

제조 원료를 달리한 된장의 숙성중 당과 지방산 조성의 변화

박정숙[†] · 이명렬 · 이택수*

조선대학교 식품영양학과

*서울여자대학교 식품·미생물공학과

Compositions of Sugars and Fatty Acids in Soybean Paste (*Doenjang*) Prepared with Different Microbial Sources

Jung-Sook Park[†], Myung-Yul Lee and Taik-Soo Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Kwangju 501-759, Korea

*Dept. of Food and Microbial Technology, Seoul Woman's University, Seoul 136-714, Korea

Abstract

Four types of soybean paste (*Doenjang*), prepared with traditional Korean *meju*, *natto meju*, *koji* and mixture of *koji* and *natto meju*, were analyzed for compositions of free sugars and fatty acids. Crude protein content of the soybean pastes were ranged from 10.3~14.6% and in the order of traditional Korean soybean paste > *natto* soybean paste > *koji* & *natto* soybean paste > *koji* soybean paste during fermentation of *Doenjang*. Ethyl alcohol content was relatively higher in *koji* and *natto* soybean paste after fermentation for 75 days, and its content was the highest in *koji* soybean paste as 2.8% after fermenting for 90 days. Contents of total sugars and reducing sugars decreased during fermentation of *doenjang* in the order of *koji* soybean paste > *koji* and *natto* soybean paste > traditional soybean paste > *natto* soybean paste. Among the free sugars glucose, galactose, mannose and arabinose were identified in soybean paste, and glucose and galactose were more abundant. Contents of glucose and total free sugars were the highest in the traditional Korean soybean paste and galactose content was highest in *koji* soybean paste. In fatty acid compositions of soybean pastes, palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic and arachidonic acids were analyzed, and the most abundant fatty acid was found to be oleic acid as 38.5~46.9% in all samples tested. But no significant differences in ratio of fatty acid compositions was observed from tested samples during the fermentation period.

Key words : soybean paste (*Doenjang*), traditional Korean *meju*, *koji*, *natto meju*, ethylalcohol, sugars, fatty acid

서 론

된장은 간장, 김치 등과 함께 우리의 일상 식탁에서 중요한 위치를 차지하는 전통발효 식품으로서 제조방식에 따라 가정에서 주로 제조하는 재래식 된장과 공장에서 생산하는 개량식 된장으로 분류하고(1,2) 원료의 종류에 따라서는 콩된장, 쌀된장, 보리된장, 밀된장 등으로 분류하기도 한다(1,2). 재래식 된장은 대두만을 사용하여 메주를 만들고 이것을 소금물에 담그어 발효가 끝나면 메주덩어리를 걸러내어 액체부분은 간장으로 만들고 메주덩어리의 고형물에 소금을 더 첨가하여 다

른 항아리에 채워서 재래식 된장을 만들며(1), 개량식 된장은 쌀이나 보리쌀과 같은 전분질 원료에 *Aspergillus oryzae* 등의 황국균을 인공적으로 접종 배양하여 고오지를 만들고 여기에 삶은 대두와 소금을 혼합하여 숙성시킨 다음 마쇄하여 제품으로 한다(1). 메주나 고오지 외에 *Bacillus natto*를 첨가하면 된장의 숙성이 빠르고 품질도 향상(3)되므로 *Bacillus natto*균이 된장 제조의 발효원으로 이용되기도 한다. 이와 같이 재래식 된장과 개량식 된장은 사용하는 원료나 발효균은 물론 담금 방법이 상이하며 성분면에서는 재래식 된장은 단백질, 지방, 당질이 개량식 된장에 비하여 적으나 섬유나 회분은 많아 차이를 나타낸다(1). 된장의 중요 맛 성분인 아미노산은 총량면에서 큰 차이가 없으나 개량식 된장

[†]To whom all correspondence should be addressed

은 재래식 된장 보다 aspartic acid, glutamic acid, proline, arginine, serine 등의 함량이 높은 것으로 보고되어 있다 (4). 재래식 된장은 메주 중에 번식한 각종 세균과 곰팡이류가 개량식 된장은 고오지 중의 황국균이 각각 생산하는 protease, amylase 등의 효소작용으로 원료성분이 분해되어 구수한맛, 단맛 등이 생성되고 더욱 숙성 중에 생육하는 효모나 젖산균의 작용으로 풍미가 생성되어 각 된장 특유의 품질이 조화된다 (5). 된장 제조의 주 원료로 사용되는 대두는 단백질과 지방 함량이 풍부하며 숙성과정 중 효소작용으로 대두의 단백질에서 유래되는 아미노산의 구수한 맛 성분은 된장의 품질면에서 중요시되고 있다. 현재까지 수행되어 있는 된장의 맛 성분에 대한 연구는 단백질, 아미노산 질소, 유리아미노산 등 합질소성분에 관한 연구가 대부분이다 (6-10). 그러나 된장 숙성과정 중 효소작용으로 원료지방에서 생성되는 지방산 및 glycerol 등의 고소한 맛 성분과 콩 및 전분질에 함유되어 있는 당분의 감미성분도 아미노산의 구수한 맛, 소금의 짠 맛과 더불어 된장의 조화미에 관여한다. 된장의 당성분에 관한 연구로는 배 등 (11)의 메주균을 달리한 숙성된장의 유리당에 관한 연구, 吉田 등 (12)의 일본 콩된장의 유리당에 관한 연구, 本間 등 (13)의 니이가다산 된장의 당류에 관한 연구, 박과 이 (14)의 밀가루 고오지와 콩고오지로 담금한 된장의 환원당 함량에 관한 연구가 있다. 된장의 지방산에 관한 연구로 이와 최 (15)의 된장 발효 숙성 중의 지질성분에 관한 연구, 이 (16)의 개량식 콩된장 발효 중 지질성분에 관한 연구, 이 등 (17)의 된장 발효 중 콩고오지 제조 과정에 있어서 지질성분에 관한 보고가 있다. 재래식 메주, 고오지, 나토메주 등이 현재 국내의 된장제조에 사용되고 있으나 이들의 단용 또는 혼용으로 제조한 된장의 유리당이나 지방산에 관한 연구는 거의 없다. 된장의 품질은 사용하는 원료, 메주나 고오지의 양과 질, 숙성기간 등에 따라 좌우되며 이중 발효원은 된장 품질 향상의 주 요인으로 추측된다. 현재 국내에서 미생물 급원으로 재래식 메주, 나토메주, 고오지 등을 사용하여 된장을 제조하고 있으나 이들 된장의 품질이나 각종 성분 조성에 대하여 부분적인 검토가 이루어졌을 뿐 체계적이며 기초연구는 미약하다. 따라서 본 연구는 미생물 급원에 따른 된장의 맛성분 조성을 규명하여 양질의 된장을 제조하기 위한 기초과정으로 본 실험에 착수하였다. 저자 등 (18,19)은 재래식 메주, 고오지, 나토메주, 고오지와 나토의 혼용으로 숙성한 된장의 향기성분과 질소화합물에 관하여 보고한 바 있다. 본보에서는 이들 미생물 급원을 달리하여 담금한 된장 숙성 과정중의 유리당과

지방산 조성에 관하여 실험한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

1990년산 시판 황색대두(수분 14.0%, 조단백질 36.9%, 조지방 16.8%, 탄수화물 25.1%, 조섬유 2.4%, 회분 4.8%)와 시판 통일쌀(수분 14.1%, 조단백질 7.8%, 조지방 1.9%, 탄수화물 75.54%, 조섬유 0.18%, 회분 0.48%) 및 한주소금(순도 99%)을 된장제조 원료로 사용하였고, 균주는 *Aspergillus oryzae* ATCC 22788과 *Bacillus natto* IFO 3013을 한국중균협회로부터 분양받아 사용하였다.

Natto starter

대두 50g에 300ml의 물을 가하여 100°C에서 1시간 가열하여 침출시킨 여액에 glucose 5%, yeast extract 0.25%, soy bean percolate 0.5%를 첨가하여 삼방으로 살균한 배지 (pH 7.3) 100ml에 *Bacillus natto*균 20ml를 접종하여 37°C, 24시간 진탕 배양하여 *Bacillus natto* starter를 제조하였다.

고오지, 나토 및 재래식 메주제조

쌀을 수세하여 3시간 정도 침지한 다음 물을 빼고 120°C에서 30분간 증자하여 *Aspergillus oryzae*의 쌀종국 0.5%를 접종하여 48시간 제국하여 고오지로 사용하였다. *Bacillus natto*는 대두를 수세하여 실온에서 12시간 침지한 후 물을 빼고 1.2kg/cm²에서 50분간 autoclaving하고 42°C로 냉각한 것에 *natto* starter 60ml를 접종하여 42°C에서 3일간 배양하였다. 재래식 메주는 증자한 대두를 30°C로 냉각시켜 1/2은 파쇄하고 1/2은 파쇄하지 않은 상태로 이들을 혼합 후 성형하여 10월에 3일간 방안에서 건조시킨 뒤 벗집에 매달아 2개월간 띄워 사용하였다.

된장제조

시험 된장은 대두와 쌀의 총량을 8,700g으로 고정하여 다음과 같이 제조하였다. 즉 고오지 된장은 대두 5,440g을 증자하여 3,260g의 쌀을 사용하여 만든 고오지와 혼합하였고, 재래식 된장은 대두 8,700g을 사용하여 만든 메주 전량을 담금에 사용하였다. 나토 된장은 대두 5,400g을 증자하고 대두만으로 제조된 *Bacillus natto* 배양 메주 3,260g과 혼합하였으며, 고오지-나토 된장은 콩 5,400g을 증자하여 1,630g을 사용하여 만든 쌀고오지와 *Bacillus natto* 배양 메주 1,630g을 각각 혼

합하였다. 혼합된 각 원료에 1,200g의 소금과 2,000ml의 물을 가하여 잘 혼합 후 높이 31.5cm, 직경 35.5cm의 폴라스틱 용기에 담아 상부에 소금을 뿌린 후 포로 덮고 누름돌을 얹어 20°C에서 90일간 숙성시켰다.

분석방법

수분은 150°C에서 상압 건조법 (20)으로, 조단백질은 Micro kjeldahl법 (21)으로, 조지방은 Soxhlet 추출법 (21)으로 측정하였고 소금은 마쇄한 시료 5g을 달아 물에 녹여 정확히 250ml로 한 다음 여액 10ml 취하고 AgNO₃ 용액 (21)으로 적정하여 정량하였다.

pH와 산도

pH는 시료 100g을 취하여 직접 pH meter (Suntex model sp-5A)로 측정하였다. 적정산도는 시료 10g에 CO₂를 구획한 증류수 40ml를 가하여 교반하면서 0.1N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때 까지 적정하고 이에 소비된 ml수를 적정산도 (21)로 표시하였다.

에틸알콜

시료 10g을 정밀하게 달아 round flask에 넣고 CaCO₃ 1g과 물 150ml를 넣어 증류한 다음, 그 중 70ml를 취하여 물을 가해 정확히 100ml로 하였다. 이 중 10ml를 취해 0.2N K₂Cr₂O₇ 10ml와 진한 황산 10ml를 가해서 약 1시간 방치한 후 분광광도계 (Hitach 100-60)로 620nm에서 흡광도를 측정하고 별도로 조제한 에탄올의 표준 검량선으로부터 환산 정량 (21)하였다.

환원당 및 총당

마쇄한 된장 5g을 100ml로 정용 후 그 여액 10ml를 취하여 Somogyi 변법으로 정량하였고, 총당은 시료 5g을 25% 염산으로 가수분해한 후 상법으로 처리한 다음 환원당과 같이 Somogyi 변법 (21)으로 정량하여 glucose로서 표시하였다.

유리당

된장 10g을 물 50ml에 잘 풀어 용해시키고 에탄올의 농도가 약 80%가 되게 에탄올 200ml를 가한 다음 70°C 수욕상에서 1시간 동안 추출한 후 여과하였다. 여과 잔사에 80% 에탄올을 60ml씩 가하고 1시간씩 6회 추출한 다음 다시 여과하여 여액을 모아 감압 농축하고 에탄올을 증발시킨 후 증류수에 녹여 50ml되게 만들고, 이 중 20ml를 이온교환수지 컬럼 (Amberlite IR-45B 1×2.5cm, Amberlite IRA-120 1×2.5cm)에 순차적으로 통

과시켜 초기 유출액 15ml 가량은 버리고 최종 유출액 5ml를 수기에 받아 Sep pak C18로 처리하여 Millex GS (0.22µm)로 여과한 다음 여액 20µl를 HPLC (Backman 334)에 주입하여 분석하였다. 분석시 column은 spherisorb NH₂ (3.9×300mm, 4µm, Waters)를, Detector는 shodex RI SE II를, Mobil phase는 80% CH₃CN, 20% H₂O를 사용하여, Column 온도 30°C에서 flow rate는 분당 1.3ml로 분석하였다.

지방산

시료 30g을 취하여 Folch 방법 (21)으로 추출하여 얻은 지질 100mg을 flask에 취하여 0.5N 알칼성 KOH 4ml를 가한 후 수조 (95°C)에서 20분간 비누화시켰다. 그 후 14% BF₃-Methanol 5ml를 가하여 유도체화 한 후 n-Heptane층을 취하여 무수 Na₂SO₄로 탈수한 다음 여과하여 5ml로 정용하여 GL (Varian model 3400)로 분석하였다. 분석시 column으로 DB wax capillary column (30m×0.32mm iD, 0.25µm)을, 검출기는 FID를 사용하였다.

주입구의 온도를 210°C로 하여 program 온도는 165°C에서 1분간 유지시킨 후 200°C 까지 분당 2°C씩 승온시켜 분석하였으며 Carrier gas는 N₂이고 분당 유속은 2ml로 하였다.

결과 및 고찰

물리화학적 성분

된장 숙성 과정 중의 성분을 측정할 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 담금 직후 46.9~49.9%였으나 숙성과정 중 다소 증가하여 90일에 51.1~54.5%로 나타났다. 숙성 과정 중의 증가는 액화 amylase 등의 효소력에 의해 수용성 물질이 증가되었기 때문이다. 시험구별로는 나토티장이 높았고 재래식 메주사용의 된장이 낮았다. 시험구간의 수분 함량 차이는 담금시 메주나 고오지의 수분 함량이나 효소활성 차이가 그 원인으로 추측된다.

조단백질 함량은 담금 직후 10.3~14.0%였으나 90일에는 10.6~14.3%로 숙성기간 중 큰 변화가 없었다. 시험구별로는 쌀의 첨가량이 많은 고오지 된장이 가장 낮았고 나토티장과 재래식 메주 사용의 된장이 높았다.

조지방 함량은 담금 직후 4.9~7.8%였으나 숙성 90일에 6.1~9.5%로 다소 증가하였다. 이는 숙성과정 중 탄수화물의 절대량의 감소에 의한 계산상의 조지방 증가 및 미생물 균체량의 증가 등으로 다소의 조지방이 높아진 것이 아닌가 추측된다. 시험구별로는 나토티장, 재래식 메주 사용의 된장, 고오지와 나토티의 혼용된장, 고

Table 1. Changes in physicochemical composition during fermentation of *Doenjang*

Chemical Component	<i>Doenjang</i>	Fermentation period days						
		0	15	30	45	60	75	90
Moisture (%)	Koji	46.9	50.7	51.5	51.8	51.6	51.87	51.9
	Traditional meju	47.6	48.8	50.1	50.3	50.7	50.9	51.1
	<i>Natto</i>	49.9	53.6	54.5	54.1	54.2	54.3	54.5
	Koji & <i>Natto</i>	49.8	50.6	51.8	52.7	52.9	52.9	52.8
Crude protein (%)	Koji	10.3	10.5	10.7	10.9	10.8	10.8	10.6
	Traditional meju	13.9	13.8	13.7	13.7	13.9	14.0	14.0
	<i>Natto</i>	14.0	14.2	14.2	14.4	14.2	14.6	14.3
	Koji & <i>Natto</i>	11.9	12.3	12.7	12.7	12.8	12.6	12.6
Crude fat (%)	Koji	4.9	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1
	Traditional meju	7.3	7.3	8.6	8.3	8.6	8.8	8.5
	<i>Natto</i>	7.8	7.3	8.6	8.4	9.1	9.3	9.5
	Koji & <i>Natto</i>	6.9	7.2	7.8	8.0	8.3	8.0	7.8
Salt (%)	Koji	12.9	12.9	13.2	13.2	13.2	13.3	13.3
	Traditional meju	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.8	13.7
	<i>Natto</i>	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.2
	Koji & <i>Natto</i>	11.8	11.6	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Ethyl alcohol (%)	Koji	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	1.7	2.8
	Traditional meju	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
	<i>Natto</i>	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3
	Koji & <i>Natto</i>	0.1	0.6	1.2	1.8	2.2	2.3	2.3
Total sugar (%)	Koji	23.1	15.1	14.8	12.2	12.2	12.1	11.9
	Traditional meju	7.6	5.3	4.4	4.5	4.4	3.2	2.0
	<i>Natto</i>	2.3	3.0	2.5	1.9	1.3	1.4	1.4
	Koji & <i>Natto</i>	11.6	9.7	6.1	5.9	5.7	5.3	5.4
Reducing sugar (%)	Koji	6.9	8.6	3.4	2.8	2.4	1.3	1.6
	Traditional meju	1.4	2.1	1.3	1.3	1.1	1.1	0.9
	<i>Natto</i>	1.2	1.2	0.7	0.7	0.8	0.3	0.2
	Koji & <i>Natto</i>	3.0	3.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
pH	Koji	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6
	Traditional meju	5.4	5.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	<i>Natto</i>	4.8	4.9	4.8	4.8	4.9	4.9	5.0
	Koji & <i>Natto</i>	5.8	5.6	5.3	5.4	5.3	5.3	5.3
Total acidity (0.1N NaOHml)	Koji	11.0	14.2	29.3	27.6	25.3	23.4	26.0
	Traditional meju	13.4	23.3	25.8	23.5	25.4	26.6	24.4
	<i>Natto</i>	11.8	12.0	19.2	21.1	22.1	20.9	23.6
	Koji & <i>Natto</i>	8.4	18.0	17.5	17.6	18.1	19.1	19.3

오지 된장의 순으로 낮았다.

염분은 담금 직후 10.1~13.3%였으나 숙성과정 중 큰 변화 없이 90일에 10.3~13.7%로 나타났다. 시험구별로는 나토티원장과 고오지와 나토티의 혼용 된장에서 다소 낮은 함량을 보였는데 이것은 메주 자체의 수분 함량이 높아 식염이 희석되었기 때문으로 추측된다.

담금 직후의 pH는 4.8~5.8이었으나 30일까지는 저하되어 4.8~5.5 범위로 나타났다. 그 이후는 다소 불규칙적인 변화를 보였다. 시험된장 별로는 고오지된장에서는 높았고 나토티원장에서는 낮았으며 숙성 중에는 큰

변화가 없었다. 담금 직후 재래식 메주 사용의 된장이거나 나토티원장에서는 pH가 낮은 사실로 보아 주로 메주 자체의 pH가 된장에 영향을 준 것으로 추측된다.

적정 산도는 담금 직후에는 8.4~13.4ml였고, 숙성기간 중 시험구에 따라 불규칙적인 변화를 보였으나 90일에 19.3~26.0ml로 담금 직후 보다 많은 증가를 보였다. 시험구별로는 숙성기간에 따라 다소 차이는 있으나 재래식 메주와 고오지 사용의 된장이 높았다. 본 실험 결과에서 시험된장의 pH 변화와 적정 산도량이 비례하지 않았다. 이는 김(22)이 보고한 바와 같이 숙성 중 미생

물에 의한 완충작용의 차이 때문이라고 생각된다.

에틸알콜은 담금 직후에는 0.1%이내였으나 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 보여 숙성 90일에는 0.3~2.8%로써 각 시험구가 최대치를 보였다. 원료 중 쌀 함량이 37%로 가장 많이 함유된 고오지구에서 에틸알콜을 함량이 가장 높아 90일에 2.8%로 나타났고, 쌀 함량이 18% 정도 함유된 고오지와 나토의 혼용구에서도 숙성 90일에 에틸알콜은 2.3%로 상당히 높게 나타났다. 에틸알콜의 함량이 높은 것은 발효성 당의 함량과 관련한 것으로 쌀이 함유되지 않은 재래식 메주 사용이나 나토티는 에틸알콜 함량이 미약하였다. 된장의 숙성 과정 중 *Saccharomyces rouxii* 등의 효모의 발효로 생성되는 알코올은 된장의 향미에 관여하는 것으로 알려져 있으나(12,13) 대두를 주 원료로 제조되는 된장의 경우에는 알콜 함량이 과다하면 주류취 등으로 풍미가 저하될 가능성도 있다.

된장의 총당 함량은 담금 직후 2.3~23.1%였던 것이 숙성 90일에는 1.4~11.9%로 감소하였다. 숙성기간의 경과에 따라 총당이 감소된 것은 당질의 일부가 알코올 발효 및 유기산 발효의 기질로 이용되었기 때문으로 생각된다. 시험 된장별로는 콩과 쌀을 사용한 고오지 된장과 고오지 나토의 혼용된장이 높았고 콩만을 사용한 재래식 메주 사용의 된장과 나토티는 낮은 함량을 보였다. 재래식 메주를 사용한 된장과 나토티는 일본 콩된장(23)과 비슷한 함량을 보였고 담금초의 고오지 된장은 백된장(24)과 총당 함량이 비슷하였다. 된장 중의 당분의 대

부분이 직접 환원당이나 10~20%가 전분과 dextrin으로 정량되므로(23) 본 실험의 고오지 된장에서도 환원당 외에 전분이나 dextrin이 함유되어 총당 함량이 타 시험구보다 높았던 것으로 추측된다.

시험 된장의 환원당 함량은 담금 후 1일에 1.2~6.9%였으며 15일에 1.2~8.6%로 약간 증가하였으나 그후에는 지속적인 감소를 보여 숙성 90일에는 0.2~1.6%로 나타났다. 담금 직후 보다 15일경에 당화 amylase의 활성이 강력하여 이 시기에 환원당 함량이 높은 것으로 추측되고 숙성 후기의 감소 원인은 총당의 경우와 마찬가지로 알코올 발효의 기질로 이용되었기 때문으로 해석된다. 시험구별로는 당 함량이 3% 이상을 보인 15일까지는 고오지 된장과 고오지와 나토의 혼용된장이 높았고 그 이후는 큰 차이가 없었으나 나토티는 낮은 편이었다. 된장의 감미는 환원당 함량에 따라 어느 정도 좌우되는데 본 실험의 결과로 보면 고오지 된장은 감미가 강하고 나토티는 감미가 약할 것으로 보인다.

유리당

담금 직후, 45일 및 90일 된장의 유리당 함량을 HPLC로 분석한 결과는 Table 2와 같다.

동정된 4종의 유리당 함량은 glucose nd-332.9mg/100g, galactose nd-136.0mg, arabinose nd-23.5mg, mannose nd-186.9mg으로 glucose와 galactose가 많았고 arabinose는 적었다. Glucose는 고오지 된장에서는 담금 후 감소하였으나, 재래식 메주 사용의 된장에서는 증가

Table 2. Changes in free sugar contents during fermentation of Doenjang (unit : mg/100g)

Free sugar	Days	Doenjang			
		Koji	Traditional meju	Natto	Koji & Natto
Glucose	1	247.1	71.1	-	40.4
	45	127.1	330.3	119.7	171.0
	90	129.5	332.9	115.9	-
Galactose	1	50.6	9.6	-	129.4
	45	105.8	80.5	-	118.3
	90	136.0	89.5	36.7	-
Arabinose	1	0.1	-	-	-
	45	1.8	1.5	-	-
	90	1.7	1.2	-	-
Mannose	1	-	186.9	128.1	83.6
	45	-	-	-	-
	90	-	-	-	-
Total	1	297.8	267.6	128.1	253.4
	45	234.7	412.3	119.7	289.3
	90	267.2	423.6	152.6	23.5

- : Not detected

현상을 보였고 시험 된장 중 함량도 높았다. Natto 된장은 이 두 시험구 보다 함량이 낮았다. 된장의 glucose는 대두, 쌀 등의 원료나 숙성과정 중 diastase에 의한 서당의 가수분해로 생성되는 것으로 보고되어 있는데 (10) 본 실험 된장에서도 타유리당 보다 함량이 비교적 높아 본 시험된장의 주 구성당임을 알 수 있다. Galactose의 함량은 숙성 과정 중 재래식 메주를 사용한 된장과 고오지 된장에서 증가되었으나 고오지 된장에서 높게 나타났고 나토 된장에서는 가장 낮았다. Galactose는 원료에는 검출되지 않으나 원료의 침지나 증자 과정에서 생성되고 된장 숙성 중에는 diastase에 의한 가수분해 작용으로 생성된다 (10). 또한 대두의 열수(熱水) 가용성 부분의 주요 성분인 arabinogalactan이 세균이나 곰팡이의 효소작용으로 분해되어 생성되기도 한다 (10). 본 실험에서는 고오지의 단용 또는 고오지 혼용구의 된장이 galactose 함량이 많아 고오지 중의 효소 활성과 관련이 큰 것으로 생각된다. Arabinose는 4종의 된장 시험구 모두에서 미량이거나 검출되지 않았다. Arabinose도 미생물의 효소 작용에 의한 arabinogalactan의 분해로 생성되나 galactose 보다 유리가 빠른 것으로 보고되어 있다. 대두 종피에 존재하는 mannan의 가수분해로 생성되는 mannose는 미생물의 영양원으로 쉽게 이용된다 (10).

본 실험 결과에서 mannose는 고오지 된장을 제외한 시험구에서 담금 1일째에만 검출되었고, 45일 이후에는 검출되지 않아 숙성 중에는 된장에 생육하는 미생물의 영양원으로 이용된 것이 아닌가 추측된다. 吉田 등 (12)은 일본 콩된장에서 glucose, galactose, arabinose, xylose, maltose, rhamnose 등이 검출된 것으로 보고하였고 안 (10)은 메주균을 달리한 90일 숙성 된장에서 glucose, fructose, sucrose, maltose, rhamnose를 분리하였으며 이 중 glucose가 양적으로 많았다고 보고하여 본 실험의 결과와는 유리당의 종류와 함량면에서 차이를 보였는데 이는 원료, 배합비율, 효소활성, 숙성조건 등의 차이 때문인 것으로 생각된다. 유리당 총량은 시험구간에 큰 차이는 없었으나 재래식 메주의 된장이 약간 높고 나토된장이 낮았다. 각 시험 된장간의 유리당 종류나 함량 차이는 당화효소 활성 및 당의 발효나 대사에 관여하는 미생물의 생육조건 등이 된장에 따라 다르기 때문이라고 본다. 대두를 주 원료로 담금하는 된장은 원료 중의 탄수화물 함량이 적은데다 숙성과정 중에는 미생물의 영양원이나 발효기질로 당분이 이용되므로 콩만을 사용한 재래식 메주 사용의 된장이나 나토된장은 물론 총당이나 환원당 함량이 다소 높았던 고오지 된장과 혼용된장에서 유리당 함량은 낮은 것으로 나타났다.

Table 3. Changes in fatty acid composition during fermentation of Doenjang

(unit : %)

Fatty acid	Days	Doenjang			
		Koji	Traditional meju	Natto	Koji & Natto
Palmitic	1	11.4	11.6	8.3	10.1
	45	8.7	9.1	9.5	10.1
	90	11.7	8.8	8.5	11.2
Stearic	1	15.0	14.8	21.4	18.7
	45	19.0	21.0	20.4	19.2
	90	18.8	20.4	20.5	20.9
Oleic	1	41.5	42.3	45.4	46.0
	45	38.5	45.6	42.5	45.4
	90	41.3	44.7	45.4	46.9
Linoleic	1	14.0	14.3	12.4	13.3
	45	13.5	12.1	11.4	13.5
	90	12.9	12.1	12.8	9.9
Linolenic	1	5.3	6.5	6.1	6.1
	45	6.8	5.7	5.3	6.0
	90	5.8	5.7	5.3	6.0
Arachidonic	1	0.4	-	0.3	0.2
	45	0.9	0.3	0.6	0.2
	90	0.2	0.5	0.5	0.4
Unknown	1	12.4	10.5	6.1	5.6
	45	12.6	6.2	9.8	6.0
	90	9.3	7.8	7.0	4.7

지방산의 변화

90일 숙성시킨 된장의 지방산을 gas chromatography로 분석한 결과는 Table 3과 같다. Table에서 보는 바와 같이 palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, arachidonic acid가 분리 동정되었고 2~3개의 미지 물질도 검출되었다. 된장의 지방산으로 oleic acid가 38.5~46.9%로 가장 많은 비율을 차지하였고 다음이 stearic acid로서 14.8~21.4%이었다. Linoleic, palmitic acid는 8.3~14.3% 범위였으며 linolenic acid는 7.0% 미만이었다. 숙성과정 중 각 지방산의 조성비는 변화가 없는 편이었다. 시험구별로 보면 oleic acid는 고오지와 나토 혼합된장과 나토된장에서, stearic acid는 나토된장에서 각각 타 된장 시험구 보다 높게 나타났으나 그 차이는 근소하였다. 대두의 지방산은 linoleic acid가 51.9%로 제일 많고 다음이 oleic, palmitic, linolenic, stearic acid의 순이며 쌀에는 linoleic, oleic, palmitic acid 순으로 보고되어 있는데 (23) 본 실험의 결과로 보면 원료인 대두나 쌀에서 가장 많은 비율을 차지하는 linoleic acid가 숙성 된장에서 현저히 감소하고 시험된장 모두 oleic acid의 비율이 높았다. 이 등(15,17)은 고오지를 이용한 된장의 지방산으로 palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic acid 등을 분리하였고 이 중 linoleic acid가 가장 많고 다음이 oleic acid로 보고하였는데 본 실험의 결과와 비교할 때 생성된 지방산의 종류는 거의 같았으나 함량면에서 차이를 보였다. 사용균주에 따른 lipase 활성도나 원료 배합비율 등의 차이로 각 시험구의 주 지방산 함량이 다소 차이를 보인 것으로 추측된다. 본 실험 된장에서 필수 지방산인 arachidonic acid, linoleic acid, linolenic acid가 시험된장 모두에서 검출되어 된장의 영양학적 측면에서 가치도 있는 것으로 평가된다.

요 약

재래식 메주, 고오지, 나토 메주, 고오지와 나토의 혼용 메주로 담금한 된장의 일반성분 유리당 및 지방산 조성은 다음과 같다. 조단백질은 10.3~14.6%로 재래식 메주 사용의 된장과 나토된장이 높았고 고오지 된장이 낮았다. 수분은 46.9~54.5% 범위로 숙성과정 중 다소 증가하였고 나토된장이 많았다. 에틸알코올은 숙성 75일 까지는 고오지와 나토의 혼용 된장에서 높았으나 숙성 90일에 고오지 된장이 2.8%로 최대치를 보였다. 총당과 환원당은 숙성기간의 경과에 따라 감소하였으며 이들 당 함량은 고오지 된장, 고오지와 나토의 혼용된

장, 재래식 메주사용의 된장, 나토된장의 순으로 높았다. 된장의 유리당으로 glucose, galactose, mannose, arabinose가 동정되었으며 이중 glucose, galactose가 타유리당 보다 많았다. 숙성 90일 후에는 glucose나 총 유리당 함량은 재래식 메주로 담근 된장에서 높았고, galactose는 고오지 된장에서 높았다. 된장의 지방산으로 palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, arachidonic acid가 분리되었고 이 중 oleic acid가 38.5~46.9%로 시험된장 모두에서 많은 비율로 나타났다. 그러나 숙성기간이나 시험구에 따른 지방산 조성 비율은 뚜렷한 차이가 없었다.

문 헌

1. 이서래 : 한국의 발효식품. 이화여자대학 출판부, 서울, p.73 (1986)
2. 김재욱, 최준봉, 방찬식 : 두유박을 이용한 쌀된장 제조. 한국농화학회지, 32, 98 (1989)
3. 이갑상, 정동효 : *Bacillus natto*가 된장에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 5, 163 (1973)
4. 이철호 : 장류제품의 아미노산 조성과 그 단백질 품질 평가에 관한 연구. 한국식품과학회지, 5, 210 (1973)
5. 이용호, 손태화, 박정용, 우상규, 이만정 : 식품가공 및 저장. 동명사, 서울, p.238 (1993)
6. 김미정, 이혜수 : 된장 숙성중 정미성분의 변화에 관한 연구 (1) 유리아미노산과 핵산관련 물질. 한국조리학회지, 6, 11 (1990).
7. 박태원, 황규, 임신규, 김수희 : 된장 숙성중의 유리아미노산 함량 변동에 관하여. 과연회보, 4, 31 (1959)
8. 신흥대, 윤주익 : 막장의 아미노산 조성에 관한 연구. 대한화학회지, 7, 6 (1963)
9. 윤익섭, 김혜영, 윤세영, 이갑상 : 한국된장의 발효과정에 따른 N-compounds의 소장에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8, 131 (1977)
10. 안호선 : 메주균을 달리한 재래식 형태의 메주가 된장의 품질에 미치는 영향. 서울여대 석사학위논문 (1987)
11. 배정철, 안호선, 이택수 : 메주균을 달리한 숙성된장의 유리아미노산, 유리당 및 유기산 조성의 비교. 한국농화학회지, 30, 345 (1987)
12. 吉田政次, 竹内徳男, 好井久雄 : 醸酵工學. 34, 171 (1966)
13. 本間伸夫, 明田川太七郎 : 醸酵工學. 33, 517 (1965)
14. 박성오, 이택수 : 제곡원료와 양이 된장 품질에 미치는 영향. 서울여자대학교 논문집, 4, 437 (1985)
15. 이숙희, 최홍식 : 된장 발효 숙성중의 지질성분 변화. 한국영양식량학회지, 14, 67 (1985)
16. 이숙희 : 개량식 콩된장 발효중 지질성분의 변화에 관한 연구. 동국대학교 박사학위 논문 (1979)
17. 이숙희, 최홍식, 김창제 : 된장발효중 콩 Koji 제조과정에 있어서 지질성분의 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14, 375 (1982)
18. 박정숙, 이명렬, 김경수, 이택수 : 균주를 달리한 된장의 향기성분. 한국식품과학회지, 26, 255 (1994)
19. 박정숙, 이명렬, 김경수, 이택수 : 미생물 균원을 달리한 숙성 된장의 질소성분과 아미노산 조성. 한국식품

- 과학회지, 26, 609 (1994)
20. 정동효, 장현기 : 최신식품분석법. 삼중당, p.84 (1988)
 21. 全國味 技術會編 : 基準味 分析法. p.1 (1968)
 22. 김동현 : 된장 Koji 및 그 혼합에 따른 된장 숙성과정
중의 화학성분 변화. 건국대 석사학위논문 (1992)
 23. 海老根英雄 : みそ 成分一覽(その2)糖類, 有機酸 およ
ひその他の成分. 日本醸造協會 雜誌, 62, 1368 (1967)
(1995년 8월 17일 접수)