



酵素의 役割과 技術上 과제

㉔

編輯室

효소를 이용한 된장제조

된장을 위시한 우리나라의 전통적인 양조법은 국자(麴고오지)에 의하여 필요한 효소를 얻어왔다. 국자는 효소원으로서의 역할뿐 아니라 국균(麴菌)의 균체성분 또는 대사산물이 제품의 향기나 맛에 관계할뿐만 아니라 발효미생물생장에 필요한 Vitamin류를 생성케하는 기능도 갖고 있는 것이다. 그러나 제국(製麴)에는 많은 설비, 노력, 시간 및 먼밀한 관리가 요하게 되며 또한 얻어진 효소의 활성차로 인하여 양조기간의 장단과 제품품질의 변동을 갖어오게 된다.

그러므로 양조에 있어서 적당한 효소제를 이용하는 기술을 확립할수 있으면 국자사용시 이와같은 결점을 해소하고 공정을 성력화할수있고 품질이 좋은 제품을 단시간에 정상적으로 만들려낼수 있어야만 양조공업합리화에 기여할수있는 것이다. 또한 효소제는 생체로부터 떨어져서 효소를 화학적인 작용인자로하여 이용하게 되므로 필요에 따라 그 효소조성과 발탄스의 개변등조정이 가능하며 이는 국자를 쓰는 종전의 양조방법의 제약을 떠나 품질과 제조기술향상으로 광범위한 개혁이나 새로운 면을 넓힐수 있는 가능성을 시사해주고 있는 것이다. 이미 효소제 이용된장에 대한 많은 시험, 연구 및 해설을 찾아볼수 있으나 여기에서는 기술적인 문제점만을 몇가지 들어 기술하고자 한다.

1. 된장용효소제의 선정

된장의 숙성은 프로테아제에 의한 원료대두단백의 용해, 및 분해와 아밀라제에 의한 원료맥전분의 액화 및 당화가 중심이 됨은 말할나위도 없다. 이용효소제의 선정에 있어서는 작용특이성 또는 효소발탄스가 중요시 된다. 푸로테아제는 된장에서 프로테이나제(엔도페프치다제)에 의한 원료대두의 단백용해뿐 아니라 페프치다제(엑키소페프치다제)에 의한 단백분해(아미노산의 유리)가 필요하고 미생물기원의 각종 프로테아제제제중 이 요구를 만족시킬수 있는 것은 국균기원(*Aspergillus Oryzae*)계의 제제인 다카지아스타아제에 한정되고, *Asp niger*, *Rhizopus delemar* 등의 사상균산성프로테아제는 단백분해가 떨어져서 *Bacillus subtilis*, 방선균등의 세균알카리성프로테아제도 아미노산유리는 극히 적고 한가지만 써서는 된장에 이용할수가 없는 것이다. 프로테아제의 식염내성도 국균기원의 것이 세균기원의 것보다 우수하다고 한다.

된장용아밀라제는 액화력(α -아밀라제)보다도 당화력(글루코오스를 유리하는 s-아밀라제)이 강한것이 바람직하다. 특히 된장의 경우는 액화력이 강한 것은 된장이 너무 찰지고 또 당화력이 부족하면 된장의 점도가 낮아져서 감미가 적어지게 된다. 미생물 기원의 아밀라제의 당유리율은 *Rhizopus Endomyces*계가 90%, *Asp. Oryzae* 80%, *Asp. niger* 60~70%, 세균(α -아밀라제가 강력)은 50%이하로

보고 있으며 당화력이 강한 아밀라제제에서도 결정화(結晶化)된 것으로서는 당의 유리율(遊離率)이 저하되고 백립(麥粒)의 전분 또는 다당류분해에는 헤미세룰라제와, 세룰라제가 관여하는 것으로 추정되고 있다. 프로테아제와는 달라서 식염내성(食鹽耐性)이 강하고 Asp. Oryzae, Rhizopus기원의 아밀라제와같이 20%식염존재하에서도 94%의 당유리율과 80~86%의 효소활성을 나타낸다. 효소발란스는 된장용효소제로서 국균(Asp. oryzae) 기원의 것이 적당하다고하며 이는 전통적으로 국균을 쓴 국자에 의하여 된장이 만드러져왔다는 점에서 상식적인 결론이라하겠다. 그러나 같은 국균의 생성효소(生成酵素)라고는 하나 미국(米麴), 맥국(麥麴), 두국(豆

麴)등 된장공장에서 만들어지는 국자는 뜻자리에 배양하여 물을추출하고 알코올침전을 한다음 건조시키 얻어지는 시판효소제제와는 다소 차이가 있다. 즉 프로테아제 조성, 아밀라제와 프로테아제의 양비(量比) 헤미세룰라제의 생성량등이 서로 달라 조성과 발란스에 다소 변모를 볼수 있다. 국자와 국균기원 효소제제의 아밀라제·프로테아제발란스는 표 1.2와 같다. 프로테아제의 조성을 살펴보면 중국은 pH 3.0의 활성(산성프로테아제활성, 이하 ACP라 약기) pH6.0(또는 5.7)의 활성(중성프로테아제 활성, 이하 NP라 약기)가 강하고 두부에서는 NP의 pH8.0와 활성(알칼리성프로테아제활성, 이하 AIP라 약기)가 강하다. 국균효소제제는 NP활성과 AIP활성이

표 1 국자의 아미라제·프로테아제

	아 밀 라 제			프로테아제 (Tyrosin unit)			s-아미라제·프로테아제 (pH6.0)	비 고
	α (D _{40°} 30°)	S (구루코오스 mg)	α/s	pH3.0	pH6.0	pH7.5		
미	2,187	508	3.66	54.8	67.5	19.4	8.85	
	1,100	240	4.58	35.0	35.0	2.0	6.85	
	1,138	228	4.99	38.2	34.9	4.8	6.53	
	1,594	348	4.58	61.0	61.0	20.0	5.70	
국 (1g중)	1,298	315	4.12	58.0	55.0	10.0	5.72	외쇠미국
	408	94	4.34	53.0	30.0	5.0	3.13	건물 1g중
	717	171	4.20	29.8	41.2	5.7	4.15	
배두국	719	82	8.77	6.8	33.5	25.4	24.5	건물 1g중
	686	50	13.72	6.5	33.2	31.6	1.50	
	294	51	5.82	10.3	35.8	36.1	1.41	

표 2. 국균효소제제의 아미라제, 프로테아제

	아 밀 라 제			프로테아제 (Tyrosin unit)			s-아미라제·프로테아제 (CpH6.0)	비 고
	α (D _{40°} 30°)	S (구루코오스 mg)	α/s	pH3.0	pH6.0 (5.7)	pH7.5		
다카지아스타제	125,000	29,360	4.26	8.60	1,200	328	24.45	
	150,000	28,635	5.24	697	3,567	1,230	8.03	
Asp. Oryzae(A ₂)	134,000	33,720	3.98	826	2,020	1,170	16.69	
	48,000	7,500	6.40	350	500	250	15.0	
Asp. Oryzae(A ₁)	109,600	14,000	7.83	990	2,800	1,810	5.00	
	109,600	16,100	6.81	900	2,800	1,810	5.75	
	134,000	11,365	11.79	1,260	2,780	1,910	4.09	
Aspergillus (C)	7,500	4,060	1.89	828	10,493	14,810	0.27	
Asp. Oryzae(D)	134,000	10,130	13.22	3,960	10,200	3,880	0.95	
아밀라제(D)	450,000	40,340	11.16	1,955	2,549	7,885	15.83	

강하지만 ACP활성도 같이 갖고 있다.

아밀라제 특히 중요시되는 미국과 국균효소제제를 비교할 때 α -아밀라제와 s -아밀라제의 비 (a/s)는 근사하며 문제가 없다. 아밀라제-프로테아제의 발란스로서 s -아밀라제와 NP활성의 비율은 미국에서는 5~6(때로는 3~8), 두국에서는 1~2이며 국균효소제제에서는 15~24(아밀라제에서는 아미라제제제라 칭하는것, 다까지아스타제. A_2 . 아미라제D),, 4~5(A_1) 또는 1이하 (C,D) (다같이 프로테아제제제라칭하는 것)의 3형으로 대별된다. 그러므로 효소제제를 국자의 NP활성에 맞추어 쌀된장에 가할때 다까지아스타제 또는 A_2 제에서 그 아밀라제량은 국자를 사용한것보다 다소 상회한다.

A_1 제에서는 미국을 사용한 것과 겨우 같거나 약간 상회하며 두국사용시(콩된장)에는 약간 상회한다. 그러나 D제에는 미국(쌀된장)아밀라제력(力價)의 60%정도가 된다. 이와같이 국균효소제제의 아밀라제·프로테아제의 발란스의 격차가 있기에 력가를 기준으로 첨가했을 때 아밀라제량의 과부족이 고려되지만 일반적으로 쌀된장에서는 아밀라제량은 오히려 과다하게보이며 D제사용에서는 절당, 적당의 생성량은 국자와 동등하다. 오히려 다까지아스타제· A_2 제는 된장용으로서 아밀라제·프로테아제의 발란스가 너무 높다고 보고 있다.

*Rhizopus delemar*제제는 s -아밀라제가 주체로 프로테아제는 미약한 ACP활성을 나타냄에 불과하므로 찢된장처럼 쌀을 많이 쓰는된장으로 이용하도록 시도되었으나 사용량이 많으면 당의 생성은 많고 조성은 연화된다. 그러나 아미노산의 유리는 불충분하고 프로테아제량의 부족이 지적되고 있다.

2. 효소제의 사용량

지금까지의 시험, 연구의 태반은 국자의 NP활성을 기준으로 그 3~4배~1/2정도의 범위내에서 효소량을 바꾸는 사용량이 검토되어 왔으나 효소제제 때문에 그 효소발란스가 달라지므로 사용직량(使用適量)을 결정할에는 여러가지 문제점이 있다.

이 점에 대하여는 일반적으로 효소사용량을 늘리므로서 양조기간을 단축시킬수가 있는 것이다.

3. 효소제나 국자를 이용한 된장의 차이점

효소제이용된장과 국자를 사용한 된장을 비교해보면 단백질용해율은 거의 같으나 단백질분해율은 효소제이용편이 떠러진다.

아미노산분석결과로도 효소제이용된장은 글루타민산, 아스파라긴산, 글리신, 세린, 프로린, 바린, 라이신, 아라닌등의 유리율이 국자사용된장에 비하여 낮고 반대로 알기닌, 암모니아의 생성은 많다. 특히 글루타민산, 아스파라긴산의 유리량이 적은 것은 정미상 불리하며 이 점 효소제제중에는 글루타미나제(아스파라기나제)의 양적부족, 또는 백프치다제가 약함을 알수 있다. 그래서 이 결점을 보완코저 필요 효소를 모두 효소제로 대체함이 아니고 일부 국자의 병용(예로 콩된장에서는 30%의 국자보충, 고추장에서는 50%의 국자병용), 로이신아미노백프치다제(Lap II)의 보강, 또는 글루타미나제활성증강을 고려한 효소제 조제가 필요하다고 한다.

콩된장과 고추장에 있어서 효소제이용된장의 착색(병도 Y%의 저하)는 국자사용의 것과 동등 또는 오히려 더 크므로 된장의 질로서는 높게 평가되고 있다.

즉 콩된장에서 색깔은 있지만 거무스름하지는않고 붉은 기가 드러나고 고추장에서도 색이 선명하다. 새균기원의 효소제제에서는 색이 거무스름하여 평이 좋지 못하다. 국균기원의 효소제제와 된장의 착색이 현저해짐은 제제의 헤미세루라제(또는 세루라제)활성이 강하기 때문이라 한다. 이는 된장양조중의 유리당의 조성에서도 입증되고 있으며 국자효소에 의한 유리당은 글루코오스가 약 80%를 차지하고 아라비노오스, 키시료요즈등 펜토오스는 적으나 효소제제는 헤미세루라제가 강력하고 착색의 원인이되는 아라비노즈·키시료오즈 및 가락크토오즈의 유리율이 높은 것으로 되어있다.

국자사용된장은 국자 그 자체에서 유산균, 효모등 속성에 관하여는 미생물과 *Bacillus*, *Micrococcus*등 유해 또는 불필요한 균군(菌群)이 이행(移行)하지만 효소제제이용된장에서는 그러한 것은 볼수 없다. 그

터므로 효소제이용에서는 사립직후의 군수가 국자사용된장보다 다소 적지만 숙성경과도중 발효부족을 이끄는 일은 없다. 유용미생물의 첨가를했을때는 이들 야성균과의 경쟁등이 없으므로 발효가 왕성해지고 생산, 알코올의 축적, 만 생성물(휴우젤유, 알테힐류)의 부산물이 많고 첨가효과를 명확하게 할수 있는 잇점도 있다.

제국중에는 국군의 생육과 대사 때문에 통상 10% 내외의 원료질손을 볼수 있으나 효소제이용된장에서는 이것이 없게되므로 콩된장에서는 약 8%, 고추장에서는 1.5~2%의 제품보류라는 현상을 가져온다.

제품의 풍미는 관능검사에서 효소제이용된장은 저미부족, 맛이 단백, 복합미가 부족하지만 맛이 단조롭고 향기도 단순한데다가 국향부족, 복잡한 방향부족등 향기에대한 지적이 많다. 이들은 국자사용된장과는 달리 국균균체성분의 자가소화물과 국군의 대사산물의 결여 또는 페프치나제·쿠루타미나제등 균체내효소가 효소제제의 조제에서 충분히 수득되지 않기 때문이며 이 점이 원인으로 향미의 차이가 생긴다고 보고 있다. 국자사용된장과의 관능검사상의 차이점은 베이커에 있어서는 소비자가 자기회사제품에 대한 이미지를 달리하거나 앎을가하여 열려하게되고 시장성을 따지볼때 국자의 일부를효소제제로 대체하는 방법도 제시되고 있다(예로서 고추장은 국자 6~7:효소제 3의 이용) 또 중국사용된장의 맛에 가깝도록 할려면 쌀겨와 국자의 보충, 효모 또는 국균체 자가소화물의 첨가등의 방법도 있다. 효소제제는 사립시 증자원료, 식염, 물을 잘 혼합하여 사립하게 되나 쌀된장의 경우 미국의 수분은 약 30%, 전쌀은 약 42%로 전쌀이 약 10%가량 수분이 많기 때문에 효소제제이용된장에서는 그만큼 물을 주릴 필요가 있다. 그러나 증자대두에는 다량의 수분을 함유하고 있어 콩가루를 주릴 여지가 거의 없기 때문에 쌀된장에서는 된장의 수분조질상 국자를 전폐하고 원료미를 모두 전쌀로하는 효소제제이용은 문제점이 있다고 한다. 이상 종전부터 써오던 국자사용에 대체하여 효소제제이용에 의한 된장제조법에 대하여 기술했으나 현실적에서도 그 기술은 완벽치못하며 앞

으로 페프치나제활성, 쿠루타미나제활성의 증강, 원료대두, 쌀의 조직붕괴에 의한 단백과 다당류의 분해 촉진을 위한 펙크치나제, 헤미세투라제증강등 효소제제의 개량이 기대되고 있다.

말토오즈의 식품공업에의 이용

효소화학, 및 효소이용에 관한 연구가 진보발달됨에 따라 말토오즈의 제조기술도 종전에는 시약으로서나 구할수 있는 순도높은 제품이 싼값으로 대량공급되어 새로이 식품공업분야, 의약품분야, 화학공업분야에서 원자재로 이용케되었고 폭넓은 활용이 기대되게 되었다. 말토오즈는 글루코오스 2분자로된 천연에 존재하는 환원성이당류의 하나이며 식물에서는 꽃, 잎, 종실등으로 전분의 합성, 및 분해시에 생성되며 포유류에서는 간장, 근육, 및 소장내 존재하며 클리코오겐대사의 중간대사산물로 되어 있다. 사람에게 있어서는 혈중에 미량으로 존재하며 식품에서는 청주, 또는 당질식품에 존재하고 있다.

말토오즈는 전분의 가수분해로 제조되나 산에 의한 가수분해로는 고순도의 것은 도저히 얻을수가 없어서 효소를 이용하는 방법외에는 별 방법이 없는 것이다.

종전에 쓰인 맥아에 의한 효소적분해로서는 말토오즈생성에 한계가 있었고 고순도의 제품을 얻기가 힘들었으므로 가격이 비쌌다. 그러나 최근 정제 α -아밀라제, 정제 β -아밀라제를 쓰는 새 방법으로 가수분해를 하는것이 공업적규모로 가능케되고 고순도의 말토오즈가 쉽게 싼값으로 제조할수있게 되었다. 말토오즈는 백색의 미세한 결정으로 냄새가 없고 은화하며 타에 유리가 없는 독특한 양질의 감미를 갖고 있고 그 감도는 자당의 약 1/3이라고 하며 또 물에 녹기쉽고 흡습성이 적은 안정한 성질을 갖고 있다.

1. 말토오즈의 제조방법

말토오즈를 주성분으로한 제품인 맥아물엿은 원리

적으로는 전분에 β -아밀라제를 작용시키면 말토오즈가 생성되거나 전분의 성분인 아밀로펙틴에는 a-1, 6 글루코시드결합의 분지(分枝)가 있으며 이 분지점의 직선에 분해가 멈추게 된다. 말토오즈의 수율은 대단히 낮다.

전분에 α -아밀라제와 β -아밀라제를 작용시키면 분해한도는 상승한다. 이 두가지 효소의 공동작용을 응용하여 전분의 호화액에 맥아를 작용시켜 액화하고 당화한 다음 농축한것이 맥아물엿이다.

최근 세균 α -아밀라제와 맥아외에 β -아밀라제를 써서 말토오즈를 주성분으로 하는 물엿이 제조되고 효소물엿으로서 시판되고있으나 원리는 맥아사용시와 같다.

이 방법으로 물엿을 만들었을 때의 말토오즈함량은 β -아밀라제작용량을 늘여도 제품속의 순말토오즈분은 불과 50%정도이다.

이렇게 제조한 당화액에서 말토오즈정제는 극히 곤란하며 고순도말토오즈를 얻고자 알코올분획, 알코올용액에서의 결정화를 반복하는 공정으로 간신히 정제가되므로 수고가 많아지고 수율도 나쁘므로 말토오즈는 비싸게 먹힌다.

α -아밀라제, β -아밀라제의 두가지 효소만으로는 싼값으로 대량의 말토오즈를 제조할수 없었으나 가지를 친 효소의 대량생산방법개발로 높은 순도의 말토오즈를 싼값으로 대량 생산할수있게 되었다.

말토오즈함유량을 많게하기 위해서는 a-아밀라제 반응진행을 저해하고 있는 a-1, 6글루코시드결합부를 잘라 반응진행을 촉진하는 방법을 취해야하며 아밀로펙틴의 분지를 찌르는 효소 이소아밀라제를 작용시키 분지를 찌르고 전분분자물모두 적외상분자로 바꿈과 동시에 β -아밀라제를 작용시키면 말토오즈생성량은 비약적으로 상승시킬 수가 있고 이론적으로는 100%가까운 말토오즈가 된다면 공업적방법으로는 반응액의 말토오즈함량은 94~95%이다.

a-1, 6글루코시드대효소에는 여러가지가 있어서 각기 작용기전에 차이가 있으므로 β -아밀라제와의 결합은 각각의 작용, 특성에 맞추어 교묘하게 이용하여 말토오즈를 제조하여야할 것이다.

2. 말토오즈의 이용

말토오즈의 감미는 특수하며 설탕의 감미와는 다르다. 감미도는 설탕의 약 1/3이지만 설탕과 혼용했을 때 포도당에서 볼수있는 상승효과는 없고 말토오즈의 양이 많아짐에 따라 혼합물의 감미도는 낮아진다. 그러므로 감도를 낮출려면 설탕과의 혼합비율을 적어도 25%이상 혼용해야한다.

말토오즈결정은 한분자의 결정수를 갖고 안정한 상태가 되어있다. 분말상으로 설탕과 여러 비율로 혼합했을 때의 (RH85%, 온도 25°C)흡수성은 일정한 수분을 보지한 다음은 흡수성을 나타내지않고 안정하다.

설탕과 거의 같은 점도를 나타내며 점성면서에는 설탕사용시와 같은 효과가 있다. 이외에도 겔리강도, 용해도, 빙점강하, 산에 의한 가수분해등 특성을 살펴야 한다.

최근 감도를 낮은 식품을 좋아하는 경향이 식품업계에 퍼졌으나 말토오즈야말로 요구에 호응한 감미소재라고 말할수 있겠다. 감미도를 주리려면 감미료의 양을 줄이면 될것같이 여겨지지만 가공식품의 경우 보존료에 곰팡이가 생기면 안된다는 점을 고려한다면 감미료의 양을 줄여서는 안된다. 즉 종전에 감미료로서 쓰이던 설탕에는 감미를 부여한다는 점과 일정한 당농도이상으로 해두고 방부효과를 갖게한다는 점이다. 물엿은 덱스트린분을 함유하고있어 설탕에 비하여 높은 점성을 나타내며 식품의 텍스처와 식감을 바꾸어 목적인 제품이 않했을 때도 있다. 이 같은 조건하에서 말토오즈의 감미도가 낮고 양진의 감미와 방부효과가 기대되며 점성은 설탕과 거의 같다는 성질이 살아나게 된다.

직접적사용방법은 아니나 말토오즈를 탄 형태로 바꾸어 식품에 이용할수 있다. 그 예로서 말루치도율이 있는데 이는 말토오즈를 환원해서 제조되지만 체내에서 소화흡수되지 않는다는 특성과 보습성에 뛰어난 특징을 갖고 있다. 그 마루치도율을 주성분으로하는 마루비트(환원맥아당물엿)은 저칼로리식품

제조를 위한 감미료로서의 필수적 3조건, 즉 양질의 감미와 바디를 갖으면서 저칼로리임을 겸비한 저칼로리다이어트식품의 감미소재로서 유일한 것으로 다종다양하게 쓰이는 외에 보습성, 난발효성등의 특성을 이용하여 식품의 품질유지와 개량의 목적으로 쓰이고 있다.

말토오스는 프로테아제제를 제조하는 때에 말토오스가 그 환상안정화제로서 큰 효과가 있다고하며 β-가라кто시타제 분말제제를 제조할때에 말토오스를 첨가함으로써 환상이 현저하게 안정화된다고 한다. 그밖에 디프테리아백신, 가스가마이신제조 때 배양기에 탄소원으로서 말토오스가 유효함이 알려져 있다.

가수분해효소에 의한 식품의 표면 처리기술

1. 식육과 효소

수천년전부터 풍부한 우리나라에서는 동물성단백질로서 주로 어계류를 섭취하여 왔다.

근래에 와서 식생활의 양풍화(洋風化) 또는 식생활개선의 선봉에 따라 수육(獸肉)과 수육가공품섭취량이 증가일로에 있어 국민체위향상에 이바지하고 있다.

식육이란 식용에 공할수있는 동물의 날(生) 또는 조리한 고기라고 정의되고 있으나 약 3,000가지에 이르는 포유류(哺乳類)의 고기중에서 몇 10가지에 한정되어 있는 것이다.

우리나라에서 대량으로 소비되고 있는 육류는 소, 돼지, 양, 고래, 닭등이며 그가운데에서도 쇠고기를 가장 애찬하고 있으나 최근 도축규제로 인하여 정미성(呈味性)이 떨어지기 때문에 절진고기가 많아서 효소제를 써서 정미성향상이라든가 조직 유연화(柔軟化)에 연구를 하고 있다.

2. 식육의 조직학적성질

식육으로서 이용되는 근육은 횡문근섬유(형태적분류)이며 기능적분류로는 수의근섬유에 속하는 골격

근조직인 것이다.

근육의 기본적인 구조단위는 근섬유라 불리우는 근세포이며 이 근세포가 주체가 되어서 집속형성(集束形成)되어 근육조직이 된다.

근섬유를 현미경으로 2,000배로 확대하여 보면 많은 작은 단위인 근원섬유로 되어있음을 볼수있고 근육의 양단은 긴(힘줄)인 결합조직으로 뼈에 연결되고 근섬유를 싸는 결합조직, 혈관, 임파관, 신경조직등이 골격근조직에 있어 근육을 형성하고 있다.

결합조직에서 코라겐은 결합조직성섬유의 대표적인것으로서 무색이며 횡문이 있고 똑바르고 신장성이 없다. 분기하지 않는 직경 0.3μ~0.5μ은 가는 섬유가 모여 1~12μ 굵기의 코라겐섬유로 된다. 에라스틴은 가소성이며 분기하고 망목구조(網目構造)를 형성한 황색의 섬유로 열에 폭로시켜도 파괴되지 않고 강인하다. 레티큘린은 크게 지분화된 결합조직이며 많은 기관을 지지하는 세포외물질로 생각하고 있다. 이들 근육내 결합조직은 그다지 강인하지못하나 근섬유에 비하면 대단히 강인하며 고기의 품질에도 크게 영향을 미친다.

또 근육중의 결합조직의 함량은 어린 동물이 늙은 동물보다 크며 코라겐과 에라스틴함량은 나이를 먹음에 따라 적어진다.

그러므로 어린 동물의 연한 고기와, 늙은 동물의 절진 고기는 결합조직의 성질이 연령에 따라 다를 것을 입증하고 있는 것이다.

3. 식육의 Texture와 유연도

식육으로서의 특성에는 Texture, 유연도, 향미, 색상, 맛등이 있으나 현대에와서는 향미나 색상보다도 Texture나 유연도를 중시하는 경향이 있다. Texture의 정의로서 Hammond는 "육안으로 보다 결합조직의 근주막의 격벽이 근육을 가로 분할하고 있는 근속(筋束)의 형태적 기능이다"라 하고 있다. 한편 유연도를 표현하는 객관적인 표준은 없고 현재는 주관적인 관능검사에 의존할수밖에 없다. 관능검사에 의한 유연도측정에는 다음 사항을 고려에 넣어야 한다.

첫째 고기를 처음 씹을 때의 감촉.

물결 고기가 썩어서 부셔지는 정도.

셋째 썩은 다음에 남은 량.

관능검사이외에 물리적측정이라든가 화학적측정법도 검토되고 있지만 아직 표준이 될만한 측정법은 없다.

4. 식육의 숙성과 인공연화

동물의 사후 그 근육을 무균적 보존조건하에서 실온으로 수일간, 고기의 동결점(-15°C)보다 조금 높은 온도에 두면 6주간 정도는 저장할수 있다. 이같이 미생물의 오염이 없는 상태에서 미처리육을 동결점 보다 높은 온도로 유지하면서 유연도와 풍미를 증가시키는 방법을 숙성이라하고 옛부터 알려져왔고 숙성온도는 보통 0~5°C로 하고 있다.

숙성에 의하여 고기가 연하게 되는 것은 단백질을 가수분해하여 펩티드나 아미노산으로 하는 효소(카세프신)이 존재하기 때문이다.

DeDuve는 여러 조직속에 단백분해의 활성을 갖는 Lysosome라 불리우는 작은 파립이 존재함을 시사했다.

이 소파립은Lipoprotein의 막을 갖고 살아있는 상태의 pH에서는 완전하나 사후 pH가 내려가며 파열되어 단백질 해효소가 방출되어 숙성에 도움을 주게된다.

인공적으로 고기를 연화시키는 시도는 옛부터 이루어졌으며 그 발단은 500년 전에 우연히 멕시코의 인디언이 조리할때 꼬꼬잎에 고기를 써서 구으면 고기가 연해짐을 발견한데서부터 시작되었다. 현재 구미를 위시해서 우리나라에서도 파파인이나 브로메린이라는 식물성효소제를 주체로한 연육소가 널리 사용되고있으며 이들 연육소를 사용하여 고기를 연화시키는 화학적방법이라할수 있겠으나 따로 고기를 두들기거나 고기를 작게 잘라 결합조직을 절단하는 기계적 방법과 식염수나 물을 고기에 주입하는 방법도 있다.

효소제에 의한 고기의 연화방법은 다음과 같은 방법이 있다.

첫째 고기를 적당한 두께로 썰어서 포오크나 바늘이 달린 로타로 구멍을 뚫은 다음 효소제를 고기에

뿌려 일정시간방치한 다음 가열조리한다.

둘째 고기를 그대로 미리 포오크나 바늘로 구멍을 뚫고 효소액을 침적시키는데 이 방법은 현재 널리 쓰고 있으나 일반적으로 고기 표면만 연화가 된다는 결점이 있다.

셋째 살아있는 동물의 경정맥에 효소액을 주입하거나 사후 주된 혈관에 효소액을 주입하여 효소를 근육의 내부에 까지 침투시키는 방법이 있다. 특히 도살전 살아있는 동물에 주입시키는 방법은 Beuk등이 1955년에 특허를 얻었다.

5. 효소제에 의한 식육연화

고기를 연하게 하고저 사용되는 효소는 미생물기원의 것과 식물기원의 것, 동물기원의 것으로 대별할수 있다.

미생물기원의 효소제는 근섬유단백질인 액토티오신에 작용 결합조직의 코라겐이나 에라스틴에는 전혀 작용치 않거나 극히 근소하게 작용하는 것이 많다.

이들 효소는 우선 사아코레마에 작용하여 핵을 소실시키고 최후에 근섬유를 분해한다.

식물기원의 효소제는 결합조직인 코라겐이나 에라스틴에 선택적으로 작용하며 처음에는 결합조직의 기질인 점액다당류에 작용하고 이어 결합조직섬유를 무정형의 덩어리로 파괴한다.

동물기원의 효소제는 미생물기원의 효소제와 식물기원효소제의 중간적인 활성을 나타내며 결합조직보다도 근섬유쪽이 효과적이다.

효소제의 문제점으로서의 한개의 육편을 조리하고 기호에 맞도록 연하게 만들어 먹는것은 가장 바람직 하지만 연화의 대상이 되는 고기 그 자체는 동물의 종류, 품종, 부위, 연령, 사육상태, 도살시상태, 숙성상태등에 따라 조직학적으로도 생화학적으로도 상이하면 한편 효소도 기질특이성이 있어 분해하는 조직에 명백한 차이가 있다.

효소처리전에 적합한 효소조성을 결정하기란 힘들다.

식물기원의 효소제는 연화효과는 크지만 미량으로 써서는 효과가 없고 많아지면 과연화가 되어버

리므로 적당한 효소량을 쓰도록 예씨야 한다. 또 효소의 작용특성은 조리방법이 중요하며 효소는 변성단백에는 잘 작용하므로 고기를 변성시키는 온도, 조리시간에 따라 효과도 달라진다.

물론 효소자체도 단백질이므로 어느 조리온도로 작용하면 고기를 연화시키지만 그 이상 온도가 올라가면 실활해 버린다.

가수분해효소에 의한 쌀의 표면처리기술

우리나라 사람들의 주식은 쌀이라하여도 과언이 아니며 조미료로서의 된장, 간장, 고추장, 알코올을 료료로서의 탁주, 청주, 소주, 맥주등의 원료로도 사용되고 있다.

쌀의 표준조성성은 수분 15.5%, 당질 76.6%, 지방 0.8%, 단백질 6.2%, 섬유 0.3%, 회분 0.6%이며 무기질로서는 100g중 칼슘 6mg, 인 150mg, 철 0.4mg, 비타민은 B₁이 0.09mg, B₂ 0.03mg가 함유되어 있다.

그러므로 쌀은 첫째 칼로리원임을 알수있고 단백질으로서도 중요하며 배일 전체 단백질섭취량의 50%는 쌀에서 취하고 있는 것이며 또한 무기질인 칼슘, 철, 비타민등 유용한 영양소를 함유하고 있는 것이다.

현재 우리나라에서는 누구나 평균 한해동안 150kg 정도의 쌀을 소비하고 있으며 그중 거의를 밥으로 소비하고 있으므로 어떻게하면 맛있는 밥을 지을수 있는가를 생화학적면에서 검토해보고자 한다.

맛있는 밥이란 적당한 찰기를 갖고 식어도 고실고실하지않아야하나 밥의 좋은맛을 갖게하는 것은 효소학적으로 가능한 것이다.

전분립의 미립자구조는 주로 아미로펙친분자, 말단쇄를 나란히하여 지름 약 200Å의 결정성미립자가 되어 이것이 조밀하게 침전하여 층을 형성, 방사상으로 자리잡고 있거나 비결정성 아밀로오스가 아미로펙친의 공간을 메우고 있다.

밥맛이 좋은 쌀은 전분세포의 배열상태와 전분립

의 형태, 충실도가 적당해야한다고 하며 특히 중요한 것은 아밀로오 스텍량과 그의 중합도인 것이다.

즉 대만쌀, 태국쌀등 외미(外米)는 아미로오스합량이 24~25%이며 아밀로펙친이 75~76%일에 반하여 우리나라쌀은 아밀로오스가 14~17%이며 아미로펙친은 83~86%로 되어 있다. 또 외미는 아밀로오스중합도가 일반적으로 커서 전분의 노화를 촉진시키는 원인이 되고 있다. 이런 현상은 외미뿐만 아니라 국산미에서도 품종, 기후, 저장기간등에 따라 나타나게 된다.

그러므로 아밀라제를 사용하여 아밀로오스치를 적당하게 가수분해하여 중합도를 적게하여 전분노화를 방지함과 동시에 쌀부터의 용출고형물을 많게하여 쌀에 적당한 찰기와 굳기를 갖게할수가 있다.

이 목적에 사용되는 아밀라제는 α -아미라제이나 양적으로 많아지면 밥이 끈적거리게되고 너무 적은 효과 없으며 적당량을 사용하면 알맞은 찰기와 수화성을 늘리고 밥맛이 개선된다.

또 전분의 α -화도도 향상되고 식어도 老化가 잘 안되며 또 글코아밀라제를 적당히 사용하면 아밀로오스나 아밀로펙친의 비환원성말단에서 글루코오스를 생성하고 밥맛의 향상을 갖어올수 있다.

쌀은 도정을 통하여 표면의 계층과 배아는 제거되거나 전분립은 그대로 굳는 원형질단백질막이나 다당류의 막에 둘러싸여 있다. 또 세포간물질로서 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙크친등의 다당류와 단백질이 세포간격을 메꾸어 치밀한 구조로 물의 침입을 방해하고 있는 것이다.

그 때문에 프로테아제, 셀룰라제, 헤미셀룰라제, 펙크치나제, 마세레타이엔·엔자임을 첨가하면 여러가지의 세포간물질이 분해되고 물은 전분립의 미립자구조속에 침투하여 밥맛에 관여하는 팽윤율을 높이고 나아가서는 아밀라제 작용을 쉽게한다.

물의 침투를 돕는 프로테아제, 셀룰라제, 헤미셀룰라제, 펙크치나제, 마세레타이엔자임등과 전분용 가수분해하는 아밀라제작용으로 밥맛개선이 이론적으로 가능하고 또 실지개선되고 있는 것이다.

(김석근 초역)