

승능제조용 찐백미의 볶음조건에 따른 이화학적 특성변화

하태열·전향숙·이 찬*·김영희**·한 억***
한국식품개발연구원, *한서대학교 식품생물공학과,
양산대학 전통조리과, *호서대학교 식품영양가공학부

Changes in Physicochemical Properties of Steamed Rice for Soong-Neung during Roasting

Tae Youl Ha, Hyang Sook Chun, Chan Lee*, Young Hee Kim** and Ouk Han***

Korea Food Research Institute,

**Department of Food & Biotechnology, Hanseo University*

***Department of Traditional Food Preparation, Yongsan College*

****Department of Food Nutrition and Processing, Hoseo University*

Abstract

Changes in physicochemical characteristics of steamed rice during roasting were investigated. Steamed rice was roasted at various temperature (150~220°C) for various time (10~30 min). L and b Hunter color values of steamed rice were decreased, but E value was increased by roasting. The water absorption index and the water solubility index were gradually with increasing roasting temperature and time up to 200°C for 30 min, but decreased at 220°C for 20 min. The yield of water extracts from steamed and roasted rice were sharply increased with increasing roasting temperature and time, however, precipitates and turbidity were decreased. The content of reducing sugar was slowly increased up to 200°C and remarkably increased above it. The contents of amino acids were decreased by roasting. Among them, cystine, lysine and serin were significantly reduced with increasing roasting temperature.

Key words: steamed rice, roasting, physicochemical property

서 론

승능은 쌀을 이용한 우리나라의 대표적인 전통고유 음료이나 오늘날 식생활 양식이 바뀌고 취반형태도 대부분 전기밥솥에 의존하고 있어 승능을 얻으려면 별도로 밥을 태워야 하는 등의 번거로움 때문에 우리의 일상적인 음료에서 멀어져 가고 있다. 승능에 관한 과학적 연구로서는 남등¹⁾의 승능의 향기성분에 관한 연구가 보고되어 있으며, 그들은 재래식 취반방법을 이용한 실험에서 솥에 수분이 없어진 후 220~250°C에서 3~4분간 가열할 때 갈변이 일어나며, 이 갈변한 누룽지 부분에서 전분이 분해하여 포도당이나 텍스트린이 생기고 구수한 냄새성분도 생성된다고 보고하였다. 또한 취반시 취반온도에 따라 생성되는 누른밥의 주요화학

적 성분변화를 조사한 결과 총당과 carbonyl 화합물, phenol 화합물 등의 휘발성분이 급증하였으며 승능의 향기는 주로 pyrazine 화합물과 carbonyl 화합물에 의한다고 보고하였다²⁾. 이러한 연구결과는 재래식 취반방법에 의하여 얻어진 승능에 관한 연구이며 승능의 대량생산 및 산업화에 관한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 사라져 가고 있는 승능음료의 대중화를 위한 승능의 산업적 제조공정 개발을 위한 기초연구로서 승능의 품질을 좌우하는 큰 요인인 볶음공정에서 볶음조건에 따른 찐백미의 이화학적 특성변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 주 원료인 쌀은 충청버들농협에서 구입하였고 실험에 이용된 그밖의 시약은 일급 또

Corresponding author: Tae Youl Ha, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

는 특급을 사용하였다.

시료의 제조

쌀을 깨끗이 세정하여 3시간 동안 수침한 후 건져서 물기를 뺀 다음 사각으로 된 찜틀에서 4 Kg/cm² 전후의 수증기압으로 15분간 증자하였다. 증자한 고두밥을 열풍건조기(60°C)에서 수분함량 15% 전후로 건조시킨 후 원통형 회전식 자동 볶음기를 이용하여 볶음 온도 150~220°C 범위에서 10, 20, 30분간 볶음처리 하였다.

색 도

시료의 색도변화를 측정하기 위하여 원통모양의 시료용기(내경 2 cm, 높이 1 cm)에 담아 색차계(Color and color difference meter, Model UC 600 IV, Yasuda Co, Japan)를 이용하여 L (Lightness)값, a (redness)값, b (yellowness)값, ΔE값을 측정하였다. 이때 표준색은 L=89.2, a=0.921, b=0.78의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)

시료의 수분흡수지수(WAI, water absorption index)와 수분용해도지수(WSI, water solubility index)는 시료를 60메쉬로 분쇄하여 Anderson⁽⁹⁾의 방법으로 측정하였다. 즉 WAI는 건조시료 1 g에 함유된 수분함량으로 환산하였고 WSI는 상등액중의 고형분량을 백분율로 나타내었다.

가용성 고형분량, 침전물 생성량, 탁도의 측정

가용성 고형분량은 시료 5 g에 증류수 50 mL를 넣어 끓는 온도에서 30분간 가열추출한 후 여과지(Toyo No.2)로 여과하였다. 추출액을 105°C에서 증발건조시킨 후 그 무게를 측정하여 시료 건물량에 대한 백분율로 나타내었다. 침전물 생성량은 김 등⁽⁴⁾의 방법에 따라 여과한 시료 10 mL를 눈금실린더에 넣고 5°C 냉장고에서 24시간 동안 저장한 다음 침전부위의 용량을 mL로 측정하였다. 탁도는 가열 추출한 시료를 6배로 희석한 다음 spectrophotometer를 이용하여 590 nm에서의 흡광도로 표시하였다.

환원당의 측정

시료중 환원당은 60메쉬로 분쇄한 시료 2 g을 취하여 25 mL의 증류수에 넣어 2시간 동안 교반한 후 10,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 시료로 취하여 Somogy-Nelson법⁽¹⁰⁾로 측정하였다.

아미노산의 분석

60메쉬로 분쇄한 시료 100 mg을 ample에 취하여 6 N HCl 2 mL를 넣고 100°C에서 24시간 가수분해시킨 후 여과하여 감압 건조시켰다. 건조된 시료에 loading buffer (0.2 N sodium citrate buffer, pH 2.2) 2 mL를 가한 후 membrane filter (0.25 μm)로 여과하여 아미노산 자동분석기(LKB 4151, Alpha plus)로 분석하였다.

결과 및 고찰

색도의 변화

볶음 온도와 볶음 시간에 따른 각 시료의 색깔 변화를 Table 1에 나타내었다. 볶음 온도가 높을수록 볶음 시간이 길수록 L값(명도)은 감소하여 어두워졌으며 고온에서는 볶음 시간에 따른 L값의 감소가 더욱 현저하였다. 즉, 150°C에서는 30분간 볶음 처리했을 경우의 L값이 42.62로 10분간 볶음 처리한 48.23과 큰 차이가 없었으나 220°C에서는 10분간 볶음 처리한 것이 34.60인데 비하여 30분 볶음 후에는 19.50으로 현저히 감소하였다. 한편 볶음 온도 150, 180°C에서의 a값(적색도)은 볶음 시간이 길수록 증가하였으나 220°C에서는 볶음 시간이 증가함에 따라 현저하게 감소하였다. b값(황색도)은 볶음 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 이러한 L, a, b값과는 반대로 ΔE값은 볶음 시간이 길수록 볶음 온도가 높을수록 증가하였다. 이상에서 살펴본 바와 같이 220°C에서 볶음 처리한 것은 색깔 전반에 걸쳐 급격한 변화를 보이고 있는데 외관상으로도 검정색에 가까운 색깔을 띠었고 탄 냄새가 강하게 감지되었으며 또한 볶음 온도 150°C에서는 누룽지 특유의 색깔과 향미를 나타내지 못하였다. 따라서

Table 1. Changes in Hunter color values of steamed rice during roasting

Temperature (°C)	Time (min)	L	a	b	ΔE
150	10	48.23	6.99	17.67	44.80
	20	46.31	7.91	18.27	46.83
	30	42.62	8.85	17.57	50.37
180	10	46.13	9.49	19.50	47.67
	20	36.67	12.27	16.13	55.83
	30	32.67	12.30	13.93	59.13
200	10	42.33	10.93	18.07	50.90
	20	33.33	12.13	14.47	58.50
	30	27.23	10.77	10.30	63.40
220	10	34.60	12.20	14.93	54.47
	20	22.77	6.67	6.77	66.90
	30	19.50	2.72	4.80	69.70

본 실험 결과에 의하면 200°C에서 30분간 볶음처리한 색깔부근(L=27.23 a=10.77, b=10.30, ΔE=63.40)이 가장 바람직한 것으로 나타났으며 이 값은 볶음 상태의 한 지표로서도 가능하리라 판단되었다.

수분흡수지수, 수분용해도지수의 변화

볶음 온도 및 시간에 따른 각 시료의 수분흡수지수, 수분용해도지수 및 가용성 고형분량의 변화를 Table 2에 나타내었다. 150~200°C에서는 수분흡수지수가 약간 증가하는 경향이 있었으나 220°C에서는 크게 감소하였다. 수분용해도지수는 볶음온도가 높을 수록 볶음시간이 길 수록 증가하였고 220°C에서는 현저히 증가하였다. 이와 같이 220°C에서 이들이 현저한 변화를 보인 것은 쌀입자의 탄화 및 경화가 일어났기 때문이라 판단되었다.

가용성 고형분량, 침전물 생성량 및 탁도의 변화

각 볶음 온도 및 볶음 시간이 열수추출시료의 가용성 고형분량, 침전물 생성량 및 탁도변화에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 우선 가용성 고형분량의 변화를 보면 볶음 온도가 높을 수록 가용성 고형분 함량은 현저히 증가하여 220°C에서 30분간 볶음처리하는 31.2%로 150°C에서 30분간 볶음처리한 경우의 2.5% 보다 12배 정도 높았다. 같은 온도에 있어서도 볶음시간이 길 수록 고형분 함량이 증가하여 200°C에서 30분간 볶은 것은 10분간 볶음처리한 것의 약 2.7배 정도 높은 값을 보였다. 이와 같이 볶음처리중 고형분 함량이 증가하는 것은 가열중에 일어나는 전분의 열분해 현상 및 물리화학적인 변화에 의하여 전분이 수용성 물질로 변화된 때문이라고 사료되었다. 이것은 보

Table 3. Changes in solid yields, sedimented volume and turbidity of extracts of steamed rice during roasting

Temperature (°C)	Time (min)	Solid yields g/100 G	Sedimented volume mL	Turbidity OD at 590 nm
150	10	2.91	1.4	0.937
	20	3.23	0.8	0.661
	30	2.52	0.7	0.612
180	10	2.47	0.6	0.772
	20	2.94	0.6	0.458
	30	4.79	0.4	0.431
200	10	4.10	0.8	0.361
	20	7.32	0.5	0.338
	30	11.04	0.05	0.201
220	10	6.81	0.2	0.217
	20	17.62	0.1	0.290
	30	31.20	-	0.409

리차 제조시 볶음온도가 높을수록 볶음시간이 길 수록 고형분 함량이 증가하였다고 보고한 서 등⁶⁾의 결과와 일치한다. 또한 그들은 지나친 볶음조건은 관능검사 결과 쓴맛과 탄맛이 강하게 나타났으며, 실제적으로 이러한 조건에서 볶은 것은 상품적인 가치가 없다고 보고하였다. 본실험에 있어서도 220°C에서 30분간 볶음처리한 경우에는 검정색에 가깝고 탄 냄새가 강하여 승능 제조용으로는 부적합한 것으로 나타났다.

승능을 제조하여 방치하면 맑은 상층부분과 하층의 침전물 부분으로 분리되게 되는데 이들 침전물은 주로 불용성인 전분유래의 물질로 추정되어 진다. 각 볶음조건별 시료를 가열추출하여 4°C에서 24시간 방치한 후 침전물층의 용량을 측정된 결과 볶음온도가 높을 수록 침전물의 양은 현저히 감소하여 220°C에서 10분간 볶음 처리한 경우는 150°C에서 10분간 볶은 것의 약 14% 정도에 지나지 않았다. 또한 같은 볶음 온도에서도 볶음 시간이 길 수록 침전물량은 감소하였다. 이러한 결과는 보리차의 연구에서, 보리를 암갈색으로 볶았을 때가 황갈색으로 볶았을때보다 침전물 생성량이 적었다고 보고한 윤⁷⁾ 등의 결과와 일치한다. 침전물의 대부분은 전분질로서 볶음온도가 증가하면 불용성의 전분이 열분해되거나 탄화되어 저분자의 dextrin, 당 등의 수용성 물질로 변화하므로 침전물량이 감소된 것으로 추정되었다. 또한 각 볶음처리시료 열수추출액의 탁도를 측정된 결과 볶음 온도 200°C까지는 볶음 온도가 높을 수록 볶음 시간이 길 수록 탁도가 감소하였으나 볶음온도 220°C에서는 볶음시간이 길 수록 탁도가 현저히 증가하였다. 김 등⁸⁾은 보리에 효소처리를 할 경우 효소처리 시간이 길 수록 보리

Table 2. Changes in water adsorption index and water solubility index of steamed rice during roasting

Temperature (°C)	Time (min)	WAI (g/g)	WSI (%)
150	10	3.980	0.298
	20	3.712	0.280
	30	3.816	0.278
180	10	3.778	0.308
	20	4.000	0.331
	30	3.762	0.380
200	10	3.989	0.321
	20	4.250	0.459
	30	4.170	0.915
220	10	4.213	0.540
	20	3.788	2.851
	30	2.676	5.793

차의 탁도는 감소하지만 전분의 가수분해정도를 나타내는 포도당 당량(dextrose equivalent)은 증가하였다고 보고하고 있다. 이러한 점들로 미루어 볼 때 많이 볶을 수록 전분질의 용출이 적고 수용성 성분들이 증가하여 탁도가 감소하다가 과도한 볶음처리를 하면 불용성의 열분해 중간산물들이 용출되므로 탁도가 다시 증가하는 것으로 추정되었다.

환원당의 변화

볶음 온도 및 시간에 따른 환원당의 함량을 Table 4에 나타내었다. 볶음 온도 180°C에서 10분간 볶음처리시는 2.2 mg/g 이던 것이 20분 볶음처리후는 0.64 mg/g으로 급격히 감소하였다. 그러나 150°C, 200°C 볶음온도에서는 볶음 시간이 길 수록 환원당량이 증가하였으며 특히 220°C에서 20분 또는 30분 볶음처리한 경우는 현저한 증가를 나타내었다. 이 결과는 취반시 온도상승에 따라 생성되는 누른밥의 성분변화에 대한 남 등⁽⁹⁾의 결과와 같은 경향이다. 즉 그들은 140°C까지에서 생성된 누른밥에서는 환원당의 함량이 감소하다가 150-220°C까지는 현저하게 증가하였다고 보고하고 있다. 이와 같이 볶음처리에 의하여 환원당 함량이 감소하는 것은 유리당이나 환원성 말단을 가진 dextrin 등이 maillard 반응으로 소모되었기 때문이며, 일정 온도 이상에서 다시 증가하는 것은 열분해로 인한 저분자량의 oligo당이나 덱스트린 등의 환원당 생성량이 소모되는 양보다 현저히 많은 때문으로 판단되었다⁽⁹⁾.

아미노산의 변화

Table 5에는 각 볶음온도에서 30분간 볶음처리한 각 시료의 아미노산 함량을 나타내었다. 쌀의 아미노산 함량은 glutamic acid가 가장 많고 그 다음은 aspartic acid, arginine, leucine, phenylalanine의 순으로 보고되어 있다⁽⁹⁾. 본 실험의 볶음 쌀에 있어서도 glutamic acid의 함량이 가장 높았고 다음은 aspartic acid, leucine, arginine, valine, alanine, phenylalanine의 순이었다. 볶음 온도에 따른 변화를 보면 볶음온도가 높아짐에 따

Table 4. Changes in reducing sugar contents of steamed rice during roasting

Temperature (°C)	Time (min)		
	10	20	30
			(mg/g)
150	1.23	1.83	1.962
180	2.20	0.64	0.618
200	0.86	0.85	1.358
220	0.90	3.89	17.102

Table 5. Changes in total amino acid contents of steamed rice during roasting for 30 min

Amino acid (mg/100 g)	Temperature (°C)		
	150	180	200
Asp	38.12	29.64	20.52
Thr	15.22	11.12	7.42
Ser	18.75	13.10	8.19
Glu	68.18	56.45	45.00
Pro	14.32	12.36	8.11
Ala	27.22	20.76	15.95
Val	29.41	22.28	16.23
Met	11.65	9.65	6.05
Ile	20.23	16.21	11.14
Leu	35.91	29.11	22.46
Tyr	18.34	12.20	10.10
Phe	25.61	20.04	15.33
His	17.82	14.16	10.24
Lys	14.81	10.12	7.02
Arg	37.56	22.66	19.98
Cys	2.71	-	-
Gly	20.24	15.63	12.11
Total	415.61	315.38	235.85

라 총 아미노산 함량이 현저히 감소하여 150°C에서는 415.6 mg/100 g이었던 것이 200°C에서 30분간 볶음처리시는 235.85 mg/100 g으로 150°C의 약 절반(57%)정도에 지나지 않았다. 이러한 결과는 미숙보리곡류의 볶음처리시 아미노산의 변화를 조사한 결과, 볶음과정중 유리아미노산의 함량이 상당히 감소하였다는 이 등⁽¹⁰⁾의 연구와 비슷한 경향을 보이고 있으며 이는 볶음중 일어나는 maillard반응에 유리아미노산이 소모되었기 때문이라고 사료된다. 또한 각 아미노산의 종류별로 살펴 보면, 볶음온도가 높아짐에 따라 threonine, serine, lysine 함량이 크게 감소하였으며 특히 cystine은 180°C에서 부터 검출되지 않았다. 하 등⁽¹¹⁾도 참깨박 볶음처리시 참깨박의 볶음온도가 증가함에 따라 serine, cystine, lysine, arginine의 함량이 감소하였으며 특히 250°C에서 볶음처리한 경우에는 serine, cystine, lysine의 함량이 급격히 감소하여 볶음처리전의 약 5%만 잔존하였다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 특히 곡류의 가열과정중에 일어나는 maillard 반응 생성물은 식품의 독특한 향미를 부여하며 그 주된 성분으로서는 pyrazine계 화합물이 잘 알려져 있다. 이와 같이 maillard 반응에 의한 pyrazine계 화합물의 생성에 미치는 구성 아미노산 및 당의 영향에 대해서는 여러 가지로 보고되어 있다⁽¹²⁻¹⁵⁾. Koehler 등은 반응 아미노산의 종류에 따라 pyrazine 생성량과 분포가 달라진다고 하였고 Leahy 등은 maillard반응의 질소원으로서는

lysine이 다른 아미노산에 비하여 높은 반응성을 보인다고 보고하였다. 본 연구에서도 볶음온도가 증가함에 따라 lysine을 비롯한 몇 종의 아미노산이 현저하게 감소한 것으로 보아 이들 아미노산은 다른 아미노산 보다 maillard 반응에 더 민감한 것으로 판단되었다.

요 약

우리나라 전통고유음료인 승냥의 산업적 가공공정 확립의 일환으로 승냥제조에 적합한 볶음 공정을 확립하기 위하여 볶음 온도 150, 180, 200, 220°C에서 10, 20, 30분간 각각 볶음 처리하여 이들 각 시료의 이화학적 특성을 조사하였다.

색깔의 변화에서 볶음 온도가 높을 수록 볶음 시간이 길 수록 명도와 황색도는 감소하였으나 색차는 증가하였다. 볶음온도 150°C에서 200°C까지는 수분흡수 지수가 약간 증가하는 경향이 있었으나 220°C에서는 크게 감소하였다. 수분용해도지수는 볶음 온도가 높을 수록 볶음 시간이 길 수록 증가하였다. 고형분 함량은 볶음 온도가 높아짐에 따라 현저히 증가하였고 같은 온도에 있어서도 볶음 시간이 길 수록 높은 값을 보였다. 한편 침전물 생성량과 탁도는 볶음 시간이 길 수록 볶음 온도가 높을 수록 감소하였다. 환원당의 함량은 볶음 온도 180°C에서는 볶음 시간이 길 수록 감소하여 20분간 볶음 처리시는 10분간 볶음처리시의 29%에 지나지 않았다. 그러나 볶음 온도 150, 200°C에서는 볶음 시간이 길 수록 환원당량이 증가하였으며 특히 220°C에서 20분 또는 30분간 볶음 처리한 경우는 현저히 높은 값을 보였다. 또한 아미노산 함량의 변화를 조사한 결과 볶음 온도가 높아짐에 따라 총 아미노산의 함량은 감소하여 200°C, 30분간 볶음처리시는 150°C, 30분 볶음처리시의 약 57% 정도였다. 아미노산의 종류별로 보면 볶음 온도가 높아짐에 따라 각종 아미노산이 모두 감소하였으며 그 중에서도 threonine, serine, lysine, cystine의 함량이 크게 감소하였다.

문 헌

1. Nam, J.H., Cheigh, H.S. and Kwon, T.W.: Studies on Soong-Neung flavor. I. the changes in chemical composition of Soong-Neung producing rice during cooking process (in Korean). *Korean J. Food Sci.*

Technol., 5, 183-187 (1973).

2. Cheigh, H.S., Nam, J.H. and Kwon, T.W.: Studies on Soong-Neung flavor. II. identification of some volatile pyrazine and carbonyl compounds of Soong-Neung (extracts of cooked and roasted rice) (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 7, 15-21 (1975).

3. Anderson, R.A.: Water adsorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.*, 59, 265-271 (1982).

4. Kim, W.J., Ko, H.K. and Yoon, S.K.: Effects of enzyme treatments on quality and yields of barley tea (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 583-589 (1989).

5. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1984).

6. Suh, C.S. and Chun, J.K.: Relationships among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* 13, 334-339 (1981).

7. Yoon, S.K. and Kim, W.J.: Effects of roasting conditions on quality and yields of barley tea (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 575-582 (1989).

8. Namiki, M.: General remarks on the amin-carbonyl reactions in food and biological systems (in Japanese). *Denpin Kagaku*, 38, 65-71 (1991).

9. Lumen, B.O. and Chow, H.: Nutritional quality of rice endosperm. In Rice, 2nd ed. Luh, B.S. (Ed.), Van Nostrand Reinhold, New York, Vol II, p. 363 (1991).

10. Lee, Y.T., Seog, H.M., Kim, S.S., Kim, K.T. and Hong, H.D.: Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting (in Korean). *Korean J. Food Technol.* 26, 336-342 (1994).

11. Ha, J.H. and Kim, D.H.: Changes in the physicochemical properties of meals from the defatted sesame seeds at various roasting temperature and time (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 246-252 (1996).

12. Rizzi, G.P.: A mechanistic study of alkylpyrazine formation in model systems. *J. Agric. Food Chem.* 20, 1081-1085 (1972).

13. Koehler, P.E., Mason, M.E. and Newell, J.A.: Formation of pyrazine compounds in sugar-amino acid model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 17, 393-399 (1969).

14. Leahy, M.M. and Reincoecins, G.A.: Kinetics of formation of alkylpyrazines, effect of type of amino acid and type of sugar. In *Flavour Chemistry, Trends and Developments*, Teranishi, R., Buttery, R.G. and Shahidi, F. (Ed.), American Chemical Society, Washington, DC, p. 76 (1989).

15. Fujimaki, M., Tajima, M. and Kato, H.: Volatile basic compounds identified from a heated D-glucose/L-alanine mixture. *Agric. Biol. Chem.*, 36, 663-668 (1972).