KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 23, No. 5, pp. 610~613(1991)

쌀의 취반 후 휘발성 성분 발생량 변화

이병영 · 손종록 · 松倉湖 · 貝沼圭二* · 前川昭男**
농업기술연구소, *일본 식품총합연구소, **일본 동경농업대학

Changes of Volatile Components of Cooked Rice during Storage at 70℃

B.Y. Lee, J.R. Son, Matuskura Ushio*, Kainuma Keiji* and Maekawa Akio**
*Agriculture Sciences Institute, *National Food Research Institute, Japan,*
***Tokyo University of Agriculture, Japan*

Abstract

The changes of volatile components of cooked rice during storage at 70℃ for 5 hr were investigated. Among more than 100 volatile components of fresh cooked rice, the predominant one was hexanal followed by nonanal, acetone, pentanal, butanal, heptanal, octanal and toluene. These eight components comprised about 55% of the total volatile, which was decreased by half after one hour storage. The amount of major volatile components in Tongil type rice was higher than Japonica rice, but the decrease of volatiles during storage was faster in the former.

Key words: cooked rice, volatile component, Korean rice

서 론

쌀밥의 식미 결정요소 중 하나인 냄새에 대하여는 지금까지 주로 관능적 조사에 의존하고 있는데 냄새 성분들은 휘발성이 강하므로 취반 후 시간차에 따라 발생량에 차가 있어 식미에도 영향이 있을 것이다. 그러므로 밥의 냄새를 취반 후 시간경과에 따른 변화를 구명하면 식미변화를 알아보는데 기초자료가 될 것이다.

쌀의 휘발성성분의 연구보고를 보면 남 등[1] 취반시 온도에 따라 생성되는 누른밥의 성분과 함께 휘발성성분의 변화를 조사하였으며, 최 등[2]은 숭늉 향기성분 중 pyrazine 및 carbonyl 화합물을 분리 동정하였다. 그리고 김 등[3]은 관능조사에 의하여 밥의 향기를 알아보았다. Tsugita 등[4]은 Tenax headspace로 휘발성성분들을 포집하여 GC와 GC-MS을 이용 측정 동정하였다. 그리고 Yajima 등[5]은 쌀밥에서 발생되는 휘발성성분 중 92종을 동정 분리하였다. 또한 Ayano 등[6], Endo 등[7]들의 보고에 의하면 쌀밥의 주요 휘발성성분들은 acetone, butanal, pentanal 그리고 hexanal이라고 하였으며, Tsugita 등[8]은 3-methylbutanal, peptanal, octanal, nonanal, toluene과 2-pentyfuran이 쌀밥에서 발생하는 주요 휘발성성분이라 하였다.

이상의 현황과 연구내용을 기초로 하여 필자들은 취반 후 시간경과에 따라 발생되는 휘발성성분들의 변화를 조사 밥을지어 바로 먹을 때와 시간이 경과하여 먹을 때 감지되는 냄새의 차를 알아보기 위하여 쌀밥의 주요 휘발성성분으로 이미 알려진 10가지 중 8가지 즉 acetone, butanal, pentanal, toluene, hexanal, heptanal, octanal 및 nonanal의 표준용액을 조제 gas chromatogram에 나타나는 면적당 량을 구하고, 한국산 쌀 일본형과 통일형으로 밥을지어 여기서 발생하는 이들 휘발성성분의 취반 후 발생량 변화를 조사 종합 정리하여 보고한다.

재료 및 방법

표준 휘발성성분의 카스크로마토그람 측정

쌀밥에서 발생하는 주요 휘발성성분의 표준용액인 아세톤(acetone), 브탄날(butanal), 펜탄날(pentanal), 토우루엔(toluene), 핵산날(hexanal), 헵탄날(heptanal), 옥탄날(octanal) 및 노난날(nonanal)을 ethyl ether로 10,000배 희석 혼합액을 만들고 이 용액을 1 μl의 microsyringe로 정확히 0.05 μl 취하여 Tsugita 등[4]의 방법에 따라 GC-MS(Hitachi Model 063 gas chromatograph)와 GC(gas chromatograph)로 각 성분을 확인, 양을 측정하였다. 각 휘발성 성분들의 면적은 GC 자체내에 있는 컴퓨터에 의해 전산처리 계산되었으며 각 휘발성성분들의 희석배수 및 주입량에 대한 면적당 휘발성 성분량을 기준하여 계산하였다.

취반미의 시간경과에 따른 휘발성성분 발생량의 측정

공시품종은 수원 작물시험장, 호남 작물시험장 및 영남 작물시험장에서 재배생산된 미곡으로써 일본형(추청벼,

Corresponding author: Byoung-Young Lee, Agriculture Sciences Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

소백벼, 상풍벼, 오대벼, 밀양 80호)과 통일형(태백벼, 삼강벼, 수원 333호, 수원 337호, 밀양 82호) 각 5품종을 사용하였다. 백미는 일본 Satake 회사에서 제작 보급한 실험실용 정미기(MCM-250)로 도정하면서 New M.G. 용액으로 도정도를 판별, 10분도의 쌀로 가공하여 저온저장고(5℃)에 보관하면서 사용하였다.

밥은 쌀 50g을 정평하여 가볍게 3회 세척한 후 500 ml용 공전 삼각프라스크에 넣고 물을 쌀 무게의 1.4배 가하여 끓은 물속에 넣어 50분 동안 취반하였다. 취반 중 프라스크는 saran warpping(poly vinylchroride) 필름으로 밀봉하여 취반 중 휘발성성분의 휘발을 가능한 막아주었다. 취반 후 사란 랩핑 필름을 벗기고 상온에 1분간 방치하여 프라스크내에 축적된 휘발성성분을 날려보낸 후 후라스크에 가지 유리관을 설치, 한쪽 가지에는 Tenax GC관{L자형 pyrex 유리관(4 mm i.d.×20 cm)으로 Tenax GC ca. 200 mg을 충진}과 연결하고 다른 한쪽 가지에는 질소가스가 주입되도록 하여 질소가스의 유속을 30 ml/min로 삼각프라스크에 유입 발생되는 휘발성 성분을 Tenax GC관으로 보내어 30분 동안 포착시켰다. 그 후 이 취반미는 프라스크가 열려진 상태로 전기밥통(보온 온도 70℃)에 보존하면서 1시간 간격으로 5시간까지 30분간 휘발성성분을 포착 발생량을 측정하였다. 측정방법은 쌀밥의 주요 휘발성성분의 표준용액이 gas chromatogram에 나타난 면적당량 측정에 사용한 GC 및 GC조건으로 하였으며, 여기서 확인된 각 휘발성성분의 retention time을 적용하였다. 다만 Tenax GC관 내에 포착되어 있는 휘발성성분의 GC로 주입은 Tenax GC관을 GC에 연결하고 측정기간 동안 200℃을 유지시켜 주면서 질소가스 1.5 ml/min를 Tenax GC관에 유입, 휘발성성분이 GC에 주입되도록 하였다. 분석된 각 휘발성성분은 일본형과 통일형으로 분리 평균하여 나타냈다.

결과 및 고찰

표준 휘발성성분의 가스크로마토그램

쌀밥에서 발생되는 주요 휘발성성분으로 이미 알려진 10여 종류 중 아세톤, 브탄날, 팬탄날, 토우루엔, 핵산날, 헵탄날, 옥탄날 그리고 노난날의 혼합물을 ethyl ether로 10,000배 희석한 용액 0.05 μl가 가스크로마토그람에 나타난 휘발성성분들의 면적은 반복간에 큰 차이없이 명확하게 나타나 토우루엔이 41,273으로 가장 컸으며 다음으로 아세톤이 29,243, 노난날이 19,279, 부탄날이 17,438, 햅탄날이 16,477, 팬탄날이 13,456이었으며 옥탄날 13,411로 가장 적었다. 상대 면적당 주요 휘발성성분의 량은 옥탄날이 0.387×10⁻⁶ μl/area로 가장 컸으며 다음으로 팬탄날 0.378×10⁻⁶ μl/area, 핵산날 0.353×10⁻⁶ μl/area, 햅타날 0.310×10⁻⁶ μl/area, 부탄날 0.290×10⁻⁶ μl/area, 노난날 0.286×10⁻⁶ μl/area, 아세톤 0.171×10⁻⁶ μl/area이었으며, 토우루엔 0.122×10⁻⁶ μl/area로 가장 적었다 (Fig. 1 및 Table 1).

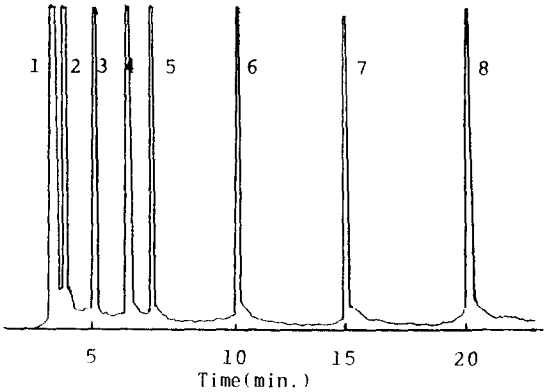

Fig. 1. Identification of standard components by gas chromatograph

Table 1. Tantative determination on amount of standard components

Peak number	Retention time (min.sec.)	Volatile component	Amount (10^{-6} μl/area)
1	3 : 21	acetone	0.171
2	3 : 70	butanal	0.290
3	5 : 01	pentanal	0.378
4	6 : 25	toluene	0.122
5	7 : 42	hexanal	0.353
6	10 : 41	heptanal	0.310
7	15 : 54	octanal	0.387
8	20 : 48	nonanal	0.286

취반미의 경과에 따른 휘발성성분 발생량

쌀밥에서 발생하는 휘발성성분이 가스크로마토그람에 나타난 peak의 수는 Fig. 2과 같이 100개가 넘었으며, 이들 peak 중에서 머무름 시간으로 보아 No. 6, 9, 15, 21, 24, 35, 50 및 63이 각각 아세톤, 브탄날, 팬탄날, 토우루엔, 핵산날, 헵탄날, 옥탄날 및 노난날로 이들이 전체 peak 면적의 55% 정도를 차지하여 대체적으로 넓은 면적을 나타내고 있었다. 이러한 결과는 Yajima 등[5], Ayano 등[6], Endo 등[7] 및 Tsugita 등[8]의 보고와 거의 일치함을 알 수 있었다.

Table 2에서 50g의 쌀을 취반한 밥에서 시간별로 30분 동안 발생되는 이들 휘발성성분 량을 보면 취반 직후에 핵산날이 일본형과 통일형의 평균치가 3,183×10⁻⁶ μl로 이들 휘발성성분의 전체 발생량 5,485×10⁻⁶ μl의 57.05 %를 차지하여 가장 많고, 다음으로 아세톤, 팬탄날, 브탄날, 노난날, 옥탄날, 햅탄날 순위였으며 토우루엔 52×10⁻⁶ μl로 가장 적어 전체 발생량의 1% 정도 밖에 안되었다. 그리고 취반 후 1, 2, 3, 4 및 5시간이 경과함에 따라서도 핵산날의 발생량이 각각 1,616, 1,115, 641, 357 및 332×10⁻⁶ μl로 전체 발생량 각각 2,739×10, 1,728×10, 1,086×10, 808×10 및 577×10⁻⁶ μl에 대한 비율이

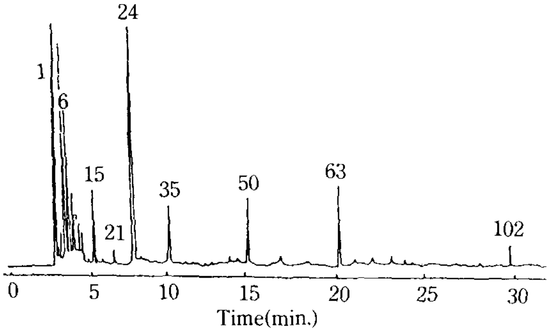

Fig. 2. Gas chromatogramms of volatiles of cooked rice

6; acetone, 9; butanal, 15; pentanal, 21; toluene, 24; hexanal, 35; heptanal, 50; octanal, 63; nonanal

56.6~64.1%를 차지하여 다른 휘발성성분들 보다 매우 높았다. 이러한 결과로 한국산 미곡의 밥에서 발생하는 휘발성성분 중 핵산날이 가장 많은 양이라는 것을 알 수 있었다.

쌀밥에서 발생되는 휘발성성분들의 량은 취반 후 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향이었는데 감소폭은 매우 커 취반 직후부터 1시간 간격으로 5시간까지 측정된 시간별 전체량 평균치(일본형 및 통일형)가 취반 직후 5,485×10^{-6} μl인데 비해 1시간 경과 후는 2,730×10^{-6} μl로 50% 정도, 2시간 경과 후는 1,728×10^{-6} μl로 32% 정도, 3시간 경과 후는 1,086×10^{-6} μl로 20% 정도, 4시간 경과 후는 808×10^{-6} μl로 15%, 5시간 경과 후는 577×10^{-6} μl로 11% 정도 밖에 발생하지 않았다. 그리고 비교적 감소폭이 적은 성분은 아세톤과 핵산날이었으며 옥탄날이 감소폭이 가장 컸다. 그런데 노난날은 취반 직후에 일본형이 211×10^{-6} μl, 통일형이 432×10^{-6} μl였는데, 1시간 경과 후에 각각 588×10^{-6} μl 및 341×10^{-6} μl, 2시간 경과 후에 각각 222×10^{-6} μl 및 249×10^{-6} μl로 일본형은 취반 직후보다 발생량이 많았다. 그리고 3시간 경과 후에도 다른 휘발성성분들 보다 발생량의 감소폭이 적었다. 이러한 결과로 취반 후 쌀밥에서 발생하는 휘발성성분의 양은 취반 직후와 시간경과에 따라 많은 차가 있음을 알 수 있었다. 그리고 주요 휘발성성분 중 노난날은 일본형 쌀에서는 취반 직후보다 1시간 정도 경과 후에 더 많이 발생되며, 휘발속도도 다른 휘발성성분 보다 느림을 알 수 있었다.

일본형과 통일형간에 휘발성성분의 발생량을 비교하여 보면 전체 휘발성성분이 취반 직후에 일본형이 4,193×10^{-6} μl, 통일형이 6,777×10^{-6} μl으로 일본형이 통일형 보다 많았으나 1시간 후에는 일본형이 3,200×10^{-6} μl, 통일형이 2,188×10^{-6} μl로 일본형이 통일형 보다 많았다. 그리고 2, 3, 4, 5시간 후에도 일본형이 통일형 보다 많았다. 그러나 취반 직후부터 각 시간별로 30분씩 발생한 전체량은 일본형이 1,2791×10^{-6} μl, 통일형이 1,2083×10^{-6} μl으로 두 형간에 큰 차가 없었다. 이러한 결과로 보아 일본형은 통일형 보다 휘발성성분의 휘발속도가 늦다는 것을 알 수 있었으며 두 형간에 전체 발생량은 큰 차가 없을 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼때 쌀밥에서 풍기는 냄새는

Table 2. Effect of storage time on volatile component of cooked rice

Storage time (hr)	Rice type	Volatile components (10^{-6} μl/30 min/50g milled rice)								Total
		Acetone	Butanal	Pentanal	Toluene	Hexanal	Heptanal	Octanal	Nonnanal	
0	Japonica	427	324	354	41	2,414	200	222	211	4,193
	Tongil	634	526	510	63	3,952	322	338	432	6,777
	Average	531	425	432	52	3,183	261	280	321	5,485
1	Japonica	251	188	173	25	1,925	127	13	588	3,290
	Tongil	185	123	125	10	1,307	90	7	341	2,188
	Average	218	156	149	17	1,616	109	10	464	2,739
2	Japonica	169	89	117	12	1,483	96	12	277	2,225
	Tongil	72	51	73	6	746	56	5	222	1,231
	Average	121	70	95	9	1,115	76	8	249	1,728
3	Japonica	109	69	81	10	821	41	6	215	1,352
	Tongil	64	42	51	3	462	24	0	173	819
	Average	87	55	66	7	641	33	3	194	1,086
4	Japonica	104	48	57	7	549	33	5	169	972
	Tongil	49	33	41	0	365	18	0	137	643
	Average	77	40	49	4	357	25	3	153	808
5	Japonica	92	37	32	6	412	18	0	132	729
	Tongil	34	21	22	0	252	12	0	84	425
	Average	63	29	27	3	332	15	0	108	577
Total	Japonica	1152	755	814	101	7,604	515	258	1,592	12,791
	Tongil	1,038	796	822	82	7,084	522	350	1,389	12,083
	Average	1,095	776	818	91	7,344	518	304	1,490	12,437

취반 후 시간경과에 따라 상당한 차가 있으므로 취반 후 시간경과에 따라 냄새에 의한 밥맛에도 영향을 크게 미칠 것으로 생각된다. 그리고 밥은 가급적 먹을 때 바로 지어먹는 것이 쌀의 고유한 냄새를 많이 감미할 수 있다는 것을 재확인하였다.

요 약

취반 후 시간경과에 따른 쌀밥의 주요 휘발성성분의 발생량 변화를 구명하기 위하여 일본형과 통일형 각 5 품종을 10분도로 도정 공시료로 하여 취반 후 주요 휘발성성분의 발생량 변화를 조사하였던 바 가스크로마토그람에 나타난 휘발성성분의 peak 수는 100여개가 넘었으며, 이중에서 아세톤, 브탄날, 펜탄날, 토우루엔, 핵산날, 헵탄날 및 노난날이 전체 peak 면적의 55% 정도를 차지하였다. 그리고 이들 휘발성성분 중 발생량이 가장 많은 것은 핵산날이었으며, 다음으로 아세톤, 펜탄날, 브탄날, 옥탄날 및 헵탄날 순위었으며, 토우루엔이 가장 적었다. 취반 후 시간이 경과함에 따라 휘발성성분들의 발생량은 급격히 감소하여 취반 직후에 비하여 1시간 후에 50%로 떨어졌으며 5시간 후에는 11% 밖에 발생하지 않았다. 그리고 휘발성성분들 중 노난날은 취반 직후보다 1시간 후에 더 많이 발생하며 발생속도도 다른 휘발성성분 보다 느렸다. 일본형과 통일형간의 휘발성성분 발생량은 취반 직후에는 통일형이 일본형보다 많았으나 1시간 후부터는 일본형이 많았다.

문 헌

1. 남주홍, 최홍식, 권태완 : 숭늉의 香味成分에 關한 研究 1. 炊飯時 온도에 따라 生成되는 누른밥의 成分變化에 對하여. 한국식품과학회지, 5, 183(1973)
2. 최홍식, 남주형, 김택제, 권태완 : 숭늉의 香味成分에 關한 研究 2. 숭늉 香氣成分中 pyrazine 및 carbonyl 化合物에 關하여. 한국식품과학회지, 7, 15(1975)
3. 김종군, 황진선, 김우정 : 쌀 품종에 따른 쌀밥의 물리적 및 관능적 특성연구 I. 저장중 쌀밥의 풍미 및 겉모양의 변화. 한국농화학회지, 30, 109(1987)
4. Tsugita, T., Imai, T., Doi, Y. Kurata, T. and Kato, H.: GC and GC-MS analysis of headspace volatiles by tenax GC trapping techniques. *Agric. Biol. Chem.*, 43, 1351(1979)
5. Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakibara, H. and Habu, T.: Volatile flavor components of cooked rice. *Agric. Biol. Chem.*, 42, 1229(1978)
6. Ayano, Y. and Furuhashi, T.: *Chiba Daigaki Engeigakubu Gakujutsu Hokoku*, 18, 53(1970)
7. Endo, I., Chikubu, S. and Tano, T.: Mearurement of volatile carbonyl compounds in the vapor of cooked rice. *J. Japaness Soc. Food Sci. Technol.*, 24, 142(1977)
8. Tsugita, T., Kurata, T. and Kato, H.: Volatile components after cooking rice milled to different degree. *Agric. Biol. Chem.*, 44, 835(1980)

(1991년 8월 7일 접수)