

羊奶干酪成熟期间理化和生化特性研究

张富新¹ 李建文²

(1西北农业大学食品系; 2动物科学系, 陕西杨陵 712100)

摘 要 对羊奶干酪成熟 90 d 内理化和生化特性的研究表明: 成熟前期总固体增加速度较快, 后期缓慢; 脂肪、蛋白质、灰分和食盐在整个成熟期间变化不大。在蛋白质降解产物中, 水溶性氮 (WSN) 和非蛋白氮 (NPN) 从第 2 天到第 7 天有较大幅度的增加; 游离氨基酸 (FAA) 中主要是 Ala, Met, Lys, His, Glu 和 Leu, 游离脂肪酸 (FFA) 在成熟期间变化不大。

关键词 羊奶干酪, 理化特性, 生化特性, 成熟, 降解

中图分类号 TS252.53

干酪成熟是一个复杂的物理化学和生物化学变化过程, 有关这方面的研究国外已有报道^[1,2], 但由于生产方法、成熟条件、原料奶种类等因素的影响, 结果差异较大^[2]。我国干酪生产目前正处于起步阶段, 对羊奶干酪成熟期间理化和生化特性的研究未见报道。本研究以西农莎能奶山羊生产的鲜奶为原料生产羊奶硬质干酪, 在成熟 90 d 内研究其理化和生化特性, 为促进我国羊奶干酪的生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 羊奶干酪生产

鲜羊奶过滤后, 经 63℃, 30 min 巴氏杀菌, 冷却至 32~35℃, 添加 2% 的乳酸菌发酵剂 (乳酸链球菌: 乳油链球菌 = 2: 1), 0.15 g·L⁻¹ 的 CaCl₂ 和猪胃蛋白酶 (8 mg·L⁻¹, 效价 1: 120 000), 搅拌均匀, 待其凝固后, 用干酪刀切割成 1 cm³ 的凝块。在 50 min 内升温至 42℃, 迅速排除乳清, 然后装模, 在 1 kPa 的压力下压榨 10 h, 脱模后用 2.5 g·L⁻¹ 的食盐盐渍 20 h, 在不涂膜包装的条件下, 放入 8~12℃, 相对湿度为 90% 的发酵间成熟。

1.2 测定项目及方法

pH 值测定用 Sabry^[3] 的方法; 总固体 (TS)、灰分 (Ash)、食盐 (NaCl)、脂肪 (F) 和蛋白质 (P) 测定用 GB5009.46-85 方法^[4]; 水溶性氮 (WSN) 和非蛋白氮 (NPN) 用干酪成熟产物测定方法^[5]; 游离氨基酸 (FAA) 用 121-MB 型氨基酸自动分析仪测定; 游离脂肪酸 (FFA) 用血液中 FFA 测定方法^[6]。

2 结果与分析

2.1 羊奶干酪成熟期间物理化学特性

由表可见, 干酪成熟初期 pH 值有逐渐下降的趋势, 45 d 后趋于稳定。总固体在成熟期间逐渐增加, 45 d 前增加速度较快, 之后增加缓慢。脂肪、蛋白质、灰分和食盐在整个

成熟期间变化不大,灰分中主要成分是食盐。这与 Fontecha^[1]报道的硬质羊奶干酪变化规律一致。

表 1 羊奶干酪成熟期间物理化学变化

成熟期 (d)	pH	TS(%)	F(% TS)	P(% TS)	Ash(% TS)	NaCl(% TS)
2	5. 64	54. 39	52. 59	37. 49	9. 38	7. 94
7	5. 62	55. 24	54. 06	36. 93	9. 27	7. 98
15	5. 55	58. 60	54. 23	35. 46	9. 13	7. 87
30	5. 44	60. 02	54. 05	35. 02	9. 05	8. 01
45	5. 37	63. 34	53. 70	34. 81	8. 95	7. 66
60	5. 35	63. 36	53. 52	34. 76	9. 14	7. 74
75	5. 35	63. 76	52. 52	35. 32	9. 25	8. 01
90	5. 34	64. 15	52. 51	35. 83	9. 52	8. 00

2. 2 羊奶干酪成熟期间蛋白质的降解

干酪成熟期间蛋白质的降解对其质量影响较大。由表 2 可见,WSN 和 NPN 在成熟前 7 d 内变化较大,第 7 d 时 WSN 和 NPN 比第 2 天分别增加了 23. 8% 和 49. 6%,说明羊奶干酪成熟初期蛋白质降解速度较快。WSN 在成熟 45 d 时达到最大值,之后趋于稳定,而 NPN 在成熟 7 d 后一直呈缓慢上升趋势。N⁻NH₂在整个成熟期间变化不大,且一直处于较低水平。

表 2 羊奶干酪成熟期间蛋白质的降解

成熟期 (d)	TN(%)	WSN(% TN)	NPN(% TN)	N ⁻ NH ₂ (% TN)
2	3. 19	18. 18	8. 15	0. 30
7	3. 20	22. 50	12. 19	0. 39
15	3. 26	23. 01	12. 88	0. 40
30	3. 29	24. 32	13. 68	0. 41
45	3. 47	25. 50	13. 74	0. 40
60	3. 46	25. 14	13. 87	0. 41
75	3. 53	25. 21	14. 16	0. 43
90	3. 60	25. 28	14. 44	0. 49

表 3 羊奶干酪成熟期间游离氨基酸的变化 mg·kg⁻¹

氨基酸	成熟期 (d)							
	2	7	15	30	45	60	75	90
Asp.	6. 71	9. 50	6. 83	5. 75	10. 69	6. 85	9. 45	13. 16
Thr.	38. 26	51. 60	63. 52	66. 21	19. 08	19. 09	19. 75	26. 99
Ser.	81. 10	95. 24	99. 07	85. 07	65. 02	61. 25	70. 40	71. 59
Glu.	51. 16	75. 11	70. 63	57. 10	53. 92	51. 53	53. 71	55. 67
Pro.	21. 89	27. 42	23. 55	29. 03	16. 83	10. 46	14. 84	15. 77
Gly.	110. 55	156. 81	121. 29	126. 46	140. 51	134. 40	138. 17	147. 28
Ala.	28. 71	48. 32	24. 83	24. 56	41. 68	47. 49	48. 70	61. 64
Val.	47. 13	89. 50	97. 61	101. 28	96. 46	109. 32	116. 80	134. 27
Met.	17. 89	21. 84	14. 23	14. 22	28. 29	25. 65	26. 21	46. 32
Ileu.	45. 42	65. 18	66. 64	100. 09	69. 80	71. 86	81. 80	102. 02
Leu.	12. 25	15. 43	12. 07	19. 31	11. 58	12. 19	14. 89	16. 85
Tyr.	17. 36	22. 73	22. 93	22. 84	23. 34	22. 74	30. 08	36. 59
Pha.	93. 91	80. 71	86. 81	68. 77	131. 40	158. 81	154. 43	187. 51
Lys.	18. 02	112. 40	120. 00	131. 32	171. 69	169. 63	162. 07	192. 02
His.	18. 26	18. 13	8. 23	8. 49	7. 71	9. 60	9. 76	23. 58
Arg.	609. 26	789. 92	830. 14	861. 00	888. 00	910. 87	959. 26	1131. 26
总量								

FAA随干酪成熟期延长逐渐增加,其中 Ala, Met, Lys, His, Glu, Leu为干酪中主要六种氨基酸,由表 可见,与 Sabry^[3]报道的 Stilton干酪中主要氨基酸变化规律相类似从单一氨基酸变化规律来看,并不是所有氨基酸在成熟期间都逐渐增加,一些氨基酸(如 Asp, Ala, Ileu等)随成熟期延长有时降低,有时增加。这说明由蛋白质降解产生的游离氨基酸可进一步相互转化,或者是乳酸菌产生的脱氨酶、脱羧酶、转氨酶以及转氨基酸侧链的酶将氨基酸转化为胺、 α -酮酸和其他一些氨基酸,或者是游离氨基酸作为乳酸菌生长物质被利用^[3,7]。

2.3 羊奶干酪成熟期间脂肪的分解

大量研究表明,干酪中总脂肪酸在成熟期间几乎无显著变化^[1,2],但在成熟过程中,由于酯酶的作用使甘油三酯中的脂肪酸分解为游离脂肪酸(FFA)因此,可通过检测干酪中 FFA的变化来判断脂肪的分解程度

表 4 羊奶干酪成熟期间 FFA的变化 mol m⁻³

样品	成熟期 (d)							
	2	7	15	30	45	60	75	90
干酪	6. 38	6. 75	7. 25	7. 50	8. 19	8. 63	8. 56	8. 75
脂肪	22. 31	22. 61	22. 82	23. 12	24. 08	24. 63	25. 56	26. 04

由表 可见,干酪和脂肪中 FFA随成熟期延长有稍微增加的趋势,但与 Fontecha^[1]和 Martin-Hernandez^[2]报道的羊奶干酪相比,不仅 FFA含量较低,而且变化不大。表明羊奶干酪成熟期间脂肪分解较弱,这对防止羊奶干酪膻味的形成非常有利

3 小结与讨论

3.1 WSN和 NPN的变化

WSN和 NPN是衡量干酪中蛋白质降解程度的重要指标。WSN与干酪中残存的凝乳酶活性有关。据 Holmes^[8]研究表明,pH值在 6.0时干酪中胃蛋白酶的活性最高,pH值从 6.0下降到 5.2时,酶的活性逐渐下降。本研究中,羊奶干酪成熟第 2~7天时的 pH值处于胃蛋白酶活性较高的范围,加之干酪成熟初期水分含量较高,对 WSN的形成非常有利。但随着干酪成熟期的延长,干酪中残存的乳酸菌产生的肽酶对 WSN的进一步降解而形成 NPN,这样 WSN与 NPN就处于动态平衡状态,这种平衡决定于干酪中凝乳酶与乳酸菌酶的特性,若凝乳酶降解蛋白质能力大于乳酸菌酶的降解能力,WSN中 NPN的比便就较低,反之,NPN的比例就高。

3.2 蛋白质降解产物与干酪风味

蛋白质降解产物是形成干酪风味的物质基础。Aston^[9]发现干酪的风味主要存在于水溶性氮中,通过凝胶渗透和超滤技术对水溶性氮研究表明,这些风味物质是一些分子量小于 1000的小分子化合物,特别是蛋氨酸和亮氨酸尤为重要。Marth^[10]也强调游离氨基酸及其降解产物与干酪风味的关系。本研究中,虽然蛋白质降解产生的游离氨基酸总量较低,但蛋氨酸和亮氨酸所占比例较高,通过感观评定,羊奶干酪风味纯正,滋味浓郁,说明蛋氨酸和亮氨酸对羊奶干酪风味形成有重要作用。由于形成干酪风味物质比较复杂,有关氨基酸种类、比例以及氨基酸进一步降解产物对羊奶干酪风味的影响,还有待进一步研

究。

3.3 脂肪的分解

在干酪成熟期间,脂肪的分解主要是干酪中酯酶对脂肪作用的结果,酯酶主要来源于原料乳、发酵剂菌种以及一些污染菌。羊奶中酯酶仅为牛奶的三分之一^[11],在碱性条件下具有较强的活力,酸性条件能抑制其活性。本研究中脂肪分解较弱可能与干酪成熟期间pH值较低和原料奶经巴氏杀菌有关。

参 考 文 献

- 1 Fontecha J, Pelaez C, Juarez M *et al.* Biochemical and Microbiological characteristics of Artisanal hard goat's cheese. *J Dairy Sci*, 1990, 73: 1150
- 2 Martín-Hernández M C, Juárez M. Biochemical characteristics of three type of goat cheese. *J Dairy Sci*, 1992, 75: 1747
- 3 Sabry M, Fox P F. Studies on the ripening of stilton cheese. Proteolysis. *Food Chem*, 1987, 25: 13
- 4 中华人民共和国卫生部. GB5009, 46-8食品卫生检验方法理化部分. 北京: 中国标准出版社, 1986: 68
- 5 乳品工业手册编写组. 乳品工业手册. 北京: 轻工业出版社, 1987: 854
- 6 北京农业大学主编. 动物生物化学实验指导. 北京: 农业出版社, 1986: 30
- 7 Servaas Visser. Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavour, An overview. *J Dairy Sci*, 1993, 76: 329
- 8 Holmes D G, Duersch J W, Ernstrom C A. Distribution of milk clotting enzymes between curd and whey and their survival during cheddar cheese making. *J Dairy Sci*, 1993, 76: 329
- 9 Aston J. Contribution of the components of the water-soluble fraction to flavour of cheddar cheese. *N Z J Dairy Sci Technol*, 1986, 21: 229
- 10 Marth E H. Microbiological and chemical aspects of cheddar cheese ripening. A review. *J Dairy Sci*, 1963, 46: 869
- 11 金世琳. 关于山羊奶的加工工艺若干问题(第一部分). *中国乳品工业*, 1993, 21(4): 154

Studies on the Physicochemical and Biochemical Characteristics of Goatmilk Cheese during Ripening Period

Zhang Fuxin¹ Li Jianwen²

(¹ Department of Food Science; ² Department of Animal Science, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The study on the physicochemical and biochemical characteristics of goat cheese within a ripening period of 90 days showed that the total solid of cheese increased fast during the primary ripening and then slowed down. The fat, protein, ash and salt appeared no significant changes during ripening. In degradation products of protein, water soluble nitrogen (WSN) and non-protein nitrogen (NPN) increased rapidly from 2nd to 7th day of ripening. The main free amino acids (FAA) were Ala, Met, Lys, His, Glu and Leu. The changes of free fat acids (FFA) were not obvious in the whole ripening periods.

Key words goatmilk cheese, physicochemical and biochemical characteristics, degradation, ripening