综合得分作为混料设计的响应指标, 可以更加客观准确地优化工艺条件, 确定最优工艺, 获得高品质的产品。因此本文采用模糊评价和混料实验相结合对芝麻花生油茶的主料配方进行优化, 以便为油茶的后续研究提供科学基础。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

白芝麻、芝麻香油 河南农科院; 大豆分离蛋白 郑州同创益生食品有限公司; 大豆色拉油 河南金日食用油有限公司; 面粉、花生、小茴香、花椒、八角、良姜 家乐福超市。

ACS 电子秤 广州广衡电子衡器有限公司; DGX-9243B-2 型电热恒温鼓风干燥箱 上海福玛实验设备有限公司; DF-101S 集热式磁力加热搅拌器 金坛市医疗仪器厂; 美的 SN216D 电磁炉 广东美的电器股份有限公司; 苏泊尔炒锅、蒸锅 金华苏

收稿日期: 2011-06-28 * 通讯联系人

作者简介: 芦鑫(1981-), 男, 博士, 研究方向: 植物蛋白加工。

基金项目: 河南省重大公益性科研招标项目(091100910200)。

表 2 芝麻花生油茶感官质量评定标准

Table 2 Sensory evaluation criteria of You Cha made of sesame and peanut

等级	风味(33.33%)	口感(37.78%)	冲调性(28.89%)
优	具有浓郁纯正的烘烤花生和芝麻香味,伴有令人愉悦的咸香味和香料味	入口细腻爽滑,不粘牙,轻微咀嚼后,即可吞咽	搅拌后,颗粒下降慢,颗粒水合快,不成团块,不粘附内壁
良	烘烤花生和芝麻香味较浓,无异味	入口较细腻爽滑,颗粒感不明显,不粘牙,稍事咀嚼即可吞咽	颗粒下降较慢,颗粒水合快,稍有小块,不粘附内壁
中	烘烤花生和芝麻香味一般,无异味	有明显颗粒感,稍有粘牙现象,吞咽前需要较长咀嚼	颗粒沉降较快,水合速度慢,有团块,粘附内壁
差	烘烤花生和芝麻香味稀薄,或其他异味	颗粒感强,粘牙,吞咽前需要咀嚼长时间	颗粒沉降速度快,水合速度慢,有明显的团块,粘附内壁严重

泊尔有限公司;标准筛 上虞市五四仪器筛具厂; DFX-1000 高速万能粉碎机 温岭市林大机械有限公司;XS205 电子天平 瑞士梅特勒公司;其他厨具等 家乐福超市购买。

1.2 芝麻花生油茶实验操作

1.2.1 工艺流程



1.2.2 操作要点

1.2.2.1 面粉处理 将面粉平摊于铺有双层纱布的蒸笼中,面层厚度小于 3cm,100℃ 蒸 40min。蒸后将块状物打碎,在 75℃ 下烘干 2h,随后粉碎过 80 目筛。

1.2.2.2 大豆分离蛋白处理 基本同面粉处理,蒸煮时,粉体厚度小于 1.5cm。

1.2.2.3 花生仁处理 筛选大粒饱满、新鲜、无霉变的花生仁。根据前期研究,油浴温度 140℃,大豆油炸 3min,花生香味浓郁且脆度好,用粉碎机粉碎后过 20 目筛。

1.2.2.4 芝麻处理 挑选籽粒饱满、无霉变的芝麻,浸泡 3h,过 20 目筛,去皮,75℃ 烘干 4h。油浴温度为 160℃,炒 15min,芝麻微黄且香气浓郁,粉碎过 40 目筛。

1.2.2.5 香料配方 由前期实验,按小茴香、花椒、八角、良姜的比例为 2:4:4:1,过 80 目筛。

1.2.2.6 食盐处理 将食盐粉碎过 80 目筛,备用。

1.2.2.7 混料 将面粉、大豆粉、花生粉、芝麻粉按比例混匀,取 200g 混合粉置于电磁炉文火档炒粉。根据前期研究,芝麻油添加量 12mL,分三次添加给油茶上色,随后将 8g 粉碎好的食盐和 2g 香料加入油茶中,炒拌 5min 后出锅,冷却,即成为可食用的油茶面。

1.3 实验方法

1.3.1 模糊评价

1.3.1.1 芝麻花生油茶评定论域 X 和评语论域 V 本次实验中,由于芝麻花生油茶炒制工艺条件相同,导致产品的外观色泽大体相当,所以模糊评价的重点是油茶的风味、口感、冲调性 3 个因素,即 $X = (\text{风味、口感、冲调性})$;对每个因素的评价按优、良、中、差 4 个等级评价, $V = \{\text{优}(V_1)、\text{良}(V_2)、\text{中}(V_3)、\text{差}(V_4)\}$,设 $V_1 = 100, V_2 = 80, V_3 = 60, V_4 = 40$,则 $V =$

(100,80,60,40)。

1.3.1.2 权重确定 采用强制确定法确定芝麻花生油茶的风味、口感、冲调性的权重,请 15 位评价员进行权重的确定。首先对参加评价的因素的重要程度作一对一比较,当一对一比较时,重要的得 1 分,次要的得 0 分,自身相比可按 1 分记,表明它是必要的,确定结果见表 1。

表 1 芝麻花生油茶权重

Table 1 Weights of You Cha made of sesame and peanut

项目			得分	权重
风味	口感	冲调性		
15	6	9	30	0.33
9	15	10	34	0.38
6	5	15	26	0.29

由表 1 可知,芝麻花生油茶风味、口感、冲调性的权重分别为 0.3333、0.3778、0.2889 即 $U = (0.33, 0.38, 0.29)$ 。

1.3.1.3 评定标准 由油茶从业人员和食品专业研究人员共同制定芝麻花生油茶评定标准,见表 2。

1.3.1.4 模糊评价 食品感官因素综合评判的结果向量为 Y,它是感官因素由向量 U 和评价矩阵 R 的合成,即

$$y_i = \sum_{j=1}^m U_j R_{ji} \quad \text{式(1)}$$

1.3.2 混料实验设定 为了分析芝麻花生油茶原料和食用品质的关系,采用混料实验对油茶配方进行优化。以模糊评价得分为响应值,面粉、芝麻、花生和大豆分离蛋白添加量为考察因素,根据前期实验结果考察因素的下限和上限,具体约束条件如下:面粉(x_1)为 50%~80%,芝麻(x_2)为 5%~20%,花生(x_3)为 5%~20%,大豆(x_4)为 5%~30%。使用 Minitab16 软件采用单纯形质心设计,具体实验条件见表 4。

1.3.3 感官评价方法 参加评价的人员由 15 名食品专业人员组成(10 名河南农业大学食品学院本科生,5 名河南农科院农副加工所研究人员)。评价前,评价员先进行评价训练。由于样品较多,为避免评价人员味觉疲劳,分 3d 相同时间段进行评价。油茶样品按 1:4(w/v)的比例在玻璃杯中冲调,先加少量 50℃ 水搅拌成糊状,随后加开水至规定比例。样品采用 3 位随机编码编号,对样品的风味、口感、冲调性进行评价。

1.4 数据处理

表3 芝麻花生油茶感官评定结果

Table 3 Sensory evaluation results of You Cha made of sesame and peanut

样品号	风味				口感				冲调性			
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
1	2	10	3	0	1	11	2	1	0	1	2	12
2	3	12	0	0	0	10	5	0	0	6	9	0
3	3	9	3	0	0	10	5	0	1	9	5	0
4	1	9	4	1	1	13	1	0	1	6	7	1
5	1	1	1	12	2	11	2	0	1	1	11	2
6	4	9	2	0	1	10	4	0	0	3	9	3
7	5	9	1	0	0	9	6	0	0	1	6	8
8	1	13	1	0	0	9	5	1	0	1	11	3
9	5	10	0	0	0	1	2	12	0	1	11	3
10	1	0	10	4	1	13	1	0	0	12	3	0
11	2	12	1	0	10	5	0	0	8	6	1	0
12	9	5	1	0	1	1	8	5	0	2	5	9
13	7	8	0	0	8	7	0	0	13	1	1	0
14	5	10	0	0	1	1	9	4	0	1	4	10
15	5	9	1	0	1	2	9	3	0	1	13	1
16	1	10	4	0	1	10	3	1	0	2	9	4
17	3	11	1	0	2	9	4	0	1	6	7	1
18	5	9	1	0	2	12	1	0	2	12	1	0
19	3	12	0	0	1	8	6	0	1	12	2	0
20	2	7	6	0	2	9	4	0	1	9	5	0
21	6	8	1	0	0	5	8	2	0	1	8	6
22	1	11	3	0	0	1	4	10	0	1	2	12
23	10	5	0	0	1	12	2	0	2	12	1	0
24	5	4	6	0	1	10	4	0	0	9	6	0
25	9	6	0	0	5	9	1	0	4	10	1	0

采用 Minitab16 和 Excel 2007 进行处理数据, $p < 0.05$ 为显著水平, $p < 0.01$ 为高度显著水平。

2 结果与分析

2.1 模糊评价

对芝麻花生油茶样品进行感官评价, 结果见表3。

将表3中各样品的质量因素各等级评价人数除以总评价人数, 得到模糊矩阵如下:

$$R_i = \begin{bmatrix} 0.13 & 0.67 & 0.20 & 0 \\ 0.07 & 0.73 & 0.13 & 0.07 \\ 0 & 0.07 & 0.13 & 0.80 \end{bmatrix}$$

将 R_i 带入式(1)中, 计算综合评价, 即 $y_1 = U \times R_1 = (0.07 \ 0.52 \ 0.16 \ 0.26)$ 。同理计算 $y_2 \cdots y_{25}$, 代入公式 $Y_m = \sum y_m V_n$ 。

式中, $m = 1 \cdots 25, n = 1 \cdots 4$, 计算综合评分 Y , 如 $Y_1 = 0.07 \times 100 + 0.52 \times 80 + 0.16 \times 60 + 0.26 \times 40 = 68.03$, 同理计算 $Y_2 \cdots Y_{25}$, 具体结果见表4。

2.2 芝麻花生油茶混料实验分析

由于实验次数有限, 所以进行分析混料实验数据时, 采用 Minitab 中特殊四次模型进行回归分析, 如表5所示, 回归方程的 $R^2 = 93.35\%$, 调整 $R^2 = 84.04\%$, 回归方程高度显著 ($p < 0.01$), 这表明上述回归方程可以客观反映成分对油茶品质的影响。回归方程如下所示:

$$Y = -344x_1 - 6506x_2 - 6165x_3 - 4691x_4 + 10746x_1x_2 + 10241x_1x_3 + 8804x_1x_4 + 41889x_2x_3 + 42033x_2x_4 + 41428x_3x_4 - 57829x_1x_2x_3 - 65279x_1x_2x_4 - 65220x_1x_3x_4 - 276295x_2x_3x_4 + 460371x_1x_2x_3x_4$$

表4 芝麻花生油茶混料实验条件及结果

Table 4 Arrangement and results of mixture design of You Cha made of sesame and peanut

样品号	x ₁ 面粉 添加量 (%)	x ₂ 芝麻 添加量 (%)	x ₃ 花生 添加量 (%)	x ₄ 大豆 分离蛋白 添加量 (%)	Y 感官评 价分数
1	56.04	13.12	8.12	22.72	68.03
2	58.54	15.62	15.62	10.22	75.35
3	66.04	8.12	15.62	10.22	75.94
4	80.00	5.00	10.00	5.00	74.70
5	60.00	5.00	5.00	30.00	63.94
6	56.04	15.62	8.12	20.22	73.60
7	50.00	20.00	5.00	25.00	70.28
8	56.04	8.12	15.62	20.22	69.92
9	50.00	20.00	20.00	10.00	62.58
10	80.00	5.00	5.00	10.00	71.29
11	71.04	10.62	8.12	10.22	88.18
12	55.00	20.00	20.00	5.00	66.71
13	71.04	8.12	8.12	12.72	91.76
14	50.00	5.00	20.00	25.00	64.92
15	70.00	5.00	20.00	5.00	68.95
16	50.00	15.00	5.00	30.00	70.10
17	61.04	8.12	8.12	22.72	76.80
18	62.08	11.25	11.25	15.42	82.67
19	56.04	15.62	15.62	12.72	78.43
20	80.00	10.00	5.00	5.00	75.67
21	56.04	8.12	13.12	22.72	68.47
22	50.00	5.00	15.00	30.00	57.01
23	66.04	15.62	8.12	10.22	84.32
24	70.00	20.00	5.00	5.00	75.73
25	71.04	8.12	10.62	10.22	87.17

表 5 芝麻花生油茶回归方程的方差分析

Table 5 Analysis for regression equation of You Cha made of sesame and peanut

因素	自由度	平方和	修正平方和	修正均方值	F	p	显著性
回归	14	1596.06	1596.06	114.00	10.03	0.000	**
线性	3	647.70	240.11	80.04	7.04	0.008	**
二次	6	654.95	276.97	46.16	4.06	0.025	*
x_1x_2	1	48.90	191.87	191.87	16.88	0.002	**
x_1x_3	1	109.71	174.24	174.24	15.33	0.003	**
x_1x_4	1	170.29	217.75	217.75	19.16	0.001	**
x_2x_3	1	41.81	64.78	64.78	5.70	0.038	*
x_2x_4	1	252.69	135.56	135.56	11.92	0.006	**
x_3x_4	1	31.55	131.68	131.68	11.58	0.007	**
特殊立方	4	267.05	191.60	47.90	4.21	0.030	*
$x_1x_2x_3$	1	25.08	40.84	40.84	3.59	0.087	
$x_1x_2x_4$	1	6.21	108.08	108.08	9.51	0.012	*
$x_1x_3x_4$	1	74.48	107.88	107.88	9.49	0.012	*
$x_2x_3x_4$	1	161.28	31.30	31.30	2.75	0.128	
$x_1x_2x_3x_4$	1	26.36	26.36	26.36	2.32	0.159	

注: ** 表示高度显著; * 表示显著。

式中模型中线性部分和二次项分布高度显著 ($p < 0.01$) 和显著 ($p < 0.05$), 这表明所选因素对油茶感官评价分数具有显著影响。而二次交互项中, 除 x_2x_3 显著外 ($p < 0.05$), 其余各项均为高度显著, 这表明改变面粉、芝麻、花生和大豆分离蛋白中任意两种成分都会显著影响油茶的感官评价。

为了分析添加成分与油茶感官得分的关系, 采用响应跟踪图显示因素对感官得分的影响。如图 1 所示, 当面粉添加量从 52.08% 增加到 70% 左右, 与此同时适当减少其他三种原料的添加量, 油茶的感官得分上升; 继续增加面粉添加量, 油茶的感官得分下降。这是由于面粉在油茶体系中, 主要起稀释颗粒感, 提供滑腻感; 吸水溶胀, 提高体系稠度, 减慢分层速度的作用, 适当增加比例有利于改善口感和冲调性, 但过量后, 会降低芝麻和花生的比例, 从而降低风味得分。芝麻、花生在油茶中起到增加营养、提高风味的作用。芝麻和花生对感官得分的影响相似, 都是先上升后下降, 这是由于适当增加花生和芝麻会提高油茶的风味, 但是增加过量后, 会增加颗粒感, 并且会加速沉降, 从而影响口感和冲调性, 导致得分下降。大豆分离蛋白在油茶中起到增加营养, 防止油脂析出, 稀释颗粒感, 提供体系稠度的作用。分析大豆分离蛋白的影响时, 增加大豆分离蛋白会导致油茶冲调时发生成团结块现象, 从而导致感官得分下降。

采用 minitab 分析数据发现, 当面粉的添加量为 70.39%, 大豆分离蛋白添加量为 19.07%, 花生添加量为 5.53%, 芝麻添加量为 5.00% 时, 感官得分具有最大值, 分值为 99.82 ± 0.98 。采用上述配方进行验证实验, 获得感官评价分数为 98.93 ± 0.38 , 两者在 0.05 水平上无显著差异, 这表明模糊评价结合混料实验设计应用于油茶配方优化是可行的。分析上述配方可以发现, 芝麻添加量较少可能与采用芝麻油上色增香有关, 而花生添加量较少是由于传统的油茶产品中, 花生仁碎块要清晰可见, 不能粉碎成末, 为了兼顾冲调性和口感, 所以花生的添加量也

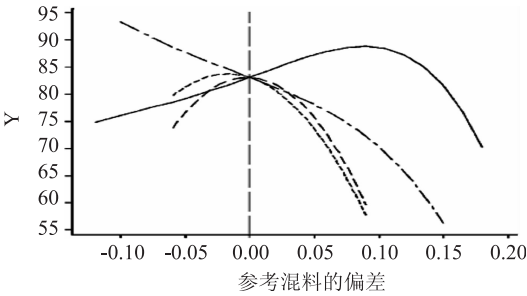


图 1 芝麻花生油茶成分响应跟踪曲线

Fig.1 Traces of response curves of ingredient of You Cha made of sesame and peanut

注: 实线代表面粉, 虚线代表芝麻, 点线代表花生, 点划线代表大豆分离蛋白; 参考混料: 面粉添加量为 62.08%, 芝麻和花生的添加量均是 11.25%, 大豆分离蛋白添加量为 15.42%。

不高。而面粉添加量处于高水平一方面有利于提高口感, 另一方面稀释大豆分离蛋白, 减少结块成团现象。

3 结论

油茶是我国历史悠久的风味小吃, 但相关研究较少。为提高芝麻花生油茶食用品质, 本文采用模糊评价结合混料实验优化芝麻花生油茶主料, 采用模糊综合评价对油茶混料实验样品进行感官评价, 减少传统食品感官评价过程中主观因素干扰, 增加评定结果的可靠性。混料实验用于优化油茶配方, 可减少实验次数, 并利用回归分析, 获得配方因素与感官特性的定量关系, 从而得到最佳配方。实验结果表明, 特殊四次回归模型高度显著, R^2 为 93.35%, 表明该模型拟合效果好, 自变量与响应值之间线性和交互项关系显著, 可以用于预测实际值; 获得最佳配方为: 面粉的添加量: 70.39%, 大豆分离蛋白添加量: 19.07%, 花生添加量: 5.53%, 芝麻添加量: 5.00%。该工艺条件下, 实际感官评价值与模型预测值无显著性差异, 证明该方法用于优化芝麻花生油

茶制作可行。

参考文献

- [1] 林宇山. 感官评价在食品工业中的应用[J]. 食品工业科技, 2006, 27(8): 202-203.
- [2] 胡璇, 夏延斌. 基于模糊数学的剁椒感官综合评价方法[J]. 食品科学, 2011, 32(1): 95-98.
- [3] 花旭斌, 刘平, 肖诗明. 薄荷型清香苦荞茶的研制[J]. 农产

(上接第 252 页)

基于 PCR 扩增的分子技术有随机扩增多态性分析 (RAPD)、短重复序列 PCR 扩增 (Rep-PCR)、肠杆菌科基因间重复序列 PCR 扩增 (ERIC-PCR)、16~23S rDNA 间隔序列 PCR 扩增 (RS-PCR) 以及变性梯度凝胶电泳 (PCR-DGGE)^[7]。与其它方法相比, RS-PCR 具有快速、廉价和高度的可重复性等优点。本研究应用平板稀释法首先从泡菜中分离出乳酸菌, 应用 RS-PCR 指纹图谱对分离株进行分类, 再挑取代表株进行 16S rDNA 测序鉴定, 不但可以快速分析菌群多样性, 而且有利于进一步进行优良菌种的筛选。

本研究从扬州地区市售三种泡菜中分离了 368 株乳酸菌, 应用 RS-PCR 指纹图谱结合 16S rDNA 测序进行乳酸菌菌群分析, 结果显示泡菜中存在嗜酸乳杆菌 (*Lactobacillus acidophilus*)、干酪乳杆菌 (*Lactobacillus casei*)、乳酸乳球菌 (*Lactococcus lactis*) 以及肠球菌 (*Enterococcus*), 不同来源的泡菜中菌群构成具有明显差异性, 而其中乳酸乳球菌乳酸亚种为主要菌群, 在不同来源的泡菜中的含量在 5.37~5.86lgcfu/g, 泡菜 a 和 c 中分离出嗜酸乳杆菌, 含量分别为 4.40、4.56lgcfu/g, 而泡菜 b 中却没有分离到嗜酸乳杆菌。我国泡菜种类繁多, 目前国内学者已经从泡菜中分离筛选出了许多生产性能优良的菌种, 如植物乳杆菌、肠膜明串珠菌、干酪乳杆菌、弯曲乳杆菌、短乳杆菌、嗜酸乳杆菌以及戊糖片球菌等^[2,8-13]。传统泡菜中乳酸菌极具多样性, 盛海圆等^[14]从 10 份泡菜中筛得 46 株乳酸菌, 分布于乳杆菌属、肠球菌属、葡萄球菌属和片球菌属, 其中杆菌约占 67.4%, 而植物乳杆菌是泡菜中的优势菌种 (占 41.3%), 结果显示出泡菜中存在着丰富的乳酸菌种群。葛林立等^[15]研究表明植物乳杆菌对低 pH 具有较强的抗性, pH 1.5 时存活率在 40%~102% 之间。汪红等^[16]从四川泡菜中分离得到乳酸乳球菌 (*Lactococcus lactis*0708262-1), 并对其进行了生长特性分析, 结果显示乳酸乳球菌最适生长 pH 为 5~7, 培养到 24h 后乳酸量最大可达到 160°T, 研究表明该菌株在 pH 3 的环境中可以生长, 为泡菜发酵剂的制备提供了候选菌种。本文中分析的三种泡菜中乳酸乳球菌均为优势菌群, 进一步研究分离株的生长和环境胁迫抗性特征, 可以筛选到具有优良特性的乳酸乳球菌菌株应用于泡菜的腌制, 从而缩短发酵时间、提高泡菜品质。

参考文献

- [1] Tamang JP, Tamang B, Schillinger U, et al. Identification of

品加工·学刊, 2005(11): 18-20.

- [4] 张钟, 郑琳, 赵彦. 响应面分析和模糊评价结合在发芽黑糯米饼干研制中的应用[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(9): 124-131.

- [5] 林增祥, 张红漫, 严立石, 等. 混料实验设计在纤维素酶复配中的应用研究[J]. 食品科学, 2009, 30(15): 169-171.

- [6] 刘睿, 倪光远, 万楚筠, 等. 应用混料实验设计制备秸秆复合降解菌剂[J]. 中国生物工程杂志, 2009, 29(9): 50-55.

predominant lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented vegetable products of the eastern himalayas [J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 105 (3): 347-356.

- [2] 巨晓英, 韩烨, 周志江. 自然发酵泡菜中乳酸菌的分离鉴定[J]. 食品与机械, 2008, 24(5): 29-31.

- [3] Jensen MA, Webster JA, Straus N. Rapid identification of bacteria on the basis of PCR-amplified ribosomal DNA spacer polymorphisms [J]. Appl Environ Microbiol, 1993, 59: 945-952.

- [4] Kostman JR, Edlind TD, Lipuma JJ, et al. Molecular epidemiology of *Pseudomonas cepacia* determined by PCR ribotyping [J]. J Clin Microbiol, 1992, 30: 2084-2087.

- [5] Gurtler V, Barrie HD. Typing of *Staphylococcus aureus* strains by PCR amplification of variable length 16S-23S rDNA spacer regions; characterization of spacer sequences [J]. Microbiology, 1995, 141: 1255-1265.

- [6] 凌代文, 东秀珠. 乳酸细菌分类鉴定及实验方法 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.

- [7] 付琳琳, 曹郁生, 李海星, 等. 应用 PCR-DGGE 技术分析泡菜中乳酸菌的多样性 [J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(12): 103-105.

- [8] 陆利霞, 王晓飞, 熊晓辉, 等. 植物乳杆菌 B2 纯种发酵萝卜泡菜的研究 [J]. 食品工业科技, 2005, 26(7): 59-63.

- [9] 杨晓晖, 籍保平, 李博, 等. 泡菜中优良乳酸菌的分离鉴定及其发酵性能的研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(5): 130-134.

- [10] 赵文红, 黄小丹, 范敏华, 等. 自然发酵泡菜中乳酸菌的分离鉴定及特性研究 (一) [J]. 广州食品工业科技, 2003, 18(1): 77-79.

- [11] 毕金峰, 刘长江, 孟宪军. 自然发酵酸菜汁中乳酸菌的分离、鉴定及发酵剂的筛选 [J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(4): 346-349.

- [12] 赵玲艳, 邓放明, 杨抚林, 等. 自然发酵辣椒中优良乳酸菌的分离与鉴定 [J]. 食品研究与开发, 2004, 25(3): 105-109.

- [13] 邓放明, 李罗明, 尹华. 碎鲜辣椒发酵制品发酵用乳酸菌的选育与接种发酵实验 [J]. 食品科学, 2005, 26(3): 106-109.

- [14] 盛海圆, 郭艳萍, 常艳, 等. 传统泡菜中乳酸菌多样性的分析 [J]. 中国微生态学杂志, 2010, 22(7): 580-586.

- [15] 汪红, 曹瑜, 罗时宇, 等. 四川泡菜乳酸菌的分离鉴定及其特性研究 [J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2008, 45(6): 1509-1512.

- [16] 葛林立, 董英. 泡菜中乳酸菌的分离鉴定及模拟环境胁迫抗性的研究 [J]. 食品工业科技, 2010, 31(12): 189-194.