국내·외 기술정보

저지방의 마쇄소고기(ground beef) 제품에 대한 전분-지방 조립물(starch-lipid composites)의 사용

이 부 용
특용작물이용팀

1. 전분-지방 조립물이란

일련의 전분-지방 조립물들은, 수용액상의 전분과 지방 혼합물을 그림 1과 같은 스팀가열조리기(steam jet cooker)를 통과시켜 제조하는데, 마쇄소고기와 같은 식품들에 사용되어 풍미를 좋게하고 조직감을 개선시킨다. 스팀가열조리기를 통과한 전분-지방 분산물들은 안정하여 오랫동안 정지시켜 두어도 층분리가 일어나지 않는다. 이 분산물들은 드럼건조를 시켜서 분말로 만들수도 있으며, 분말의 감촉도 기름기가 느껴지지 않는다. 지방성분들이 1 10 μm의 크기로 전분이나 전분-물 구조물(matrix)내에 고르게 분산되어 있기 때문이다.

그림 1. 스팀가열조리기를 사용하여 전분-지방 조립물을 제조하고 있는 발명자, George Fanta(왼쪽)와 Kenneth Eskins(오른쪽)

'Fantesk™'라는 상품명의 제품은 새로운 형태의 전분-지방 조립물로서 연속적인 스팀 가열 공정에 의해 제조된다. 이러한 제품의 개발 아이디어는 단백질 대신에 탄수화물을 사용하여 생체시스템의 지방이 함유된 생체막(lipid-based membrane)을 복제하도록 디자인된 실험설계로부터 나온 것이다.

전분에 지방성분을 화학적으로 결합시키는 초기의 시도는 만족스럽지 못하였기 때문에 전분구조물속에 물리적으로 지방을 포접시키는 방법이 고안되었다. 지금까지의 연구결과로 볼때 스팀가열을 하면 전분이 완전히 용해되고, 용해된 전분과 지방이 균질화된 수용액상의 혼합물을 형성하게 된다. 이 방법으로 형성된 분산물들은 그림같이 미끈미끈한 성상을 나타내며 정치시키거나 동결-해동시에도 안정한 상을 유지한다. 스팀가열된 분산물의 점도는 고형분 함량에 따라 변화한다. 상온(20℃)에서 고형분 함량이 5%인 분산물은 자유롭게 흐르는 상태(free-flow)이며, 고형분 함량이 20%로 높아지면 부드러운 겔상(soft-gel)이 된다. 물론 온도변화에 따라 흐름성

(fluidity)과 겔성질은 바뀌게 되며, 겔은 마이크로웨이브로 가열시키면 쉽게 액화되기도 한다. 가열이나 냉각을 시켜도 지방과 물층의 층분리는 일어나지 않는다.

스팀가열처리하여 얻은 분산물들을 드럼건조시키면 분말의 전분-지방 조립물을 얻을 수 있으며, 만져도 기름기가 느껴지지 않는다. 이 분말 조립물의 입자크기를 일정하고 미세하게 조절하여 다시 물과 혼합한 분산액을 제조하면 원래의 조리된 액상 전분-지방 조립물과 매우 유사하게 복원된다. 드럼건조된 분말은 헥산으로 처리하여도 일부의 지방만 추출되어 나올 뿐 대부분의 지방은 전분 구조물 속에 단단하게 포접되어 있었다. 전자현미경을 통해서 관찰해 보면 지방은 직경 1-10㎛ 크기의 입자형태로 전분-물 구조물 속에 포접되어 있는 것을 알 수 있었다. 지방입자들은 지방-물 경계면에 얇은 전분막으로 둘러싸여 안정화되어 있었다. 기존의 연구결과에서 보면 전분은 단순하게 용해되기만 하는 것이 아니라 스팀가열 공정에 의해 고온과 높은 교반력을 거치게 되어 분자크기가 감소하는 것으로 나타났다.

여러종류의 전분과 지방이 전분-지방 조립물을 제조하는데 사용되어 왔다. 전분과 지방의 혼합비율은 100:5 100:75로 넓은 범위이다. 전분은 옥수수 전분(아밀로스와 아밀로펙틴 함량에 따라), 밀전분, 감자전분 등이 사용된다. 지방은 식물성 기름(oils)이나 지방(fats) 및 동물성 기름이나 지방, 석유화합물 제품(petroleum-based product)과 같은 지방성물질(lipid-like materials)들이 원료로 사용될 수 있다. 이 조립물은 특성이 매우 독특하기 때문에 특허출원은 물론이고 제품의 사용대상과 적용된 기술의 상업적인 응용분야를 개척하는데 많은 노력을 기울이고 있다.

이 조립물은 부드럽고 윤활성이 좋기 때문에 이미 식품제조시 호료, 안정제, 지방대체제로 사용되고 있다. 또한 지방성분이 존재하므로 정유성분, 휘발성향기성분, 항산화제와 같은 친유성 성분들이 층분리없이 전분-물 구조물속에 포접되는 것도 쉽게 이루어지게 한다.

전분-지방 조립물 관련특허

전분-지방 조립물은 미국 농무성(USDA)이 출원한 미국특허(US patent 5,676,994 및 5,882,713)에 설명되어 있으며, 특허등록이 되었기 때문에 사용시 승인이 필요하다. 이 조립물의 특징은 분말형태로부터 재수화되는 뛰어난 복원력, 조립물 사용에 의해 개선되는 리올로지와 조직감 특성, 조립물을 함유한 제품이 고지방 식품과 비슷한 조직감과 풍미를 유지하는 능력 등이다. 현재 저지방 냉동 디저트 개발에 적용 시험중으로서 자세한 내용은 미국농무성의 Craig Carriere (phone:309-681-6545, fax:309-681-6682)에게 연락해보시기 바랍니다.

2. 조립물 제조

마쇄소고기 패티에 사용되는 전분-지방 조립물의 제조에는 보통의 옥수수전분(Pure Food Powdered Corn starch, A.E.staley Mfg. Co., Decatur, Ill), 찰옥수수전분(waxy cornstarch, Waxy NO.1, Staley), 고 아밀로스 옥수수전분(high amylose cornstarch (Amylomaize Ⅶ, Cerestar N.A. , Hammond, Ind.), 대두단백질(soy protein, (Arcon S), Archer Daniels Midland Co., Decatur, Ill), 밀글루텐(wheat gluten, sigma chemical Co., st., Louis, Mo.), 대두유(soybean oil (Wesson Vegetable oil), Hunt-Wesson, Inc., Fullerton, Calif.), 소지방(beef tallow(Edible Beef Tallow), H.R.R. Enterprises, Inc., Chicago, Ill.) 등이 사용되었다. 전분과 단백질의 수분함량은 100℃ 진공건조로 측정하였으며, 모든 중량은 건물량(dry-weight)을 기준으로 하였다.

성분배합 비율은 전분 800g, 단백질 200g, 지방 320g, 물 3L로 하고, 이 혼합물을 교반기(Waring blender)로 잘 교반한 후, 교반된 분산물을 스팀가열조리기(continuous steam jet cooker, Penick

and Ford Laboratory Model)로 처리하였다. 조리기 내부(hydroheater)의 스팀 압력과 온도는 각각 40psig와 140°C로 일정하게 유지시켰다. 분산물을 1.4L/min 양으로 가열기에 투입하였으며, 가열조리된 분산물들을 플라스크에 받아서 드럼건조(24인치 길이와 8인치 직경, 65psig 스팀으로 가열된 드럼건조기)시켰다. 건조된 분산물은 분쇄기(Retsch centrifugal grinder)로 분쇄하였다.

위와같은 성분들의 혼합물을 제조하는 데는 많은 변수들이 적용되지만, 아래에 기술한 4가지가 가장 주요한 변수들이다. 표 1에서와 같이 전분-지방 조립물을 함유한 마쇄소고기 패티의 관능적 특성에 영향을 미치는 4가지 변수들로부터 통계적처리에 의해서 12가지의 각기 다른 조립물을 제조하였다.

1) 전분의 종류

사용하는 전분의 아밀로스 함량에 따라 전분-지방 조립물의 물성, 겔화성질, 제품의 입안느낌 등이 다르게 나타나므로 옥수수 전분의 종류를 달리해서 아밀로스 함량의 범위를 조절하였다

2) 지방의 종류

이 연구를 위해서 마쇄소고기와 풍미가 유사한 동물성 지방을 선택하였다. 또한 기존의 배합시험에서 많이 사용했던 값싸고 쉽게 구할수 있는 식물성 기름도 사용하였다. 사용된 지방들은 전분양을 100으로 할 때 40부분 만큼의 양이 혼합되었다.

3) 단백질

단백질 성분은 전분-지방 조립물 제조시 필수적인 성분은 아니지만, 선행 연구결과로 볼 때 단백질이 첨가되면 저지방소고기 패티의 결착력이 증가되어 조리시 잘 부스러지지 않는 것으로 나타났다. 따라서 2가지의 식물성 단백질이 전분 100에 대해서 25부분만큼 첨가되었다.

표. 1 마쇄소고기에 첨가된 전분-지방 조립물의 12가지 배합비들

Code	Amylose content of starch	Type of lipid	Vegetable protein	Steam pressure (psig)
FG/T/S	Medium	Animal	1	High
FG/T/W	Medium	Animal	2	Low
FG/S/S	Medium	Vegetable	1	Low
FG/S/W	Medium	Vegetable	2	High
A/T/S	High	Animal	1	Low
A/T/W	High	Animal	2	High
A/S/S	High	Vegetable	1	High
A/S/W	High	Vegetable	2	Low
W/T/S	Low	Animal	1	Low
W/T/W	Low	Animal	2	High
W/S/S	Low	Vegetable	1	High
W/S/W	Low	Vegetable	2	Low

4) 스팀의 압력

가열조리기 내부의 스팀압력은 40psig 로 조절되었다. 스팀가열조리기(excess steam jet cooker)에서 조리기(cooker) 내부로 유입되는 스팀의 압력은 실제로 전분이 조리되는 곳인 안쪽의 작은 공간보다 훨씬 높다. 이렇게 유입부의 스팀압력이 조리부의 압력보다 높기 때문에 여러 성분이 혼합된 분산물들이 투입될 때 많은 양의 스팀도 같이 흘러들어가면서 조리기 내부의 흐름구조에 따라 난류(turbulence)가 형성되고, 난류로 인한 물리적인 힘에 의해 전분 분자가 끊어져 분자량 감소가 일어난다. 스팀가열조리기 내부의 압력이 증가할수록 전분의 분해도는 높아져서 분자량 감소가 가속화되었다. 분자량에 따라 전분과 단백질은 물성과 겔화성질 등이 다르게 나타나므로 가열조리 공정의 압력을 변화시켜 구성성분인 전분과 단백질등의 분자크기(분자량)를 조절할 수 있으며, 이에 따라 제조된 조립물의 관능적 특성을 변화시키는 것도 가능할 것으로 기대되고 있다.

3. 소고기패티 적용시험

지방함량을 달리한 2개의 마쇄소고기 패티가 평가를 위해 제조되었다. 대조구로 사용된 저지방 패티의 지방함량은 8.5±0.5% 이었으며, 고지방 패티의 지방함량은 13.0±0.3% 이었다. 8.5%지방함량의 저지방 패티에 전분-지방조립물을 첨가한 과정은 다음과 같다.

8.5%지방을 함유한 신선소고기를 먼저 거칠게 마쇄한 다음 분말의 전분-지방 조립물을 소고기100에 대하여 1의 양만큼 첨가하고, 물을 10% 첨가하였다. 이 혼합물을 마쇄기를 2회 통과시켜서, 플라스틱 성형기에서 114g의 균일한 크기 (직경9.2㎝×두께 2.0㎝)를 갖는 소고기 패티를 만들었다.

제조된 패티를 170℃로 예열되어 있는 번철(griddle, Toastmaster Model, Mc Graw Edison Co., Boonville, Mo)에서 패티의 내부중심온도가 76℃에 도달할때까지 13분간 가열시켰다. 조리후 패티를 20개의 작은 조각으로 잘라서 각각 50mL 비이커에 담아 유리로 뚜껑을 씌운후 관능검사 요원들에게 제시하였으며, 지방과 수분함량도 분석되었다.

소고기 패티의 풍미와 조직감 특성은 훈련된 관능검사요원들에 의해 묘사시험분석법(descriptive sensory analysis technique)으로 평가되었다. 관능검사 용지에 제시된 beef, fatty, sweet, salty, cereal/ grain 등의 풍미 항목이외에 요원들 각자가 느끼는 새로운 풍미항목을 추가적으로 기술하게 하였다. 풍미의 강도는 10점 척도법을 사용하여 0=느끼지못함, 10=강함 으로 하였다. 한편 조직감은 cohesiveness (1=crumbly, 10=gummy), chewiness (1=tender,10=tough), springiness(1=low, 10=high), juiciness(1=dry,10=juicy), density(1=light, 10=cimpact),chalkiness(목이 메이는 느낌, 1=low, 10=high)등의 항목이 평가되었다. 모든 관능검사는 개별부스에서 패티의 색깔영향을 배제시키기 위해 붉은색 전등을 켠상태에서 실시하였다. 이때 13.0%와 8.5%의 지방을 함유한 신선한 쇠고기로 제조된 패티가 관능검사시마다 대조구로 제시되었다. 평가된 데이터들은 양방향분석법(two-way analysis)으로 분석되어, 95% 유의 수준에서 통계처리되었다.

평가된 시료들간의 유의차를 보여준 관능적 특성은 beef(소고기 맛), fatty(기름맛) 등의 풍미와 juiceness (촉촉함), chewiness(씹힘성) 등의 조직감 특성이 있다. 다른 풍미와 조직감 특성들은 유의차를 보여주지 않았으며, beef 풍미의 풍미강도도 그림 2에서 보는 것처럼 13% 지방함량의 소고기 패티와 8.5% 지방함량의 패티 사이에 유의차가 없었다. 동물성지방(fat)으로 제조된 전분-지방 조립물이 첨가된 쇠고기 패티와 식물성 기름(oil)으로 제조된 전분-지방 조립물이 첨가된 패티는 제품의 차이가 나기 때문에 지방의 종류에 따른 영향은 확실한 것으로 평가되었다. 동물성지방을 함유한 것으로 제조된 소고기 패티 6개 중 5가지는 8.5%의 지방을 함유한 신선소고기 패티 대조구와 비교할 때 소고기 풍미에서

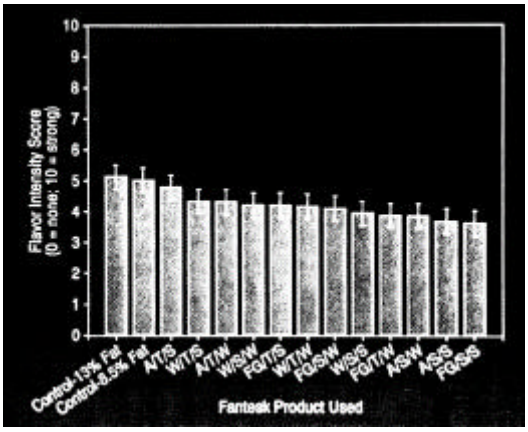

그림 2. 마쇄소고기 패티의 소고기 풍미에 미치는 전분-지방 조립물들의 영향

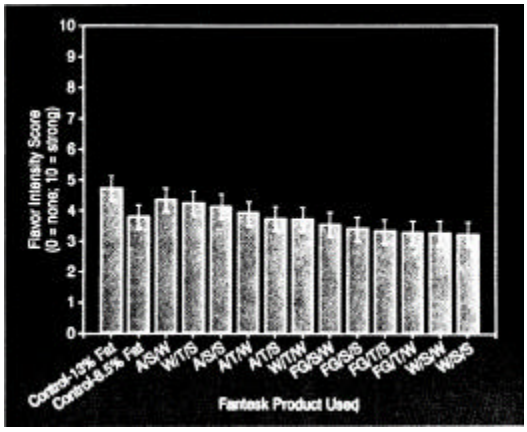

그림 3. 그림2의 지방성 풍미에 미치는 영향

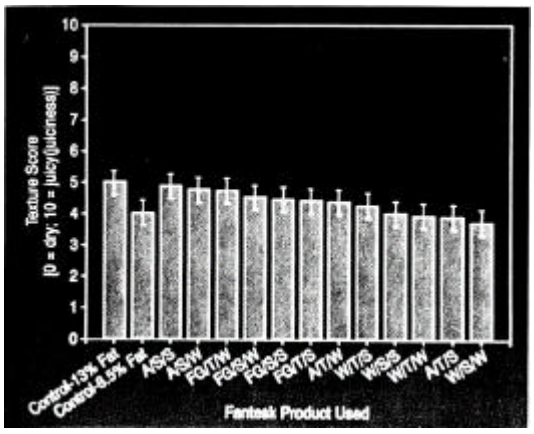

그림 4. 그림 2의 촉촉한 조직감에 미치는 영향

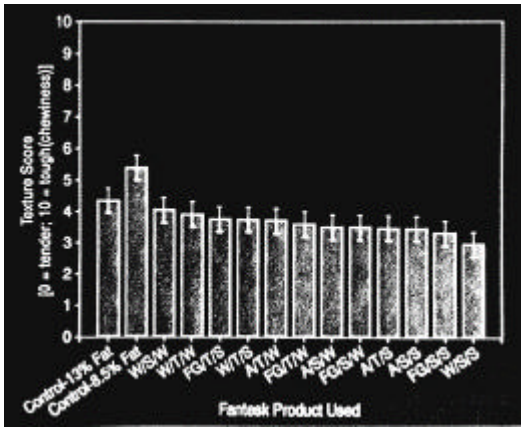

그림 5. 그림 2의 씹힘성에 미치는 영향

별 차이가 나타나지 않았는데, 식물성 기름을 함유한 것으로 제조된 패티는 6개중 5가지의 패티에서 8.5% 지방 함유한 대조구보다 소고기 풍미가 적게 나는 것으로 평가되었다. 또한 예상했던 것처럼 지방을 13% 함유한 패티는 8.5% 지방함유한 것보다 그림 3에서 볼 때 훨씬 지방성 풍미(fatty flavor)가 강한 것으로 나타났다. 12가지의 전분-지방 조립물로 제조된 패티중 3가지(표 1에서 A/S/W, W/T/S, A/S/S 시료)는 지방성 풍미의 강도가 13% 지방을 함유한 대조구와 같은 것으로 나타났다. 나머지 9가지의 패티는 대조구보다 지방성 풍미가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 지방성 풍미와 첨가된 전분-지방 조립물의 조성사이에 특별한 상관관계는 관찰되지 않았다.

대조구로 사용된 8.5% 지방함유 패티의 촉촉한 조직감(juicy texture)은 그림 4에서 보듯이 13% 지방함유한 패티보다 훨씬 낮게 나타났다. 12가지 중 4가지의 패티는 더 건조한 느낌의 조직감을 나타내었다. 고아밀로스 전분과 식물성 기름의 혼합(A/S/S와 A/S/W)으로 제조된 조립물을 사용한 패티는 8.5% 지방을 함유한 대조구 패티보다 더 촉촉한 조직감을 갖는 것으로 평가되었다. 물론

표. 2 소고기 패티의 지방 및 수분함량

Beef sample	Fat content(%)		Water content(%)	
	Raw	Cooked	Raw	Cooked
13%-Fat control	13.0+0.3	14.0+0.4	65+0.7	57+1.4
8.5%-Fat control	8.5+0.5	9.7+0.7	70+0.2	61+0.8
Samples containing starch-lipid composites	8.1+0.9	9.7+0.7	71+0.7	62+1.4

이와같은 제한된 범위의 시험만으로는 패티의 촉촉하거나 건조한 느낌의 조직감과 조립물의 배합성분 사이의 상관관계를 규정짓기는 곤란하다.

그림 5에서 보면 8.5% 지방을 함유한 패티는 13% 함유한 패티보다 조직감이 더 질긴 것으로 나타났다. 저아밀로스 전분으로 제조된 전분-지방 조립물을 함유한 패티의 씹힘성은 다른 2개의 전분을 사용한 패티보다 약간 높은 것으로 나타났다. 식물성기름으로 제조된 전분-지방 조립물을 첨가한 패티는 동물성 지방을 사용한 패티보다 더 부드러웠다.

식물성 기름으로 제조된 전분-지방 조립물로 제조된 6가지의 패티중 5가지는 13% 지방을 함유한 대조구 패티보다 훨씬 더 부드러운 조직감을 나타내었다.

제조된 패티의 수분함량은 동결건조후 감량된 수분량을 측정하여 분석하였으며, 지방함량은 동결건조된 패티를 사용하여 AOCS Official Method Ba3-38 방법에 따라 측정되었다. 이렇게 측정된 수분과 지방함량은 수분함량이 표함된 wet basis로 계산하여 표 2에 나타내었다.

4. 지방대체제로서의 가능성

위와 같은 연구결과로 판단할 때 특별한 성분배합비로 제조된 전분-지방 조립물들은 저지방 소고기 패티의 지방 대체제로도 사용될 수 있다고 생각된다. 지방대체제로서의 기능을 향상시키려면 전분-지방 조립물이 소고기 패티에 첨가되어 패티의 풍미발현이나 수분보습에 어떻게 관여하는지에 대한 보다 정확한 이해와 연구가 더 수행되어야 한다. 본 시험에서는 전분-지방 조립물을 소고기 패티에 사용하는 적용시험만 다루었지만 보다 많은 식품을 대상으로 적용시험이 이루어져야 할 것이다.

5. 참 고 문 헌

1. Dintzis, F.R. and Fanta, G.F. 1996. Effects of jet cooking conditions upon intrinsic viscosity and flow properties of starches, J. Appl, Polymer Sci, 62:749-753
2. Eskins, K., Fanta, G.F., Felker, F.C., and Baker, F.L. 1996. Ultrastructural studies on microencapsulated oil droplests in aqueous gels and dried films of a new starch-oil composite, Carbohyd. Polym, 29:233-239
3. Fanta, G.F. and Eskins, K. 1995. Stable starch-lipid compositions prepared by steam jet cooking. Carbohyd. Polym. 28:171-175
4. Fanea, G.F., Eskins, K., and Baker, F.L.1999. Aqueous starch-oil dispersions prepared by steam jet cooking. Starch films at the oil-water interface. Carbohyd.

Polym. 39:25-35
5. Klem, R.E. and Brogly, D.A. 1981. Methods for selecting the optimum starch binder preparation system. Pulp & Paper 55:98-103
6. Knutson, C.A., Eskins, K., and Fanta G.F. 1996. Composition and oil retaining capacity of jet-cooked starch-oil composites. Cereal Chem. 73:185-188
7. Stover, R.D.1990. The superiority of jet cooking for starch preparation. TAPLK 22:75-81

<출처: Food Technology, 55(2), 36, 2001>