

图8 A 的对数与温度的关系

对数据进行进一步的处理得到 α 与温度的关系式:

$$\alpha = 5.6 \times 10^{-6} \cdot e^{0.074876T}$$

T——温度(°C).....⑨

回归⑨经过方差分析,回归关系非常显著。

把式⑨代入式②,即可得到色素变化的数学模型:

OD——时刻 t 的吸光度

OD₀——初始吸光度

T——温度(°C)

t-t₀——经历的时间(min)

有了此模型,就可对色素在有关热过程中的变化情况有了定量的基础,从而为制定合理的工艺参数条件提供理论上的依据。例如在山楂果汁的加工工艺中,果实的软化、果汁的浸提温度与时间、最佳杀菌条件的确定等等,都可通

过运算此模型而得。

3 结论

3.1 初步认为,山楂所含红色物质可能主要是花色苷类色素。

3.2 山楂红色素的热降解遵从一级反应动力学规律。

3.3 山楂红色素热降解数学模型为:

$$OD = OD_0 \cdot e^{-(5.6 \times 10^{-6} \cdot e^{0.074876T})(t-t_0)}$$

参 考 文 献

- 1 Fuleki, T. et al. Quantitative methods for anthocyanins. I. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. J. Food Sci., 1968., 33: 72~77.
- 2 Jurd, L. Spectral properties of flavonoid compounds. In: The Chemistry of flavonoid Compounds. Geissman, New York; T. A. ed. Pergamon Press, 1962, 130~135.
- 3 Francis, F. J. Analysis of anthocyanins. In: Anthocyanins as food colors. Markakis, New York; P. ed. Academic Press, 1982, 181-207.
- 4 Harbone, J. B et al. Phytochemical method, Chapman and Hall, London, 1973.
- 5 Chardson, T. R. et al. Chemical changes in food during processing, Connecticut: AVI publishing company, 1985.
- 6 Markakis, P. ; Anthocyanins as food colors, New York: Academic Press, 1982.

发芽大豆乳的乳酸菌发酵

赵培城 张笑麟 浙江工学院轻工系 310014

摘 要 室温下浸泡8 h、30℃及饱和湿度下发芽大豆制成的豆乳,其必须氨基酸(蛋氨酸除外)皆有不同程度的增加;维生素C达到200 μg/g以上。用80℃0.2%的NaHCO₃溶液对发芽大豆处理2 min,豆乳风味明显改善。品尝得分显著优于发芽但未用热碱处理的发芽大豆乳或未发芽大豆乳。所制成的发芽大豆乳能加速乳酸菌发酵产酸。从干物质损失及发芽效果上看,30℃饱和湿度下发芽30 h为最佳条件。

关键词 发芽大豆 乳酸菌

1 引言

“豆腥味”一直是进一步推广大豆乳饮料的主要障碍,尤其是在欧美及部分亚洲国家如日本等。人们为降低或消除“豆腥味”进行了大量的研究^[1,2],找到了多种方法并取得了一定的效果。但许多方法都有其局限,有的技术太繁琐,有的成本太高导致无法用于实际生产。

近年来,发芽法去除“豆腥味”日益引起人们的兴趣。主要因为这种方法既传统又简单,只要大豆是“活”的,便容易实现。再者,不仅发芽本身可以去除部分“豆腥味”,如果对发芽大豆做适当处理,则能大大减少“豆腥味”^[3]。此外,从发芽大豆乳营养成分测定来看,发芽不仅会使豆乳变得更有利于人类健康,而且可能会促进乳酸菌发酵。

本文旨在探讨大豆发芽之后,必须氨基酸和维生素 C 含量的变化;改变“豆腥味”的程度;以及探讨因发芽而产生的对乳酸菌发酵的影响。

2 材料与方法

2.1 材料

2.1.1 原料

种子大豆(四月白)

2.1.2 供试菌

保加利亚乳酸杆菌、嗜热乳酸链球菌

2.1.3 主要仪器和设备

302A 型调温调湿箱

FDM-Z100 II 型自分离磨浆机

JT75-2型隔水式培养箱

GYB60-6S 高压匀浆泵

PHS-2C 型酸度计

930型荧光光度计

SP-2305全型气相色谱仪

2.2 方法

2.2.1 大豆清洗,室温(25℃)浸泡8h,于30℃下发芽,每隔6h取样测定。

2.2.2 磨浆前以80℃0.2%NaHCO₃溶液处理2min,并保持每批磨浆条件一致。

2.2.3 按3%的量接入混合乳酸菌(两种菌种比例为1:1)。于40℃保温5~6h,直至凝固。然后入4℃冰箱后酵。

2.2.4 各种测定方法

2.2.4.1 粗蛋白测定采用凯氏定氮法。

2.2.4.2 V_C测定详见资料^[4]。

2.2.4.3 风味物质测定采用气相色谱法(色谱条件略)。

2.2.4.4 采用平板稀释法进行活菌计数^[5]。

2.2.4.5 感官评定采用排列顺序法^[6]。

2.2.4.6 pH值及总酸度测定详见资料^[7]。

2.2.4.7 干燥法测定总固形物^[4]。

3 结果与讨论

3.1 发芽后组分上的一些变化

大豆在发芽过程中,组分会发生较大变化。其中有些是很有益的。比如易产气的棉子糖和水苏糖,在经过24h以上发芽后,其总含量减少了50%以上^[4]。这大大改善了豆乳的品质,因为“胀气因子”也是豆乳主要缺陷之一。

至于九种人体必须氨基酸,发芽后也有明显变化,见表1(经30h发芽)。

表1 发芽大豆必须氨基酸的增加情况 %

名 称	Lys	Met	Arg	Phe	Trp	Leu	Ile	Val	Thr
增加率	8.2	-4.1	16.7	19.9	18.1	11.2	2.2	1.2	11.0

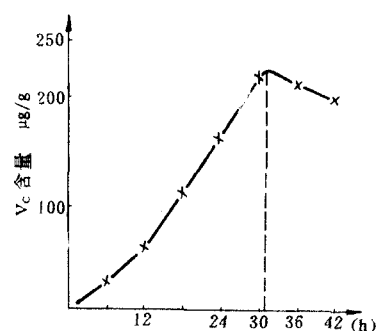


图1 V_C的变化

氨基酸皆有不同幅度的增长。显而易见,氨基酸的增加改善了豆乳的营养。

一般大豆乳含V_C极少。但是,大豆经30h

发芽后, V_c 含量数倍增长, 见图1。

由图1可见, 发芽30 h左右, V_c 含量达到顶峰值(其后有所下降)。意义在于, 不发芽的大豆乳常常以 V_c 强化, 而发过芽的大豆乳不必再以 V_c 强化。从而在根本上弥补了大豆乳的这一天然缺陷。当然, 并非发芽时间越长越好。因为发芽是一生理生化过程, 其间必有物质和能量代谢, 这都需要消耗自身的营养物质。例如实验中测得的干物质损失为6.7%, 以及还原糖不变时, 非还原糖却下降了2.9%左右, 就是这个原因。这一数据与已有文献接近^[4], 此处不重复。

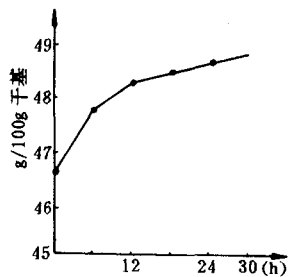


图2 蛋白质含量(干基计)

其二, 发芽时间越长就越增加了微生物污染的机会。因为发芽条件也正是微生物尤其是霉菌的生长繁殖条件。其三, 是蛋白质得率上的略有下降。详见图2、3。

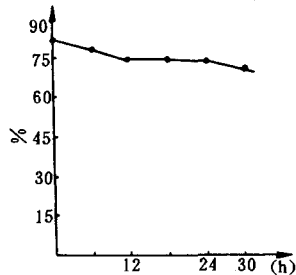


图3 蛋白质得率

从图2看出, 以干基计的蛋白质含量有所增加, 其实不然。由于在发芽过程中, 碳水化合物消耗过快而使蛋白质相对增加。实际上, 蛋白质的绝对含量变化不大。前面所得到的氨基酸的增加, 不是由蛋白质分解而来。

而从图3看, 一味地延长发芽时间, 对蛋白质得率不利, 尽管这种影响不是很大。

综观3个方面, 本实验所选择的30 h 作为发

芽时间还是比较恰当的。

3.2 发芽对风味的影响

“豆腥味”形成机理比较复杂, 现有多种不同的看法。比较易为人们接受的理论是: 大豆中不饱和脂肪酸, 在有水分和空气的条件下, 被脂肪氧化酶氧化分解, 形成一系列腥味物质^[5]。不过这可能是主要因素。最近又有人研究得出: 即使是豆乳生产第一阶段的浸泡, 对“豆腥味”的形成也有影响^[6]。

本文采用传统方法浸泡, 然后发芽、磨浆, 以气相色谱法测定风味物质, 并与未发芽大豆乳比较。结果表明, 在风味物质组成和比例上发生了很大改变。这些风味物质主要有甲酸甲酯、乙醇、乙酸乙酯、醋酸丁酯、双乙酰(尤其是发酵后)、正丙醇、乙酸异戊酯、正丁醇、异戊醇、己酸乙酯等等。

如果从品尝结果来定论, 实质上是“青芽味”取代了“豆腥味”而已。而“青芽味”同样难以接受。采用别人的经验^[4], 以80℃0.2%NaHCO₃的溶液处理发芽大豆2 min, 再磨浆, 与未发芽大豆或发芽大豆但未用热碱处理的样品相比较, 结果见表2。

表2 豆腥味品评统计

样品号	排列得分	评判人次20 样品数3
1	34	超出上限样品2、3号
3	53	超出下限样品无

注: ①1号样品: 80℃的0.2%NaHCO₃处理2 min(发芽)

2号样品: 一般大豆乳(不发芽)

3号样品: 不用热碱处理(发芽)

②腥味愈浓, 得分愈高

由表2得出, 经过80℃的0.2%NaHCO₃溶液处理2 min 的发芽大豆乳, 其风味明显优于未发芽的大豆乳或发芽但未经热碱处理过的大豆乳。

总之, 大豆经过发芽, 再经过热碱处理, 其豆乳风味更易为人们接受。

3.3 发芽大豆乳对乳酸菌发酵的影响

实验表明, 发芽大豆乳对加快乳酸菌发酵

产酸、缩短发酵时间有促进作用,但在活菌数目和最终酸度(pH 值)上相差无几。见表3。

表3 发芽与未发芽大豆乳乳酸菌发酵比较

	凝固时间 (h)	凝固时 pH 值	8 h 后活菌数($\times 10^7$ 个/ml)
未发芽	6~6.5	4.1~4.6	7.19~7.21
发芽	4.5~5	3.8~4.0	7.21~7.22

可见,发酵速度的加快可能与发芽后组分改善有关。因为乳酸菌发酵的营养要求较高,尤其是对于维生素和氨基酸的需求。前面的结果已经证明,发芽后大豆乳在 V_c 和必须氨基酸方面有所增加,即发芽后的大豆乳更适于乳酸菌发酵。

而最终酸度和活菌数目常取决于菌种本身的特性,比如耐酸性。实验结果表明,在耐酸性方面,菌种特性占主导,而发芽作用显得相对较弱。

4 结论

发芽以后,大豆乳在营养品质方面得到明显改善;发芽后磨浆前经过适当处理,豆乳在风味上更易为人们接受;发芽后豆乳可促进产酸,缩短发酵周期;针对特定的乳酸菌,进行特定的发芽处理,结果会更加理想,这有待于今后继续探讨。

参 考 文 献

- 1 W. F. Wilkens et al. Gas Chromatographic and Mass Spectral Analysis. J. Agr. Food Chem, 1970, 18(3): 333~336.
- 2 Oliuer A. L. et al. Isolation and identification of Objectionable Volatile Flavor Compounds in Defatted Soybean Flour. J. Food Sci, 1982, 47(1): 16~18.
- 3 George K. Okumura et al, Process of producing soy milk from sprouted soybeans, U. S. Patent 3 399 997, 854(1); 1968. 186~189.
- 4 郑州粮食学院食品分析方法翻译组译. 食品分析方法, 成都: 四川科学技术出版社, 1986.
- 5 无锡轻工业学院等编. 微生物学, 北京: 轻工业出版社, 1980.
- 6 李衡, 王季襄等. 食品感官鉴定方法与实践. 上海: 上海科技文献出版社, 1990.
- 7 金世琳等编. 乳品工业手册. 北京: 轻工业出版社, 1987.
- 8 D. Thananunkul et al. Degradation of Raffinose and Stachyose in Soybean Milk by α -Galactosidase from *Mortierella vinacea*. J. Food Sci. 1976, 41(1): 173~175.
- 9 Walter J. Wolf. Lipoxxygenase and Flavor of Soy bean Protein Products. J. Agr. Food Chem, 1975, 23(2): 136~141.
- 10 M. M. Mostafa et al. Chemical and Nutritional Changes in Soybean During Germination. Food Chem, 1987, 23(4): 257~275.