

蒲公英饼干的工艺优化

刘珊珊^{1,2,*}, 王 愈^{1,2}, 刘景云¹, 牛晓峰^{2,3}, 何 洋¹, 陈丽英¹

(1. 山西农业大学 食品科学与工程学院, 山西 晋中 030801;

2. 山西省农畜产品加工研究生教育创新中心, 山西 晋中 030801; 3. 太原六味斋实业有限公司, 山西 太原 030006)

摘要:以蒲公英、小麦低筋粉等为主要原料,采用模糊数学法结合物性评定的方法,在单因素试验的结果上进行正交试验,研究蒲公英饼干的最佳工艺参数。结果显示,选用小麦低筋粉 100 g,鸡蛋 15 g,食盐 0.3 g,水 15 g,奶油 2 g,泡打粉 0.3 g,绵白糖 27.5 g,植物油 27.5 g,蒲公英粉 3.0 g,采用面火 190 °C,底火 180 °C 烘烤 9 min 后得到蒲公英饼干色泽均匀、颜色良好、口感适中、花纹清晰、风味独特,带有蒲公英特有的青草香味,甜味适中、先甜而后略有蒲公英特有的苦味。

关键词:蒲公英;饼干;配方;加工工艺

中图分类号: TS213

文献标志码: A

doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2016.05.034

Study on the Formulation and Process Optimization of the *Taraxacum* Biscuits

LIU Shanshan^{1,2}, WANG Yu^{1,2}, LIU Jingyun¹, NIU Xiaofeng^{2,3}, HE Yang¹, CHEN Liying¹

(1. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801, China;

2. Agricultural and Livestock Products Processing Postgraduate Education Innovation Center of Shanxi Province, Jinzhong, Shanxi 030801, China; 3. The LIU Wei-zhai company, Taiyuan, Shanxi 030006, China)

Abstract: The best formulation and better process optimization of the biscuits, which are made by *Taraxacum*, low gluten wheat flour and so on as main raw materials, are studied by orthogonal test on the basis of single factor experiment, with a combination of fuzzy mathematics and evaluation of physical property as methods. The biscuits will be well with low gluten wheat flour 100 g, egg 15 g, salt 0.3 g, water 15 g, cream 2 g, baking powder 0.3 g, soft white sugar 27.5 g, oil 27.5 g, *Taraxacum* 3.0 g and baked at 190 °C/180 °C for 9 min, getting the biscuits with colour and lustre uniform, moderate sweetness, good colour, moderate mouth feel, clear pattern, special and unique flavor, with grass incense of taraxacum unique, medium sweet, sweet first and special bitterness after of taraxacum.

Key words: *Taraxacum*; biscuits; formula; processing technology

0 引言

蒲公英 (*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.) 属菊科,又名婆婆丁、蒲公英等,是天然药食同源的绿色食品。蒲公英味苦、甘,性寒,具有清热解毒、消肿散结、利尿的功效。《本草纲目》记载:“(蒲公英)解食毒,散滞气,化热毒,消恶肿……乌须发,壮筋骨。”“蒲公英,至贱而有大功”^[1]。蒲公英安全无毒并且营养丰富,具有众多保健功效,如抗病原微生物、抗肿瘤、抗溃疡、利胆保肝等作用^[2]。

目前,我国蒲公英不易贮藏运输,多为野生鲜食,具有一定的季节性。蒲公英已经在我国的辽宁、河北、浙江、内蒙古等省、自治区进行栽培^[2]。蒲公

英耐寒、耐热、生长条件要求低、抗病性强、易栽培管理,人工种植产量高^[3]。尽管如此,由于蒲公英深加工产品单调、综合利用率低、经济效益不高,阻碍了蒲公英人工种植规模化发展进程。本文以蒲公英、小麦低筋粉等为原料探究蒲公英饼干的工艺,以增加对其合理的开发利用,促进蒲公英规模化种植的发展,取得良好的经济效益和社会效益;另一方面,蒲公英饼干作为一种新型健康的食品有益人们的身体健康。

1 材料与方法

1.1 原料与设备

1.1.1 材料

收稿日期: 2016-05-14

基金项目: 山西省高等学校大学生创新创业训练项目 (13-016)。

作者简介: 刘珊珊 (1992—), 女, 本科, 研究方向为食品科学与工程。

* 通讯作者: 王 愈 (1968—), 男, 博士, 教授, 研究方向为农产品贮藏与加工。

蒲公英、小麦低筋粉、植物油、绵白糖等，均购于市场。

1.1.2 仪器

ZD-A30J型真空冷冻干燥机，南京载智自动化设备有限公司产品；RRHP-100型万能高速粉碎机，欧凯莱芙香港实业公司产品；0.6 mm标准检验筛，浙江上虞市道墟张兴纱筛厂产品；PL-4型远红外线食品电烘炉，广东恒联食品机械有限公司产品；TMS-Pro型质构仪，Food Technology Corporation公司产品。

2 试验方法

2.1 原料处理

挑选生长期旺盛的新鲜蒲公英，去根、烂叶、虫叶等，再清洗、沥干水分、干燥、粉碎、筛分，备用。

2.2 工艺流程

(小麦低筋粉+蒲公英粉)搅拌均匀→(绵白糖+植物油+鸡蛋+食盐+奶油+水)调制液体→调制面团→面团静置→分割面团→模具制坯→成型→上盘→烘烤→出炉→冷却→成品。

(1) 将绵白糖加热熔化，与植物油一起放入和面机内匀速搅打10 s，再陆续加入蛋液、泡打粉等辅料，匀速搅打30 s，制成混合溶液备用。

(2) 调制面团。先将小麦低筋粉和蒲公英粉混合均匀，与上述混合溶液一起倒入和面机中调成面团。面团要光滑整洁、不黏手，且无收缩现象^[4]。

(3) 面团静置。视面团情况而定，一般情况下制作酥性饼干的面团不需要静置，但若调制的面团过黏或者呈现瘫软的状态则需要静置，以免在上模具制作饼干坯的时候脱模困难，降低饼干变形的可能性^[5]。

(4) 分团制坯。根据模具的容量大小将面团分成体积适中的小面团，压入模具内制成饼干坯，最后制得饼干坯厚度约为8 mm，直径为36 mm。

(5) 烘烤。以面火190℃、底火180℃烘烤

9 min，饼干表面呈均匀浅灰绿色，取出在室温下冷却，即为成品。

2.3 试验方法

2.3.1 单因素试验法

(1) 泡打粉添加量对饼干品质的影响。在基础配方条件下，研究不同泡打粉添加量(0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 g)对饼干品质的影响。按照表1判定饼干的品质，确定泡打粉的添加量。

(2) 绵白糖添加量对饼干品质的影响。在基础配方条件下，研究不同绵白糖添加量(10, 20, 30, 40, 50 g)对饼干品质的影响。按照表1判定饼干的品质，确定绵白糖的添加量。

(3) 植物油添加量对饼干品质的影响。在基础配方条件下，研究不同植物油添加量(10, 20, 30, 40, 50 g)对饼干品质的影响。按照表1判定饼干的品质，确定植物油的添加量。

(4) 蒲公英粉添加量对饼干品质的影响。在基础配方条件下，研究不同蒲公英粉添加量(1, 2, 3, 4, 5, 6 g)对饼干品质的影响。按照表1判定饼干的品质，确定蒲公英粉的添加量。

2.3.2 蒲公英饼干的正交试验研究

在单因素试验结果的基础上，研究对影响饼干品质的重要因素进行 $L_9(3^4)$ 正交试验，按照加权评分法^[6]和模糊数学法^[7]判定饼干的品质，并通过数据分析确定蒲公英饼干的最佳配方。

2.3.3 蒲公英饼干的感官评价

邀请具有食品专业素养和感官评定经验的相关人员10名组成蒲公英饼干品质判定评委组，参照GB/T 20980—2007饼干中酥性饼干的感官评定标准^[8]和评价饼干的品质^[9-11]并稍作修改，从外观、色泽、口感、风味与组织结构5个方面对饼干进行感官评价。

蒲公英饼干品质判定评分见表1。

2.3.4 蒲公英饼干的质构品质测定

质构仪又叫物性测构仪，常用于客观评价食品品质^[10]。饼干的硬度和饼干的品质呈负相关，即饼

表1 蒲公英饼干品质判定评分

项目	优	良	差
外观 (15分)	外形完整,花纹清晰,厚薄一致,不变形,不收缩,12~15分	凹或凸底面积≤1/3,花纹不清晰,变形、收缩,但都不严重,8~11分	凸或凹底面积>1/3,外形不完整,花纹模糊,厚薄不一,收缩、变形多, <8分
色泽 (20分)	色泽均匀,有蒲公英特有的绿色,17~20分	色泽不太均匀,有轻微焦边现象,12~16分	色泽不均匀、发花,有过焦现象, <12分
口感 (30分)	酥松香脆,食之爽口,不黏牙,先甜后略有蒲公英特有的苦味,27~30分	松软,略有黏牙或口感紧实发硬,蒲公英的苦味较浓或者较淡,略有糊味,18~26分	不酥脆,食之油腻,黏牙或者质地硬,蒲公英的苦味过浓或过淡, <18分
风味 (20分)	香味浓,有蒲公英特有的青草香,适中,无异味,17~20分	香味略淡,蒲公英的青草香较浓或者较淡,13~16分	香味淡,蒲公英的青草香过浓或者过淡, <13分
组织结构 (15分)	组织细腻,内部有细密而均匀的小气孔,层次感明显,12~15分	组织粗糙,略有大的孔洞,层次较清晰,质地硬,无层次感,孔洞大小不均, <9分	

干的硬度越大,饼干的酥性越小,饼干品质相对越低。用 TMS-PRO 型质构分析仪 TPA 模式测定蒲公英饼干的硬度^[12]:直径 6 mm 圆柱探头,测后速度为 200 mm/min,挤压距离 5 mm,剪切速度 90 mm/min,起始力 0.4 N,每组饼干做 3 次平行试验。

3 结果与分析

3.1 单因素试验结果分析

3.1.1 泡打粉添加量

泡打粉添加量对蒲公英饼干品质的影响见图 1。

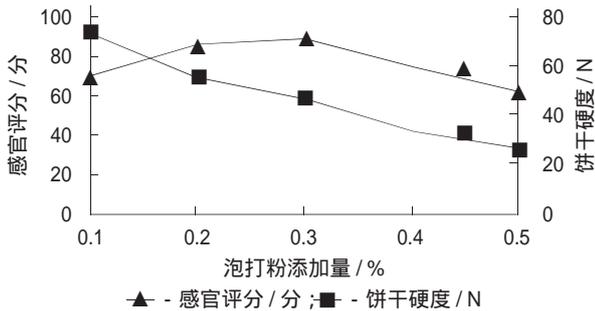


图 1 泡打粉添加量对蒲公英饼干品质的影响

泡打粉是一种膨松剂,主要作用是在饼干烘焙的过程中受热分解产生气体使饼干形成松软多孔的结构^[13]。由图 1 可知,随着泡打粉添加量的增加,蒲公英饼干的硬度降低,感官评分呈现先上升后下降的趋势,并在添加量为 0.3 g 时感官评分最高。添加量为 0.1~0.5 g 饼干硬度越来越小;添加量为 0.4~0.5 g 时,烘烤出的饼干出现裂纹、花纹模糊的现象,风味变得不良,感官评分下降;添加量为 0.1~0.2 g 时,蒲公英饼干的组织结构不疏松,吃起来发硬,口感差。所以,泡打粉的最佳添加量为 0.3 g。

3.1.2 绵白糖添加量

绵白糖添加量对蒲公英饼干品质的影响见图 2。

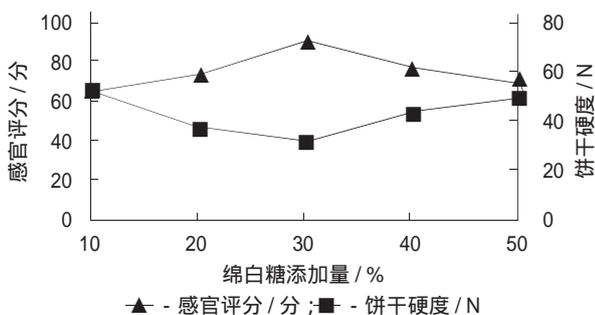


图 2 绵白糖添加量对蒲公英饼干品质的影响

绵白糖在饼干的制作过程中主要起呈色、增香、增甜的作用。由图 2 可知,当绵白糖添加量 >30 g 会导致面团发硬,这主要是因为糖的反水化作用,相应的会导致饼干在烘烤之后的硬度上升。随着绵白糖添加量的增加,饼干的感官评分呈现先上升后下降的现象。添加绵白糖过多时,饼干表现为色泽加

重、糖味过浓、甜度过大;而添加绵白糖不足时,蒲公英的苦味会较明显,风味欠佳。当绵白糖添加量为 30 g 时饼干感官最佳,表现为色泽均匀、甜度适中,先甜而后有蒲公英特有的苦味、余味清淡。

3.1.3 植物油添加量

植物油添加量对蒲公英饼干品质的影响见图 3。

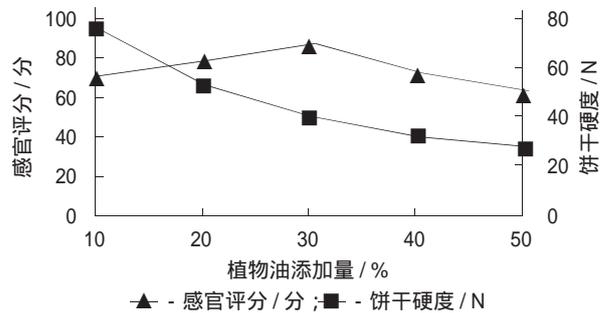


图 3 植物油添加量对蒲公英饼干品质的影响

植物油在饼干制作过程中主要是起酥作用,植物油可以在面粉蛋白和淀粉颗粒周围形成一层油膜,起到限制面筋形成的作用^[13]。由图 3 可知,植物油添加量对饼干感官评分的影响呈现先上升后下降的现象,对饼干硬度的影响呈负相关。所以,植物油的最佳添加量为 30 g。

3.1.4 蒲公英粉添加量

蒲公英粉添加量对蒲公英饼干品质的影响见图 4。

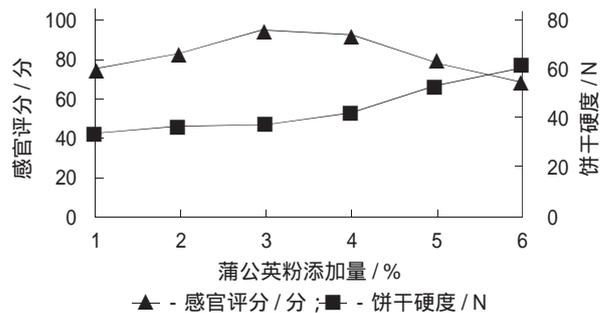


图 4 蒲公英粉添加量对蒲公英饼干品质的影响

由图 4 可知,随着蒲公英粉添加量的增加,蒲公英饼干硬度随之增加,酥性降低。蒲公英粉添加量对蒲公英饼干品质的影响较大,添加量少则蒲公英特有的绿色过淡、特有的风味不明显、苦味过淡;当蒲公英粉添加量过多时则表现为颜色过深、苦味较重、口感降低。蒲公英粉添加量为 3~4 g 时,饼干的硬度适中、感官评分较高,表现为食之酥脆、色泽均一、色度适中,具有蒲公英特有的青草香和特有的苦味,先甜余味略苦、苦味适中。

3.2 进行正交试验,确定最佳配方

3.2.1 正交试验

在配方为小麦低筋粉 100 g,鸡蛋 15 g,食盐 0.3 g,水 15 g,奶油 2 g,泡打粉 0.3 g 的基础上,对 3 个因素绵白糖添加量、植物油添加量和蒲公英

粉添加量进行 $L_9(3^3)$ 正交试验，确定蒲公英饼干的最佳配方。

正交试验因素与水平设计见表 2，蒲公英饼干正交试验结果见表 7。

表 2 正交试验因素与水平设计 /g

水平	A 绵白糖添加量	B 植物油添加量	C 蒲公英粉添加量
1	27.5	27.5	3.00
2	30.0	30.0	3.50
3	32.5	32.5	4.00

表 3 蒲公英饼干正交试验结果

试验号	A	B	C	感官评分 / 分
1	1	1	1	84.4
2	1	2	2	80.0
3	1	3	3	75.8
4	2	1	2	80.4
5	2	2	3	83.9
6	2	3	1	81.6
7	3	1	3	83.2
8	3	2	1	78.3
9	3	3	2	68.7

3.2.2 采用模糊数学法对蒲公英饼干的品质进行分析^[7]

以外观、色泽、口感、风味、组织结构作为因素集，评语集为优、良、差，根据感官评定的结果，建立单因素试验评价矩阵，并采用模糊数学评定方法对其进行进一步分析。

(1) 建立蒲公英饼干的因素集 U 和评语集 V 。因素集 (感官品质指标集) $U = \{\text{外观、色泽、口感、风味、组织结构}\}$; 评语集 (感官品质评语集) $V = \{\text{优、良、差}\}$ ，其中优为 5 分、良为 3 分、差为 2 分。

(2) 建立权重集 X 。采用加权评分法^[8]确定饼干各感官指标的权重。权重集 $A = \{0.15, 0.20, 0.30, 0.20, 0.15\}$ ，即外观占 15%，色泽占 20%，口感占 30%，风味占 20%，组织结构占 15%。

模糊关系综合的评判集：

$$Y=A \cdot R.$$

式中： Y ——综合评判结果集；

A ——权重集；

R ——模糊矩阵。

3.2.3 模糊感官评价结果

9 个饼干配方试验组，按照外观、色泽、口感、风味、组织结构 5 个因素，由感官评价小组的 10 名评委进行逐一评定，并做出蒲公英饼干感官评价结果表。

蒲公英饼干感官评价结果见表 4，饼干感官评定结果见表 5。

3.2.4 建立模糊矩阵

正交试验组模糊矩阵如下。以试验 1 为例，外

表 4 蒲公英饼干感官评价结果

组别	因素	优	良	差
1	外观	7	3	0
	色泽	3	7	0
	口感	10	0	0
	风味	7	3	0
	组织结构	10	0	0
2	外观	10	0	0
	色泽	1	9	0
	口感	4	6	0
	风味	9	1	0
	组织结构	5	5	0
3	外观	5	5	0
	色泽	1	9	0
	口感	0	10	0
	风味	3	7	0
	组织结构	2	8	0
4	外观	10	0	0
	色泽	1	9	0
	口感	4	6	0
	风味	8	2	0
	组织结构	3	7	0
5	外观	10	0	0
	色泽	4	6	0
	口感	4	6	0
	风味	4	6	0
	组织结构	8	2	0
6	外观	10	0	0
	色泽	2	8	0
	口感	5	5	0
	风味	5	5	0
	组织结构	7	3	0
7	外观	9	1	0
	色泽	5	5	0
	口感	2	4	4
	风味	9	1	0
	组织结构	9	1	0
8	外观	10	0	0
	色泽	7	3	0
	口感	2	7	1
	风味	2	4	4
	组织结构	6	4	0
9	外观	9	1	0
	色泽	8	2	0
	口感	2	7	1
	风味	4	2	4
	组织结构	4	4	2

表 5 饼干感官评定结果

试验组	评定级别	峰值
1	优	0.600
2	优	0.500
3	良	0.600
4	优	0.500
5	优	0.500
6	优	0.500
7	良	0.375
8	优~良	0.355
9	优~良	0.355

观评价有7人给分为优、3人给分为良、0人给分为差,则 $R_{外观} = (0.7, 0.3, 0)$ 。同理, $R_{色泽} = (0.3, 0.7, 0)$, $R_{口感} = (1, 0, 0)$, $R_{风味} = (0.7, 0.3, 0)$, $R_{组织结构} = (1, 0, 0)$, 则矩阵形式为:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \begin{bmatrix} 0.7, 0.3, 0 \\ 0.3, 0.7, 0 \\ 1.0, 0, 0 \\ 0.7, 0.3, 0 \\ 1.0, 0, 0 \end{bmatrix} & R_2 &= \begin{bmatrix} 1.0, 0, 0 \\ 0.1, 0.9, 0 \\ 0.4, 0.6, 0 \\ 0.9, 0.1, 0 \\ 0.5, 0.5, 0 \end{bmatrix} \\
 R_3 &= \begin{bmatrix} 0.5, 0.5, 0 \\ 0.1, 0.9, 0 \\ 0, 1.0, 0 \\ 0.3, 0.7, 0 \\ 0.2, 0.8, 0 \end{bmatrix} & R_4 &= \begin{bmatrix} 1.0, 0, 0 \\ 0.1, 0.9, 0 \\ 0.4, 0.6, 0 \\ 0.8, 0.2, 0 \\ 0.3, 0.7, 0 \end{bmatrix} \\
 R_5 &= \begin{bmatrix} 1.0, 0, 0 \\ 0.4, 0.6, 0 \\ 0.4, 0.6, 0 \\ 0.4, 0.6, 0 \\ 0.8, 0.2, 0 \end{bmatrix} & R_6 &= \begin{bmatrix} 1.0, 0, 0 \\ 0.2, 0.8, 0 \\ 0.5, 0.5, 0 \\ 0.5, 0.5, 0 \\ 0.7, 0.3, 0 \end{bmatrix} \\
 R_7 &= \begin{bmatrix} 0.9, 0.1, 0 \\ 0.5, 0.5, 0 \\ 0.2, 0.4, 0.4 \\ 0.9, 0.1, 0 \\ 0.9, 0.1, 0 \end{bmatrix} & R_8 &= \begin{bmatrix} 1.0, 0, 0 \\ 0.7, 0.3, 0 \\ 0.2, 0.7, 0.1 \\ 0.2, 0.4, 0.4 \\ 0.6, 0.4, 0 \end{bmatrix} \\
 R_9 &= \begin{bmatrix} 0.9, 0.1, 0 \\ 0.8, 0.2, 0 \\ 0.2, 0.7, 0.1 \\ 0.4, 0.2, 0.4 \\ 0.4, 0.4, 0.2 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

依据模糊变换原理,计算样品对各类因素的综合隶属度 $Y=A \cdot R$ 。

则试验1的综合评价为

$$Y_1 = A_1 \cdot R_1$$

$$\begin{aligned}
 &= \{0.15, 0.20, 0.30, 0.20, 0.15\} \cdot \begin{bmatrix} 0.7, 0.3, 0 \\ 0.3, 0.7, 0 \\ 1.0, 0, 0 \\ 0.7, 0.3, 0 \\ 1.0, 0, 0 \end{bmatrix} \\
 &= (0.15 \wedge 0.70) \vee (0.20 \wedge 0.30) \vee (0.30 \wedge 1.00) \vee (0.20 \wedge 0.70) \vee (0.15 \wedge 1.00) = 0.30.
 \end{aligned}$$

同理: $Y_{12}=0.020, Y_{13}=0$, 即 $Y_1 = (0.60, 0.40, 0)$ 。

同理得: $Y_2 = (0.50, 0.50, 0)$, $Y_3 = (0.40, 0.60, 0)$, $Y_4 = (0.50, 0.50, 0)$, $Y_5 = (0.50, 0.50, 0)$, $Y_6 = (0.50, 0.50, 0)$, $Y_7 = (0.250, 0.375, 0.375)$, $Y_8 = (0.355, 0.290, 0.355)$, $Y_9 = (0.355, 0.290, 0.355)$ 。

根据表5感官评定结果可知,试验1的配方为蒲公英饼干的最佳配方(小麦低筋粉100g,鸡蛋

15g,食盐0.3g,水15g,奶油2g,泡打粉0.3g,绵白糖27.5g,植物油27.5g,蒲公英粉3.0g)。

4 结论

本文主要研究添加蒲公英制成具有保健作用饼干的最佳配方以及对其工艺的优化,在多种单因素试验的基础上研究了绵白糖、植物油和蒲公英粉添加量对饼干品质的影响。饼干的硬度数值通过质构仪进行量化,并结合正交试验、饼干感官评定标准、模糊数学法进行系统分析,使试验结果更加具有科学性和可靠性。试验结果表明,小麦低筋粉100g,鸡蛋15g,食盐0.3g,水15g,奶油2g,泡打粉0.3g,绵白糖27.5g,植物油27.5g,蒲公英粉3.0g,采用面火190℃,底火180℃,烘烤9min后得到的蒲公英饼干感官评分最高,综合评定最佳,表现为上下色泽均匀、颜色良好、口感适中、风味独特、甜味适中、先甜而后略有蒲公英特有的苦味。蒲公英饼干的研制以及工艺优化,不仅为人们日常饮食提供了一种美味又有一定保健作用的饼干,也增加了蒲公英深加工的新方式,对蒲公英规模化种植之后的深加工以及综合利用具有重要意义,对促进种植地区经济发展具有深远影响。

参考文献:

- [1] 杨毅,付运生,王万贤. 野菜资源极其开发利用 [M]. 第1版. 武汉:武汉大学出版社,2000:209-211.
- [2] 郭文场. 野菜栽培与食用 [M]. 北京:中国农业出版社,1999:1-9.
- [3] 徐坤,卢育华. 50种稀特野蔬菜高效栽培技术 [M]. 北京:中国农业出版社,2001:300-303.
- [4] 赵晓敏. 酥性饼干生产工艺简介 [J]. 面粉通讯,2008(4):33-34.
- [5] 马文惠. 酥性饼干的实验室制作和品质评价方法的研究 [D]. 郑州:河南工业大学,2012.
- [6] 徐树来,王永华. 食品感官分析与实验 [M]. 北京:化学工业出版社,2009:100-103.
- [7] 中国食品发酵研究院. GB/T 20980—2007 饼干 [S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [8] 傅德成,孙瑛. 食品质量感官鉴别指南 [M]. 北京:中国标准出版社,1994:280-281.
- [9] 李明娟,张雅媛,游向荣,等. 香蕉饼干加工工艺 [J]. 食品工业科技,2015(3):204-207.
- [10] 张忠,吴嘉明. 发芽玉米酥性饼干的研制 [J]. 食品科技,2014(2):171-176.
- [11] 贺林霞,王敏,黄忠民. 质构仪在我国食品品质评价中的应用综述 [J]. 食品工业科技,2011(9):446-449.
- [12] 刘传富,董海洲,侯汉学. 影响饼干质量的关键因素分析 [J]. 食品工业科技,2002(8):88-89.
- [13] 董海洲. 焙烤工艺学 [M]. 北京:中国农业出版社,2008:33-38. ◇