第 17卷 无锡轻工大学学报 Vol. 17
第 4期 JOURNAL OF WUXI UNIVERSITY OF LIGHT INDUSTRY 1998 No. 4

发酵法制备食用木薯酸性淀粉

沈 辉 王 梅
(无锡轻工大学食品学院,无锡 214036)

摘要 对 4种布隆迪产木薯(RUMONGE, RIZIMETI, MPEMBURIRA, INAKIRARA)块根茎的组成进行了分析。结果表明:它们之间主要组分的差异不大,淀粉含量都高,且都含有生氰毒物(以氢氰酸含量计为 100~140 mg/kg)。通过实验,研究出了发酵法制备木薯酸性淀粉的工艺,并对发酵过程中淀粉的乳酸含量、pH值及淀粉与制备环境的温度差的变化等因素进行了探讨。结果表明:发酵时间以 28 d为宜;此时基本脱掉了木薯中的毒物,并使淀粉中的乳酸质量分数从 0.1%逐渐增加到 0.56%(增加了 5.6倍),pH值从 7.5降低到 3.50,而且淀粉的卫生指标、粘弹性及焙烤面包的性能均良好。

关键词 木薯;淀粉;发酵;工艺;面包;感观评定
分类号 TS201.5/Q539.1

0 前 言

木薯(Cassava)是一种块根茎类的可食用作物,种植于亚洲、非洲、中南美洲、大洋洲等广大地区;它品种繁多,对种植条件要求低,能在贫瘠土壤中生长,而且抗虫、抗干旱,能常年种植常年收获,产量大[1,2]。在许多发展中国家和地区,木薯块根茎是人们的主食之一[3],是人们所需能量的主要来源。它营养丰富,富含维生素、矿物质、微量元素和大量碳水化合物,其中尤以淀粉含量为多(约占木薯根茎干基的 90%)[1,2];但还含有少量有毒物质——生氰苷复合物[1,2,4],其水解产物氢氰酸有剧毒。一般用化学法(酸水解)、生物法(酶水解)和微生物法(发酵)将这些毒物去除[2,5]。

普通木薯淀粉是可消化淀粉,由约 20%的直链淀粉和 80%的枝链淀粉所组成[1];它粘性强,可用于化妆品、药品、纺织、造纸、木材、食品加工等行业[6]。而酸性淀粉是指 pH值范围为 3.5~4,具一定的粘性和较好弹性的一类淀粉[7]。

1 实验原料与方法

1.1 实验原料

4种布隆迪产木薯,种名分别为 RUMONGE, RIZIMETI, MPEMBURIRA, INAKIRARA;分析用试剂,微生物培养和测定用品、营养物;加拿大小麦面粉,食用干酵母

布隆迪国家研究基金项目
收稿日期:1998-03-21
第一作者:沈 辉,男,1957年 1月生,法国博士,副教授,布隆迪大学基特加农学院食品工业系主任暨客座教授
?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://ww

(*Saf-Levure*);布隆迪产食用砂糖等。

1.2 实验方法

1.2.1 食用木薯酸性淀粉的制备 由木薯块根茎制得普通淀粉(面团),将制得的普通淀粉置于发酵容器中,加入水覆盖淀粉直至距淀粉表面 4 cm以上,加盖,于室内自然发酵。发酵后将淀粉干燥、粉碎后,就得到食用木薯酸性淀粉。

1.2.2 测定和分析方法 pH值、乳酸含量、水分含量、灰分、粗脂肪含量、粗蛋白含量、氢氰酸含量、微生物种类和含量,以及淀粉含量、糖(还原糖和总糖)含量的定量测定等,应用标准分析方法[8,9]。

1.2.3 面包制作和评定 面包的制作配方为:150 g食用木薯酸性淀粉(或小麦面粉),1.5 g干酵母,1.5 g食用盐,6 g食用砂糖,约 120 mL水。面团揉合 10 min;面团的两次发酵温度都为 37℃,时间 45 min;烘培条件为:250℃,30 min.

面包的感观评定由经过训练、具有专长的 20名布隆迪国家食品工业研究中心的研究人员担当。

2 结果与讨论

4种木薯块根茎,经洗涤后晾干,再将块根茎分离成根茎皮和肉两部分,分别称重,并取肉质样进行分析测定,得到结果,见表 1.

表 1 4种木薯块根茎的组成

木薯种类	根茎肉质量分数/%	根茎皮质量分数/%	含水率/%	淀粉*质量分数/%	氢氰酸质量分数/(mg/Kg)	灰分/%	粗脂肪质量分数/%	粗蛋白质量分数/%	还原糖质量分数/%	总糖/%
RUMONGE	80.1	19.9	58.89	83.60	118.80	2.10	0.63	1.14	0.97	3.81
RIZIMETI	72.3	27.7	60.03	89.60	108.00	3.37	1.11	1.03	1.48	6.34
MPEMBURIRA	74.5	25.5	57.39	85.33	140.40	3.74	0.84	1.10	1.17	4.80
INAKIRARA	78.7	21.3	58.77	86.20	100.80	3.07	0.84	1.09	1.12	4.51

注:* 淀粉质量分数是指木薯块根茎肉质干基的含量。

从表 1所示结果可知,4种木薯块根茎相比较,其组成上尽管有些差别,但在主要成分上差异不大。

为制备食用木薯酸性淀粉,经多次反复实验,研究制定出了食用木薯酸性淀粉的发酵法制备工艺,其流程见图 1.

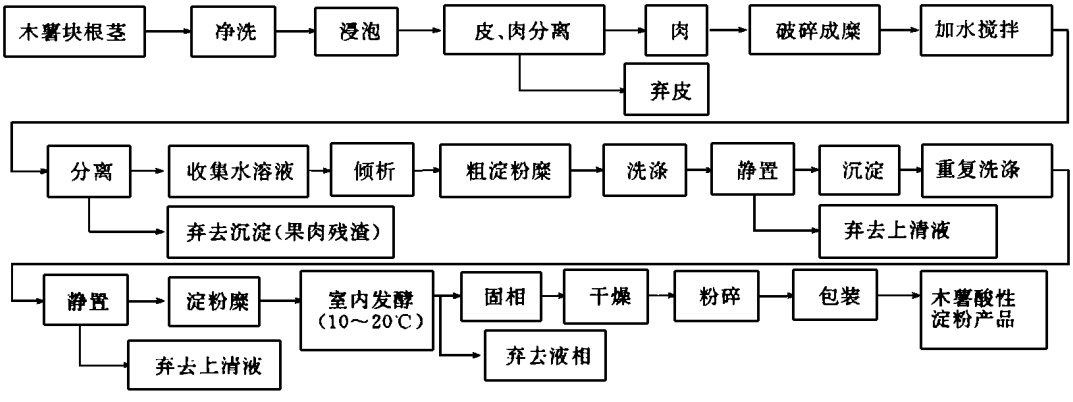

图 1 发酵法制取食用木薯酸性淀粉的工艺流程

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

这一流程的工艺要点是机械破碎、水溶分离、微生物发酵, 重点是微生物发酵。为了探讨制备木薯酸性淀粉发酵过程中淀粉与制备环境的温度差、乳酸含量和 pH的变化, 在发酵过程 (1~ 32 d)中每天定时 (6时、12时和 17时)取样 3次, 测定淀粉 (以 RUMONGE木薯淀粉为代表)的乳酸含量、pH值以及淀粉与制备环境的温度差; 3次测定值的平均值为每天的测定值, 其结果见表 2。

表 **2**　木薯淀粉发酵过程中乳酸含量、pH值、温度差随时间的变化

测定项目	发酵时间 /d																
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
乳酸质量分数 /%	0.10	0.12	0.12	0.14	0.20	0.26	0.30	0.34	0.37	0.36	0.36	0.38	0.41	0.48	0.56	0.56	0.56
pH值	7.50	7.20	6.71	6.51	6.61	4.81	4.93	4.10	4.40	4.22	3.83	3.56	3.53	3.50	3.50	3.50	3.50
温差 /℃	4.5	4.5	5.0	5.5	5.0	4.1	3.8	3.5	3.8	4.0	5.9	5.7	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0

由表 2可知, 木薯淀粉在发酵过程中, 乳酸含量、pH值和温度与制备环境的温差都随时间的增加而变化, 而且达到一定时间后趋于恒定: 乳酸质量分数从第一天的 0.1% 逐渐增加到第 28天的 0.56%, 增加了 5.6倍; pH值则从第一天的 7.5逐渐降低到第 26天的 3.5; 淀粉与制备环境的温度差在第 26天前一直在 3.5~ 6℃之间变化, 而在第 26天后一直维持在 6℃左右。这是因为, 木薯淀粉发酵时, 微生物利用淀粉中的营养物 (碳水化合物等)大量繁殖, 产酸、产气[10],淀粉中乳酸含量逐渐上升, 酸性逐渐增强, 而且发酵温度随微生物的增长而发生变化; 随着发酵时间的延长, 一些微生物开始死亡, 而且随着营养物逐渐被消耗减少, 微生物的繁殖和死亡趋于平衡[11],此时淀粉与制备环境之间的温度差、乳酸含量和 pH值趋向稳定。因此, 发酵时间以 28 d为宜。

为了进一步确定制备食用木薯酸性淀粉的发酵时间, 将图 1所示在发酵 20 d后不同时间制备的淀粉 (以 RUMONGE为代表)揉成面团, 与同时揉成的小麦粉面团对比, 测试结果见表 3。

表 **3**　食用木薯酸性淀粉的理化特性

淀粉发酵时间 /d	淀粉形状	淀粉粒度 / mm	pH值	乳酸质量分数 /%	面团粘性	面团收缩弹性	粘弹性相比
20	白色粉状	≤ 0.15	3.86	0.36	太强	良好	差于小麦粉面团
22	白色粉状	≤ 0.15	3.56	0.38	强	良好	差于小麦粉面团
26	白色粉状	≤ 0.15	3.50	0.48	略强	良好	略差于小麦粉面团
28	白色粉状	≤ 0.15	3.50	0.56	适中	良好	相似于小麦粉面团
32	白色粉状	≤ 0.15	3.50	0.56	适中	良好	相似于小麦粉面团

由表 3中结果可见, 木薯酸性淀粉发酵 28 d后, 其面团的粘弹性能良好, 与小麦粉面团相近。这与联合国粮农组织[12]所建议的制备木薯甜淀粉的发酵时间相近。

将作者制备的食用木薯酸性淀粉产品进行分析测定, 得到表 4。

表 **4**　食用木薯酸性淀粉的组成

木薯种类	pH值	乳酸质量分数 /%	含水率 /%	淀粉* 质量分数 /%	氢氰酸质量分数 / (mg /kg)	灰份 /%	粗脂肪质量分数 /%	粗蛋白质量分数 /%	还原糖质量分数 /%	总糖 /%
RUMONGE	3.50	0.56	10.73	94.15	4.11	0.26	0.57	0.07	0.68	3.80
RIZIM ETI	3.56	0.59	10.17	98.50	5.00	0.14	1.00	0.08	1.38	4.33
M PEM BU RIRA	3.61	0.61	11.43	97.27	3.21	0.45	0.77	0.14	0.80	4.30
IN AKIRARA	3.58	0.60	10.78	93.50	1.12	0.48	0.80	0.06	0.96	4.20

注: * 木薯酸性淀粉干基的含量。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www

从表 4可见,这 4种食用木薯酸性淀粉的 pH值为 3.56~ 3.61,含有较多的乳酸,含水率正常[2],淀粉质量分数高(93.5% ~ 98.5%),灰分、粗脂肪、粗蛋白的含量都较低,而且含氢氰酸极微(1~ 5 mg/kg),大大低于安全限量[4]。这是因为发酵过程中微生物分解和利用了生氰苷复合物,故产品释放出的氢氰酸的量大大减少[5]。另外,由于在发酵过程中部分单糖和低聚糖被微生物利用,加之还有一部分在淀粉制备中被水洗脱,因此产品的还原糖和总糖的含量都有所降低。

为了了解以上木薯酸性淀粉产品的卫生状况,分析测定了其作为食品而需控制的微生物的种类和含量[2,13],结果见表 5.

表 5 食用木薯酸性淀粉中的微生物

需控微生物种类	实测得微生物种类	需控微生物含量的控制标准 /g⁻¹	实测得微生物含量 /g⁻¹	
			发酵 28 d	发酵 32 d
细菌总数(需氧嗜温)	细菌总数(需氧嗜温)	< 10^5	1.6× 10^2	1.9× 10^2
真菌(霉菌和酵母菌)	真菌(霉菌和酵母菌)	≤ 2× 10^2	1.6× 10^2	1.6× 10^2
嗜酸菌	嗜酸菌	< 102	60	70
大肠菌群	大肠菌群	≤ 10	7	7
粪大肠杆菌	未检出	≤ 10	未检出	未检出
埃希氏杆菌	未检出	不得检出	未检出	未检出
粪链球菌	未检出	≤ 103	未检出	未检出
沙门氏菌	未检出	不得检出	未检出	未检出
志贺氏菌	未检出	不得检出	未检出	未检出

由表 5可见,产品中检测到的需控微生物的种类和含量都符合现有卫生标准[2,13]。因此,用发酵法制取的木薯酸性淀粉产品食用安全。

为了测试和比较木薯酸性淀粉产品代替小麦粉制作面包的性能,用木薯(RUMONGE)酸性淀粉完全代替小麦粉作为主要原料,在相同的面包制作条件下,同时焙烤了木薯淀粉面包和普通小麦粉面包,并在出炉 24 h时同时进行了感观评定,结果见表 6.

据表 6感官评定(定性描述)结果所示,木薯酸性淀粉制作的面包,在结构及色香味等感官性能方面,总体上与普通小麦粉面包相近。将表 6两组感官评定的定量结果(得分数)用计算机"Slide Write Plus- Math.(t- Test)"软件进行数据统计("t- 检验"),结果表明:两组数据之间的差异不显著。这进一步表明木薯酸性淀粉面包与普通小麦粉面包在感官性能上基本相同。

表 6 木薯酸性淀粉制作面包的性能——感官评定*

面包种类	色泽(皮+芯)	嗅觉	味觉	面包上皮		面包下皮		面包蕊			总得分	总平均得分
				厚度	脆性	厚度	脆性	多孔性	松软性	湿润性		
淀粉面包	浅黄色 70.0	香 56.3	柔韧可口 60.0	不厚 73.8	不硬 67.5	不厚 70.0	不硬 63.8	多孔 68.8	松软 66.0	易润湿 51.2	647.4	64.7
面粉面包	棕黄色 74.0	香 55.6	柔韧可口 67.5	不厚 69.5	不硬 66.1	不厚 75.0	不硬 65.0	多孔 67.0	松软 62.5	易润湿 58.2	660.4	66.0

注:* 感官评定的定性描述,来自参评的 20人中的 2/3以上者一致评定的结果;感官评定的各项定量得分(满分 100分),为所有参评的 20人同项得分之和的平均值;"总得分"为各项得分的总和;"总平均得分"为各项得分的总平均值。

显然,由于小麦粉具有粉状微粒特性和易吸水膨胀性[14],而且它含有大量的可消化淀粉——可作为酵母发酵所必需的营养物质,还含有具物理粘弹性的少量谷蛋白;在小麦粉形成面团并揉和放置一段时间后,以及在培烤过程中,一部分淀粉水解为糖并使酵母发酵产气,谷蛋白水合使面团易于膨胀并留住所产气体,形成网络状和气囊[10],使得面团体积

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

增大, 所烤出的面包松软可口, 有一定的筋力和韧性。同样, 发酵法制得的食用酸性木薯淀粉, 虽然几乎不含蛋白质, 但也具有可消化、易吸水膨胀和易被酵母发酵利用 (繁殖生长而产气)的特性, 而且发酵中产生的多糖在面包制作中具有小麦粉谷蛋白 (面筋)的粘弹特性[6],使得面包呈多孔蜂窝状。另外, 食用酸性木薯淀粉还含有乳酸、乙酸等, 这些酸既可食用和促进酵母发酵产气[6,10], 又具有增加食欲的芳香味。因此, 相同配方、相同制作工艺, 食用酸性木薯淀粉完全可以代替小麦面粉制作面包。

参 考 文 献

1 Ofori F, Hahn S K. Tropical Root Crops In Developing Economy. Accra, 1991. 531
2 Silvestre P, Arraudeau M. Le Manioc. Paris, 1982. 262
3 Carrizales M. Cassava Bread Technology And Its Future. Rome, 1991. 196
4 Rwamudanga E. Memoire de Universite du Burundi. Gitega, 1988. 72
5 Hahn S K. Cassava as Livestock Feed in Africa. Ibadan, 1988. 197
6 Brabet C. Rapport Preliminaire a l'Etude de la Fermentation de l'Amidon Aigre de Manioc. Montpellier, 1991
7 Cardenas O S, De Buckle T S. Sour Cassava Starch Production. Journal of Food Science, 1980(2): 1512
8 Pomeeranz Y, Meloqn C E. Food Analysis: Theory and Practice. Kansas: Kansas State University, 1971
9 黄伟坤主编. 食品检验与分析. 北京: 中国轻工业出版社, 1989
10 Tull A. Food and Nutrition. Oxford, 1987. 287
11 Rose A H. History and Scientific Basis and Mirobial Activity. Fermented Food, 1982. 179
12 F A O et P N U E. Bulletin des services agricoles de la F A O et P N U E. Rome, 1985. 21
13 Joffin J N. Jopprfin C. Microbiologie Alimentaire. Bordeaux, 1985
14 Terroine E F. La Qualite du Pain. Annales de Nutrition et Alimentation, 1960(1): 1~ 26

Producing Cassava Sour Food Starch with the Fermentation Technology

Shen Hui　　Wang Mei

(School of Food Science& Technology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi, 214036)

Abstract The compositions of four kinds of cassava tubers available in Burundi have been investigated. The results showed that they are specially composed of a high content of starch (84%~ 90%), as well as some toxic cyantic constituents (count of 100~ 140ppm cyanhydric acid), however the differences of main constituents among them were not marked. The fermentation technology has been emploied to produce the sour food starch as breadstuffs from the cassavas, and the process of fermenting have been studied. The optimal time of fermentation is 28 days. During this period, the pH descended from 7.5 to 3.5, the content of lactic acids increased from 0.1% to 0.56%, and the cyanhydric acids were almost totally removed from the starch. Moreover this product is hygienically qualified and with a good viscoelasticity. The bread made of this starch is of quite high quality.

Key words cassava; starch; fermentation; technology; panification; tasting

(责任编辑: 秦和平)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://ww