

가공육 제조 시 미국산 유청단백의 활용

작성:

기탄잘리 프라부 박사 (Gitanjali Prabhu, Ph.D.)
PHD 테크놀로지 LLC (PHD Technologies LLC) 육류 및 가공육 산업 컨설턴트

편집:

애니 비앙브뉴 (Annie Bienvenue), 안토넬라 다 카마라 (Antonella da Camara)
미국 유제품 수출 협의회 (U.S. Dairy Export Council)

소비자와 가공업체, 감독기관의
태도 변화로 가공육에 유청원료의
사용이 증가하고 있다.

유청단백은 결합제, 증량제, 물성
변형제로 육류 및 가공육 제품에
널리 쓰이는 성분이다.

이러한 기능적 특성 외에도, 소화
율과 생체 내 이용효율이 높은 필
수 아미노산을 함유하여 영양가가
매우 높다.

육류, 가공육, 해산물 가공제품에 쓸 수 있
는 미국산 유청단백에는 몇 가지 종류가
있다. 가장 일반적으로 쓰이는 유청단백에
는 스위트 유청, 농축유청단백(단백질 함량
34~80%), 분리유청단백(단백질 함량
90% 이상) 및 기타 특별 맞춤형 농축유청
단백과 분리유청단백이 있다.

모든 육류 활용법에 두루 사용할 수 있는
유청단백은 없기 때문에 농축유청단백
(WPC)이나 분리유청단백(WPI)의 특정 기
능을 제품에서 필요로 하는 조건과 맞춰야
한다. 유청단백은 단독으로 이용되거나 육
류단백질을 부분적으로 대체할 수 있다.
또한 대두단백 제품의 일부 또는 전체를
대체하거나 변형전분 또는 하이드로콜로이
드검 등의 비육단백 결합제로 쓸 수 있다

미국산 유청단백은 수분, 지방 결합력, 유
화성 및 유화안정성 등의 특성이 있어 핫
도그, 볼로냐 소시지 등의 분쇄형(유화형)
제품과 디너 소시지, 브렉퍼스트 소시지,
분쇄육 패티와 같은 조분쇄형 제품에 활용
할 수 있다.

유청단백을 치킨 너겟, 육류 패티, 재구성햄
등의 재구성육 및 가공육 제품에 활용하면
제품의 경도가 향상되고 잘 썰리며 진공포장
시 유리되는 육즙이 감소하고 고기 조각 사
이의 결합력이 증대된다.



유청단백의 기능적 특성

유청단백의 기능적 특성에는 식품에서 유용하게 활용될 수 있는 단백질의 물리화학적 특성이 포함된다. 식품 원료로 쓰려면 이취와 청변이 없고, 다른 원료나 제조법과 잘 맞으며, 적당한 가격에 공급되고, 제품에서 제 기능을 해야 한다.

육제품 제조 시 가장 중요한 유청의 특성은 용해성, 수분 결합력, 점성, 유화성, 접착성, 젤화 및 관능적 특성이다. 그 밖에, 분산성, 식용필름 형성 작용, 항산화 작용 및 갈변화도 기능성에 기여하지만 육제품에서는 상대적으로 덜 중요한 특성이다.



WPC와 WPI의 표준 성분분석

성분	WPC 34 %	WPC 80 %	WPI %
단백질	34.0~36.0	80.0~82.0	90.0~92.0
유당	48.0~52.0	4.0~8.0	0.5~1.0
지방	3.0~4.5	4.0~8.0	0.5~1.0
회분	6.5~8.0	3.0~4.0	2.0~3.0
수분	3.0~4.5	3.5~4.5	4.5

용해성

유청단백은 용해성이 높다. 특히 카제인나트륨, 대두 단백질과 비교하면 용해성이 매우 높다. 카제인나트륨은 pH 5 이상에서, 농축대두단백과 분리대두단백은 pH 5.5 이상에서 용해된다. 반면 유청단백은 넓은 pH 범위(pH 2~10)에 걸쳐 우수한 용해성을 가진다.

넓은 pH 범위에서 보이는 탁월한 용해성 때문에 유청단백은 주입 제품에 안정맞춤이다. 주입 육제품 및 가공류 제품에 사용된 유청단백은 소금, 인산염, 덱스트로스, 아질산염과 에리소르빈산염이 함유된 염수에서 용해된다. 넓은 pH 범위에서 보이는 유청단백의 우수한 용해성은 육제품에 주입할 염수 조제에 매우 중요한 특성이다.

수분 결합력과 점성

다량의 수분과 결합하는 제품은 점성을 가진다. 유청단백을 가열하면, 구상 구조를 형성하는 결합구조가 깨진다. 단백질 분자가 끊어지면서, 수분결합자리가 증가해 용액의 점성이 높아진다.

유청단백의 수분결합 특성은 육제품의 질감을 향상시킨다. 수분 결합력은 조리 손실 감소와 완제품의 다즙성 및 보수성을 높인다. 다즙성이 향상되면 육제품의 관능적인 성질과 식감이 좋아진다.

유화성

유청단백은 수중유전형 에멀전을 안정화시키기 위한 목적으로 식품업계에서 널리 사용된다. 유청단백은 친수기와 소수기를 모두 가지고 있기 때문에 물과 기름의 계면에서 재빨리 흡수되고 해리된다. 또한 지방구를 안정화시키고 응집이나 유착을 막는 층을 형성한다. 유청단백 분자의 친수성 자리는 수분과 결합하는 반면, 소수성 자리는 지방을 포획해 안정성을 증대시킨다. 유청단백은 유화제 역할을 하며 콜레스테롤이 낮다. 단백질 젤이 생성되도록 겜을 첨가하거나 열을 가하면 유청단백 에멀전의 안정성을 향상시킬 수 있다. 유청단백을 가열하면 지방의 이동성은 감소하고 유착은 최소화되는 반면 젤화는 지방 에멀전을 완전히 포집할 수 있다.

유청단백의 유화성은 핫도그나 볼로냐 소시지 등의 유화형 제품, 특히 품질이 낮은 육류를 사용할 때, 또는 비용을 낮추기 위해 살코기를 대체할 때 매우 유용하다.

접착성

유청단백의 접착성은 식품의 균일한 질감을 향상시킨다. 고기나 해산물에 빵가루나 반죽을 붙일 때 WPC를 활용할 수 있다. 고기 조각 사이의 접착성은 치킨 너겟이나 채구성형 등의 제품 제조 시 중요한 특성이다.

육제품은 두 단계를 거쳐 접착된다. 먼저 고기 입자가 접착되고, 근원섬유단백질의 열유도 젤화에 의해 수분이 결합된다. 실질적인 고기 입자의 접착은 단백질의 열경화가 일어나면서 조리 단계에서 이루어진다. 접착 과정에서 유청단백은 확장된 3차원 구조를 만드는 강력한 비가역적 젤을 형성해 접착을 돕는다.

젤화

유청단백은 열에 의해 비가역적 젤을 형성한다. 젤의 성질은 단백질 농도, 용액의 pH, 칼슘 이온 농도, 나트륨이온 농도에 따라 달라진다.

유청단백의 주요 단백질은 베타-락토글로불린으로, 건조 중량의 50~65%를 차지하며, 육제품에서 가장 중요한 열경화성 젤을 형성한다. 유청단백을 70°C 이상 가열하면 변성과 중합 반응이 일어나 젤이 형성된다. 유청단백은 확장된 3차원 구조로 재구성되어 비가역적 젤을 형성한다. 비가역적 젤은 육제품을 열처리해 수축이 일어날 때 육류단백질 기질로부터 분리된 지방과 물을 포집하는 성질이 있다.

강력한 젤 구조는 수분을 유지시켜 수분 손실을 막아주기 때문에 육제품의 조리수율을 향상시킨다. 유청단백은 젤을 형성하는 성질이 있어 육제품의 수분을 유지하고 질감과 식감을 증진시킨다. 또한 수분 결합력과 젤화 특성은 유리 육즙을 감소시킬 수 있다.

유리 육즙이란 육제품을 냉장보관 할 때 나오는 수분으로, 부패성 미생물 생장을 일으킬 수 있어 제품의 유통기한이 줄어드는 원인이 될 수 있다.

브렉퍼스트 소시지, 쇠고기 패티 등의 조리냉동제품 제조 시 유청단백을 사용하면 전자 레인지에서 재가열할 때 동결 후 해동했을 때 나오는 육즙을 감소시킬 수 있다.

유청단백의 물리적 특성 및 기능성을 이해하기 위해 온도변화에 따라 유청단백이 어떠한 젤 형성 관련 특성을 나타내는지 다른 단백질들과 비교했다. 비교 대상은 WPI, WPC, 분리대두단백, 농축대두단백, 조직화 대두단백, 카제인나트륨으로 각각의 단백질 농도는 12%였다. 이 단백질들에 2% 소금을 넣고 40°C에서 90°C가 되도록 가열해 육가공 과정과 유사한 조건을 만들었다. 다른 단백질들과 비교한 결과 WPI와 WPC는 65°C보다 높을 때 가장 강력한 젤을 형성했으며, 70°C보다 높을 때 비가역적 탄성젤을 형성했다. 이때, 젤 강도는 온도에 비례했다.

향미

유청단백 자체는 고유한 향미가 없지만 활용법에 따라 해당 제품의 향미를 끌어내거나 유청단백의 향미를 더하기도 한다. 예를 들어, 유청단백을 가열하면 휘발성 황화합물이 생성된다.

유리 아미노산도 열이나 다른 화합물과의 화학적 상호작용에 의해 향미가 있는 화합물로 바뀐다. 유청단백을 효소로 가수분해하면 향미 증진제로 기능하게 된다. 프로테아제는 단백질을 가수분해하기 위해 유청에 첨가되는 효소이다. 가수분해된 유청단백은 수프, 소스, 디핑소스와 육제품의 주요 향미를 순화, 개선, 강조, 증진시킬 수 있다.

유청단백을 원료로 한 착향료를 사용하면 값비싼 착향료라는 인식을 부각시켜 제조비용 절감에 도움이 된다. 진하고 풍부한 향미를 만들어 제품의 식감을 향상시키는 것도 WPC의 또 다른 이점이다. 이는 지방에 의한 향미가 감소되는 지방감량 또는 저지방 육제품 제조 시 경우 매우 중요하다. WPC를 이용하면 값비싼 향미증진제를 대신할 수 있다.

분산성

유청단백은 일반적으로 분산성이 우수하다. 제조법상 빨리 녹고 교반 과정이 간단한 유청단백이 필요하다면 인스턴트 WPC와 WPI를 활용한다.

인스턴트화 과정에는 습윤성, 침강성, 분산성이 향상된 응고물을 생성하는 독특한 분무건조 방법이 활용된다. 유청단백의 인스턴트화 과정은 일반적으로 음료 믹스 분말에 사용된다. 육류 주입용으로 사용할 염수에 유청단백을 첨가할 경우 제품을 인스턴트화 하면 염수 원료의 분산성을 높일 수 있다. 단백질을 교반할 경우 거품이 과도하게 생기는데, 이러한 특징은 염수에는 적합하지 않다. 소포제를 쓰면 과다한 거품 형성을 막을 수 있다.





식용필름 형성

식용필름은 식품의 코팅제로 쓰이거나 식품 성분에 또는 성분 사이에 쓰이는 얇은 막 형태의 식용 물질을 말한다. 식용필름은 수분, 산소, 오일 및 향을 차단하는 기능이 있어 식품의 품질 변화를 막는 데 사용된다.

유청단백 원료는 상대습도가 매우 낮을 때 산소, 향, 오일을 차단하는 효과가 우수한 수성 식용필름을 형성하는데, 이 필름은 투명하고 자극적이지 않으며 유연성이 뛰어나다. WPI(5~10%)는 일반적으로 식용필름 형성에 사용된다. 최근의 연구결과에 따르면, 중합 WPC로 만든 필름은 가열 시 질감 등의 유동학적 특성에 영향을 주지 않고 고기의 수분을 유지시켜 줄 수 있었다.

또한 WPC 막에 항균 미생물제를 첨가하면 리스테리아균을 포함한 병원성 및 부패성 미생물의 생장을 막는 데 효과적이라는 것이 밝혀졌다.

항산화 작용

유청단백의 항산화 효과를 식품에 활용한 연구도 이루어졌는데, 이러한 연구에서는 돼지고기나 연어처럼 미리 조리되어 판매되는 제품에서 유청의 지방 산화 방지 기능을 평가했다. 이러한 목적으로 유청을 상업적으로 이용하는 방법에 대해서는 평가하지 않았지만 지방 함량이 높은 육제품에 사용하면 이점이 있을 것이다.

갈변화

유청에서 유당과 단백질의 조합은 열유도 갈변화(메일라드 반응) 진행에 필수적인 성분을 제공한다. 또한 유청단백은 캐러멜화 반응에 관여할 수 있다.

유청단백의 갈변화 기능은 구운 빵류에서 더 중요하다. 전자 레인지로 조리할 때 일어나는 갈변화는 낮은 표면 온도 때문에 재래식 오븐으로 조리할 때의 갈변화에 미치지 못하는데, 이런 경우 유청단백과 유당을 쓰면 갈변화가 잘 일어난다.

유청단백의 영양적 특성

단백질의 품질은 필수 아미노산과 불필수 아미노산이 균형을 이룬 상태로 질소를 제공하는 능력을 말한다. 단백질 소화흡수율을 고려한 아미노산 값(PDCAAS)은 체내 아미노산 요구량을 기준으로 단백질의 품질을 측정한다. PDCAAS에 필요한 기준은 질소 합성물 근사치, 필수 아미노산 조성과 순소화율이다. 이 방법에 따르면, 체내 필수아미노산 요구량을 모두 만족시키는 이상적인 단백질의 PDCAAS는 1.00이다. 유청단백의 PDCAAS는 1.14이다. 그 값이 1.00보다 클 경우 단백질은 체내 필수 아미노산 요구량을 초과하는 필수 아미노산을 함유하고 있다는 것으로 해석된다. 이런 초과분은 필수 아미노산이 부족한 식품의 필수 아미노산 조성을 보완해 식품이나 식사의 영양가를 높일 수 있다.

식물성 및 동물성 단백질의 PDCAAS

단백질 공급원	PDCAAS
WPI와 WPC	1.14
카제인	1.00
분리유단백	1.00
분리대두단백	1.00
난백분말	1.00
쇠고기(분쇄육)	1.00
통조림 렌즈콩	0.52
땅콩박	0.52
밀 글루텐	0.25

모든 단백질원 가운데 L-이소류신, L-류신, L-발린과 같은 BCAA의 농도가 가장 높은 단백질은 유청단백이다. 근세포에 반드시 필요한 분지 사슬 아미노산은 단백질합성을 돕고 최적의 순수 근육량을 키우려는 운동 선수를 비롯한 각 개인들에게 안전한 영양 공급원이 된다. 유청에 함유된 모든 필수 아미노산은 식량농업기구(FAO) 및 세계보건기구(WHO)가 어린이 및 성인을 대상으로 지정한 영양 섭취 권장량을 초과한다.

육제품 및 해산물 제품의 제조

별도의 처리를 거치지 않은 육제품

별도의 처리 없이 덩어리를 통째로 이용하는 제품에는 통햄, 베이컨 등의 1차 절단품과, 닭 가슴살, 닭다리살 등 덩어리를 그대로 사용하는 부분육, 쇠고기와 그 밖에 별도의 처리 없이 가공된 부분육이 있다. 돼지고기 햄은 설탕, 소금, 아질산염, 에리스로빈산염과 다중인산 혼합물로 염지처리한다. 베이컨은 돼지고기의 삼겹 부위로 만들어진다.

일반적으로 적색육과 가금류의 전체육과 부분육은 소금, 다중인산, 유청단백을 함유한 염수를 주입하면 수분이 흡수되고 유지되어 조리 시 고기가 더 촉촉해지고 연해진다.

재구성 육제품

현재 식품 시장에서의 대표적인 가공육 제품은 재구성 육제품이다. 육류 재구성 기술은 도체의 1차 절단품이나 잡육을 절단, 분쇄 등 별도의 처리를 거치지 않은 덩어리 고기처럼 만드는 기술이다. 이러한 제품에는 햄, 로스트비프 또는 가금육 제품이 있다. 이들 제품류의 보수력은 근섬유의 팽창뿐 아니라 온전한 근세포 내에서의 수분 유지의 영향을 받는다.

일반적으로 WPC나 WPI가 함유된 염수를 근육에 주입, 도포하거나 고기를 직접 염수에 담근다. 이러한 과정을 거치면, 제품의 경도가 증가하고 잘 썰리며 진공포장 시 유리되는 육즙이 감소한다. 유청단백을 첨가하면 또한 제품의 다즙성이 향상되고 조리 후 향미가 더 좋아진다.

50% 증량 햄 제조 시 WPC80이나 WPI를 활용하면 텀블링 이후나 썰고 난 이후의 수율과 조리수율이 증가하고 질감이 향상되며 냉장보관 시 8주 정도는 유리 육즙이 많아지지 않는다.

WPC80 또는 WPI를 첨가한 50% 증량 햄

원재료	대조군	사용량(%)	
		WPC 80	WPI
저지방 햄	66.67	66.17	66.17
물	29.78	29.28	29.28
소금	2.20	2.20	2.20
삼인산나트륨	0.30	0.30	0.30
덱스트로스	1.00	1.00	1.00
에리스로빈산나트륨	0.04	0.04	0.04
아질산나트륨	0.01	0.01	0.01
WPC80	0.00	1.00	0.00
WPI	0.00	0.00	1.00
합계	100.00	100.00	100.00

제조과정:

1. 햄에서 과다한 지방을 제거한다.
2. 인산염을 녹인 후 나머지 건재료를 넣어 염수를 만든다.
3. 염수를 주입해 50%를 증량한다.
4. 3을 매세라이트하여 텀블링한다(8rpm에서 4시간).
5. 한쪽을 막아 높은 파이프로스 케이싱에 채워 넣는다.
6. 훈연실에 넣고 내부온도 71°C로 훈연한다.

이점:

WPC80과 WPI를 활용하면 50% 증량 재구성 햄의 조리수율이 향상되고 잘 썰리며 질감이 단단해지고, 8주 정도는 유리 육즙이 많이 나오지 않는다.



조분쇄형 육제품

조분쇄형 육제품에는 젤 상태의 작은 입자들과 지방이 있다. 이러한 제품에는 브렉퍼스트 소시지, 브라트부르스트, 이탈리아 소시지와 폴리쉬 소시지 등의 비가열 신선 소시지를 포함하여 다양한 조분쇄형 소시지가 있다. 조분쇄형 육제품은 주로 수분을 포집하는 열경화성 비가역적 젤 형성과 단백질에 수분을 끌어들이는 특성 때문에 보수력을 가지게 된다.

WPC나 WPI의 젤화 덕분에 육제품을 열처리해 수축이 일어날 때 육류단백질 기질로부터 분리된 지방과 수분을 포집할 수 있게 된다. 강력한 젤 구조는 이때 포집된 수분을 유지시켜 수분 손실을 막는다. 수분 결합력과 마찬가지로, 단백질 기질 내에 지방이 자연스럽게 포집되거나, 다지는 공정을 거쳐도 많이 손상되지 않는 지방세포막 내에 지방이 들어가 강력한 단백질 젤이 생기면서 지방 결합력이 향상된다.

훈연소시지 제조 시 1%(w/w) WPC80 또는 WPI(수화비율 1:3)를 활용하면 조리수율이 높아지며 돼지고기(95% 살코기)의 4%를 대체할 수 있어 제조비용이 절감된다. WPC나 WPI를 사용하면 대조군에 비해 조리수율이 각각 3.4%, 4.1% 증가하여 가공업체는 상당한 비용 절감 효과를 얻을 수 있다.

서머 소시지, 살라미 또는 페퍼로니와 같은 대부분의 건조 및 반건조 소시지도 조분쇄육으로 제조된다. 이들 제품 제조 시 일반적으로 소금과 염지가 들어가며 덱스트로스 등의 당이 필요하다. 덱스트로스는 스타터 균주를 위한 기질 역할을 하고 이 균주에서 젖산이 생성된다. 덱스트로스 대신 유당을 이용할 수도 있지만 유당 분해로 인한 pH 하강이 덱스트로스만큼 높지 않아 유당을 사용한 제품은 신맛이 덜하다.



WPC80 또는 WPI를 첨가한 훈연 소시지

원재료	대조군	사용량(%)	
		WPC 80	WPI
쇠고기(90% 살코기)	5.00	5.00	5.00
돼지고기(72% 살코기)	19.00	19.00	19.00
돼지고기(95% 살코기)	20.00	16.00	16.00
돼지고기(50% 살코기)	28.00	28.00	28.00
물	18.75	21.75	21.75
소금	1.90	1.90	1.90
WPC 80	0.00	1.00	0.00
WPI	0.00	0.00	1.00
삼인산나트륨	0.40	0.40	0.40
염지 소금(6.25% 아질산염)	0.17	0.17	0.17
향신료	4.00	4.00	4.00
젖산나트륨	2.75	2.75	2.75
에리스로빈산나트륨	0.03	0.03	0.03
합계	100.00	100.00	100.00

제조공정:

1. 고기 덩어리를 지름 2.5cm의 분쇄기에 넣어 간다.
2. 1을 물과 다른 재료들과 섞되 3분을 넘기지 않는다.
3. 지름 0.5cm의 분쇄기에 넣고 다시 간다.
4. 콜라겐 케이싱에 채워 넣는다.
5. 훈연실에 넣고 내부온도 71°C로 훈연한다.

이점:

훈연 소시지 제조 시에 고기 덩어리의 4%를 WPC80이나 WPI와 물로 대체하면, 품질의 변화 없이 조리 수율이 증가하고 제조비용이 낮아진다.



분쇄육 제품

프랑크푸르트 소시지, 핫도그, 볼로냐 소시지, 런천 미트와 같은 분쇄육 제품은 미분쇄육을 사용한다. 육류나 기타 비육류 재료를 볼 초퍼에 넣고 곱게 분쇄하거나 유회시켜, 고기와 지방을 작은 입자로 분쇄하기에 충분한 전단력을 형성해 에멀전을 만들어 이러한 제품들을 제조한다. 육제품에서 젤이 형성되기 전에, 곱게 분쇄된 지방은 이동하다가 계속 뭉쳐져 큰 지방구를 이루게 된다. WPC나 WPI뿐 아니라 육류단백질의 유회성은 지방구를 코팅해 지방구들이 서로 뭉치지 않도록 한다. 곱게 분쇄된 고기는 조리 시 3차원 젤 구조를 형성하고 지방 입자들이 젤 기질에 고정되면서 완전히 안정화된다.

전지 핫도그 제조 시 WPC나 WPI를 사용하면 비육단백질 사용량을 최대한으로 높일 수 있어 제조 시 첨가할 수 있는 물의 양을 최대화할 수 있다. 미 농무부(USDA) 허용 1% 비육단백질량을 극대화할 수 있다면 이러한 규정을 최대한 활용하지 않는 다른 가공업체에 대해 경쟁우위를 확보할 수 있다. WPC나 WPI를 활용하면 제조비용은 낮추면서도 고기맛이 풍부하고 맛과 향이 좋은 핫도그를 만들 수 있다. 허용 비육단백질 함량이나 최저 단백질 함량은 나라마다 다르다. 분쇄육 제품 제조 시 현지 규정에 맞는지에 대해서는 국가별 규정을 참고한다.

WPC80 또는 WPI를 첨가해 비육단백질량을 극대화한 핫도그

원재료	대조군	사용량(%)	
		WPC 80	WPI
돼지고기(42% 살코기)	25.64	25.64	25.64
쇠고기(50% 살코기)	14.00	10.00	10.00
기계발골 닭고기	37.50	37.50	37.50
물	15.00	18.00	18.00
소금	2.00	2.00	2.00
젖산나트륨/이초산나트륨	2.00	2.00	2.00
콘시럽 고형물	2.00	2.00	2.00
삼인산나트륨	0.40	0.40	0.40
향신료	1.41	1.41	1.41
에리스로빈산나트륨	0.04	0.04	0.04
아질산나트륨	0.01	0.01	0.01
WPC80	0.00	1.00	0.00
WPI	0.00	0.00	1.00
합계	100.00	100.00	100.00

제조공정:

1. 기계로 뼈를 발라낸 닭고기를 작은 볼 초퍼에 넣어 6~8°C가 될 때까지 다진다.
2. 저속에서 다지면서 건재료들을 넣는다.
3. 돼지고기와 쇠고기, 남은 물을 넣고 13~15°C가 될 때까지 고속에서 다진다.
4. 3을 벗겨낼 수 있는 셀룰로스 케이싱에 넣는다.
5. 내부 온도 72°C를 유지해 조리, 훈연한 후 4°C 미만에서 보관한다.

이점:

육가공업체들은 미 농무부(USDA) 허용 1% 비육단백질량을 극대화할 수 있어 이러한 미국의 규정을 최대한 활용하지 않는 다른 가공업체에 비해 경쟁우위를 확보할 수 있다. WPC80이나 WPI를 활용해 제조비용은 낮추고 고기맛이 풍부하고 맛과 향이 좋은 핫도그를 만들 수 있다.



저지방 육제품

지방 섭취를 제한하려는 소비자들의 욕구로 저칼로리 핫도그, 볼로나 소시지 등의 저지방 육제품과 저지방 햄버거에 대한 수요가 늘고 있다. 지방은 육제품에 향미를 주고 가공육의 질감과 식감을 향상시키며 고기를 연하게 만드는 기능성 성분이기 때문에, 지방을 감량하면 제품의 맛이 떨어질 수 있다.

저지방 소시지 제조 시 제조과정에서 지방을 제거하거나 살코기의 양을 늘리면 제품의 비용이 급증할뿐 아니라 조리 시 제품이 뻣뻣하고 질겨진다. WPC와 WPI를 활용하면 저지방 육제품의 식감, 질감, 수분 결합력과 접착력이 증대된다.

육제품에서 유청단백이 수분과 지방을 보유하는 성질은 저지방 육제품의 촉촉함과 식감에 매우 중요하다. WPC나 WPI의 열 유도 젤 형성과 3차원 젤 구조 형성은 저지방 육제품에 일반적으로 존재하는 과도한 수분을 결합시키는 데 일조한다.

유청단백은 다른 육류 원료와 전분 등의 지방 대체재 등과 조화를 잘 이루기 때문에 지방감량 육제품 제조 시 다양하게 활용할 수 있다.

97% 무지방 칠면조 브렉퍼스트 소시지에 WPC80을 0.5% 첨가한 경우 대조군에 비해 조리수율이 1.4% 높아지고 지름 수축률은 낮아졌다.

**WPC80을 첨가한 97% 무지방 칠면조 브렉퍼스트 소시지 제조법**

원재료	사용량(%)	
	대조군	실험군
라인 런 칠면조 다리살	86.90	86.4
소금과 향신료 혼합	2.25	2.25
물	10.35	10.35
변형전분	0.50	0.50
WPC80	0.00	0.50
합계	100.00	100.00

제조공정:

1. 지름 0.6cm의 분쇄기에 고기를 넣고 간다.
2. 고기와 물, 향신료를 넣고 섞는다. 1분을 넘지 않도록 한다.
3. 지름 5.1cm의 콜라겐 케이싱에 2의 재료를 넣는다.
4. 3을 냉동 후 손질한다.
5. 패티 한 개의 중량이 35g이 되도록 자른다.
6. 내부 온도 71°C의 컨벡션 오븐에서 스팀을 쪄이면서 패티를 조리한다.
7. 포장 후 냉동한다.

이점:

97% 무지방 칠면조 브렉퍼스트 소시지 제조 시 WPC80을 활용하면 조리수율 증가와 지름 수축률 감소 비율이 매우 높아진다.



어육연제품

‘수리미(어육연제품)’란 갈아서 세척한 생선살을 나타내는 일본어이다. 시판 어육연제품은 갈아 놓은 생선살을 뼈, 껍질과 기계적으로 분리한 후 물이나 희석 염용액으로 세척하는 과정을 거치는데 이 과정에서 수용성 성분과 지방 대부분이 제거된다. 어육연제품은 압출성형과 가열 과정을 거쳐 가재맛살, 게맛살과 새우맛살의 결을 낸다.

어육연제품을 원료로 한 제품 대부분은 게나 생선살과 가장 유사한 제품을 만들 수 있는 금속틀이나 정교한 성형기에서 형태를 만들고 조리한다. 반죽을 젤 상태로 만들기 위해 열이 가해지는 이동하는 판에 얇은 반죽판을 압출 성형해 제품을 만든다.

판 모양으로 가공된 젤은 식힌 후 가느다란 ‘섬유’에 통과시켜 세절한 후 둥글게 말아준다. 이 과정에서 젤이 강한 회전력에 노출되기 때문에, 젤 형성력이 우수한 생선살 제품을 사용해야 한다.

유청단백은 주로 뛰어난 젤 형성력과 수분결합력 때문에 해산물 제품에 이용된다. WPC와 WPI는 피시볼, 생선, 조개 등 어육연제품을 원료로 한 해산물의 조직감을 향상시키는 데 효과적으로 쓰일 수 있다.

생선 근육 단백질의 젤 형성 최적 온도는 40°C인 반면, 유청단백의 젤 형성 온도는 그보다 높은 70~80°C이다. 생선 근육 단백질에 유청단백을 첨가하면 수분이 흡수되고 생선 근육 단백질 구조가 강화되어 젤의 강도가 높아진다.

제품 제조 시 종류에 관계 없이 생선/고기의 최대 5%를 유청단백과 물 혼합액으로 대체할 때 거의 동일한 젤 형성 효과를 얻을 수 있다(유청단백이 젤을 형성할 정도로 높은 온도에서 제품을 충분히 가열하고 유청단백과 물 혼합액이 생선살의 육단백질과 물의 비율과 유사할 경우).

유청단백을 활용하면 제품의 질은 유지하면서 상대적으로 싼 유청단백으로 비싼 육단백질을 대체할 수 있어 가공업체들은 상당한 이윤을 얻을 수 있다.

태평양산 민대구와 같은 일부 생선의 육단백질에는 프로테아제가 들어있어 단백질을 분해한다. 프로테아제 대부분은 젤을 조리할 때, 특히 50~70°C에서 활성 상태이며, 단백질 사슬을 끊어 더 작은 단위로 쪼개어 가열 시 적절한 단백질 젤을 형성하기 힘들다.

WPC80을 첨가한 어육연제품

원재료	사용량(%)	
	대조군	실험군
어육연제품	47.50	42.50
변형전분	8.00	8.00
설탕	2.00	2.00
소금	1.40	1.40
게맛 착향료	0.75	0.75
게 추출물	0.35	0.35
글루탐산모노나트륨	1.00	1.00
WPC80	0.00	1.25
얼음물	39.00	42.75
합계	100.00	100.00

제조공정:

1. 어육연제품이나 생선살이 연해지도록 해동시킨다. 해동온도는 1°C를 넘지 않도록 한다.
2. 1의 재료를 볼 커터에 넣고 저속에서 다지면서 반죽이 걸쭉해질 때까지 소금과 얼음물(1/2 분량)을 번갈아 가며 첨가한다.
3. 남은 재료를 넣고 고속에서 반죽을 곱게 다진다. 이때 10~12°C를 넘지 않도록 한다.
4. 2mm 두께의 얇은 판 모양으로 가공한 반죽을 고온의 스테인레스 스틸 벨트나 드럼에 통과시키고 반죽의 온도를 90°C까지 올려 젤이 형성되도록 한다.
5. 식힌 후 벨트/드럼에서 꺼내 착색, 세절, 롤링 기계로 가공한다.
6. 막대 모양으로 잘라 진공포장한 후 85~90°C에서 50분간 저온살균한다.
7. 급속히 식혀 5°C 이하에서 보관한다.

유청단백은 효과적인 프로테아제 억제제로, 유청단백을 첨가하면 조리 시 프로테아제의 작용이 감소해 태평양산 민대구 어육연제품의 자기분해가 억제된다.

이점:

- 고기 대체: 생선살이나 어육연제품을 WPC와 물(5:1.25:3.75 비율)로 대체
- 제조비용 절감
- 조리수율 증대
- 질감 유지
- 다즙성 향상
- 포장 시 유리 육즙 감소



소스와 그레이비 제조법

소스와 그레이비에 WPC 및 WPI를 사용하면 소스가 걸쭉해지고 진해지며 맛이 풍부해져 소스의 부드러움과 질감이 향상되고 입안을 잘 감싸게 된다. 또한 소스의 탁도와 점도가 높아져 더 먹음직스러워 보인다. 소스와 그레이비 입자는 현탁액을 이루기 때문에 더 균질해 보인다. 이는 유청단백이 열 유도 젤을 형성하는 성질이 있기 때문이다. 온도가 상승하면 유청단백은 수분과 결합해 소스와 그레이비의 점도가 높아진다. 화이트 컨트리 소시지 그레이비 제조법에 WPC80을 사용하면 더 진하고 풍부한 향미와 함께 부드러운 식감을 얻을 수 있다.

규제 관련 고려사항

가공육에 대해서는 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius) 규정과 같은 국제적 기준이 없다.

미국의 경우 유청단백 원료는 단백질 함량을 기준으로 제한을 받는다. 비육단백 원료의 단백질 함량이 90% 미만(건조 중량 기준)일 경우 소시지 제품에 사용할 수 있는 비육단백 원료(유청단백 원료 포함)는 완제품 기준으로 3.5%이다. 반대로 WPI와 같이 90% 이상이면 비육단백 원료의 양은 완제품 기준으로 2.0%이다.

또한 모든 유청원료는 칠리, 미트 소스와 같은 표준화된 육류 함유 제품에 완제품 기준으로 최대 8%까지 사용할 수 있다. 고기가 함유된 비표준화 제품(예: 육류대용물, 영양 강화 육류, 수프, 스튜 등)에 대해서는 유청이나 유당원료 사용에 대한 특별한 제한치가 없다. 이러한 경우 제한치는 '용도에 충분함' 양을 기준으로 한다.

현지 식품관련 규정을 확인한다. 저지방 또는 지방감량 가공육 등의 제품에 대하여 적용 가능한 제품 고유성에 대한 국가 기준 및 영양성분표시도 고려해야 한다. 유청단백 제품은 이러한 제품에 중요한 기능적, 영양적 효과를 준다.

WPC80을 첨가한 알프레도 소스

원재료	사용량(%)	
	대조군	실험군
쇼트닝 분말	2.50	2.50
전분(찬물에 녹는 과립형)	1.56	1.56
전분(저온에서 젤화되는 찹옥수수 변형 전분)	1.32	1.32
말토덱스트린	2.17	1.67
소금	1.00	1.00
로마노치즈 분말	1.08	1.08
파마산치즈 분말	1.08	1.08
버터밀크 분말	0.80	0.80
WPC80	0.00	0.50
버터 분말	0.40	0.40
마늘 분말	0.06	0.06
검은 후추(간 것)	0.02	0.02
넛맥(간 것)	0.01	0.01
우유	88.00	88.00
합계	100.00	100.00

제조공정:

1. 건재료를 함께 혼합한다.
2. 건재료에 우유를 천천히 부으면서 재료가 잘 풀리도록 저어 준다.
3. 2를 스토브나 전자 레인지에 넣고 열을 가해, 걸쭉해질 때까지 가끔 저어 준다.

이점:

WPC80을 첨가하면 소스가 더 걸쭉해지고 진해지면서 입안을 잘 감싸 소스의 식감이 좋아진다.



WPC와 WPI의 제조비 절감 효과

유청분말과 여러 가지 WPC 및 WPI는 각각 특정한 기능성이 있어 가금육을 포함한 각종 육제품 및 해산물 제품에 사용하면 제조비용을 절감할 수 있다.

- 향신료 및 향료 혼합에서 기능성분을 함유한 고가의 원료를 대체할 수 있다.
- WPC34는 탈지분유(1:1 비율)에 대한 비용 효율적인 대체원료이며, 수분 결합력이 있고, 저지방 제품을 위한 지방대체물질로 활용할 수 있다.
- WPC80은 기능성 육류대체물이며, 수화시키면 저지방 제품을 위한 지방대체물질로 쓸 수 있다.
- WPI는 우수한 젤화제이며 특히 고기의 수분 결합력과 다즙성을 높이기 위해, 덩어리를 통째로 쓰는 고기에 주입하는 마리네이드의 성분으로 활용하기에 매우 적합하다.

고기 대체

일반적으로 WPC80은 가금육을 포함한 각종 육류 및 해산물 가공제품에서 가장 다양하게 쓰이는 유청원료이다. WPC80은 우수한 기능성에 비해 상대적으로 저렴한 편이며, WPI에 비해 훨씬 저렴하다. 그러나 단백질 함량이 낮은 다른 WPC에 비해 젤 형성력은 매우 뛰어나다.

WPC로 고기를 대체할 경우, 대체하려는 고기의 단백질 함량과 거의 비슷한 단백질 함량이 나오도록 WPC를 수화하는 것이 중요하다.

각 육류별로 고기와 근육 분포의 조성이 매우 다양하며, 단백질 함량의 경우 14~20%까지 차이를 보인다. WPC80을 물과 1:4 비율로 수화시키면 단백질 함량 16%의 고기를, WPC80을 물과 1:3 비율로 수화시킨 반죽은 단백질 함량 20%의 고기를 대체할 수 있다.



물론 제품에 큰 영향을 주지 않고 효과적으로 대체할 수 있는 고기의 양은 제품 활용법에 따라 다를 것이다. 최소한, 고기의 5%를 대체할 수 있으며, 이보다 더 높은 비율을 대체하는 경우도 많다.

현실적으로 가능한 비용절감 예를 들어 보겠다. 건조 WPC80은 파운드당 2달러이고 살코기(일반적으로 수분 70%, 단백질 20%, 지방 10%)는 파운드당 0.75~1달러일 때 WPC를 물과 1:3 비율로 수화시킬 경우, WPC80의 비용은 파운드당 0.5달러로, 살코기를 대체하면 파운드당 0.25~0.5달러를 줄일 수 있다. 주의할 점은 WPC80 시세를 알아야 하고, 앞서 말한 계산법을 적용해 비용을 낮추려고 할 경우, 대체하고자 하는 고기의 종류와 관계없이 단백질 함량이 낮은 육류의 경우, WPC를 수화시키는 데 더 많은 양의 물을 쓸 수 있다는 것이다.

물론 이러한 논의는 수화된 WPC로 생육을 대체하는 데 따른 비용절감 효과만을 고려한 것이다. 만일 WPC를 첨가해 제품의 드립, 유리육즙 또는 조리손실이 감소하고 잘 썰린다면, 이로 인한 수율 증가도 비용절감 계산에 포함되어야 한다.

지방 대체

조분쇄형 소시지와 그 밖의 갈색근 제품은 일반적으로 어두운 바탕에 흰색 입자나 얼룩처럼 지방입자가 보인다. 이런 경우, WPC 젤을 갈거나 잘게 자르면 지방과 비슷한 시각적 효과와 식감을 줄 수 있다.

WPC80과 물을 1:7로 수화시켜 90°C로 가열하면 흰색 고형 젤을 형성한다. 따라서 이러한 방법을 쓰면 저렴한 비용으로 고기의 지방을 대체할 수 있다.

핫도그, 볼로나 소시지처럼 일반적으로 지방 입자가 눈에 잘 보이지 않는(제품의 색 전체가 밝은 경우는 제외), 입자가 미세한 제품에서 지방은 고기 젤의 거친 느낌을 완화시키고 다즙성을 높인다. 이러한 제품에 수화된 WPC를 첨가하면 상대적으로 낮은 비용으로 지방 성분을 효과적으로 대체할 수 있다.

유청원료 선택

제품 제조 시 각 활용법에 맞도록 유청원료의 양과 종류를 결정하는 것이 중요하다. 새로운 특별 맛족식 유청제품과 블렌드가 나오면서 미국산 유청원료는 점점 더 다양해지고 있다. 미국 유청원료 공급업체에 문의하면 제품 개발 시 전문성, 제품에 맞는 최적의 유청원료 추천 등의 지원을 받을 수 있다.

유청원료 선택 시 다음 사항을 고려한다.

영양강조표시

구체적인 건강상, 구조/기능상 강조표시나 영양표시성분이 있다면, 이에 맞도록 가공육을 제조해야 한다. 유청제품들은 고품질 단백질 및 칼슘, 인 등 우유 미네랄의 주요 공급원이다. 또한 WPC와 WPI는 지방이나 당의 기능성을 대체해 지방이나 당을 감량한 제조식에 간접적으로 영향을 미친다.

가공 조건

유청단백을 첨가한다고 해서 가공육이 처리되는 공정이나 가공 조건이 크게 달라지는 것은 아니다. 유청단백이 완전히 수화되고 제 기능을 발휘할 수 있도록 유청과 유당을 취급하고 첨가하는 과정에 주의를 기울여야 한다.

경제적 측면

유청제품은 가공육 제조식에서 단백질을 제공하고 수분과 결합해 원료비 절감과 완제품의 수율 향상에 중요한 역할을 한다.

Q&A

Q:가공육에서 스위트 유청, WPC, WPI의 일반적인 권장 사용량은 어느 정도입니까?

A: 유청원료의 '일반적인' 사용량은 정해져 있지 않습니다. 실제 사용량은 가공육 구성성분, 사용할 유청원료 각각의 기능성, 현지 규정 등 모든 주요 고려사항에 따라 달라집니다.

미국의 경우, 소시지에 사용할 수 있는 유청의 양은 다음과 같이 제한됩니다.

스위트 유청	최대 3.5%
WPC34~80	최대 3.5%
WPI	최대 2.0%

그러나 일반적으로 미국에서는 다음과 같은 초기 권장량(완제품 기준)을 기준으로 삼을 수 있습니다.

스위트 유청	1~3%
WPC34~80	1~2%
WPI	1~2%

칠리, 각종 소스 등의 조제 식품에는 유청원료를 최대 8%까지 쓸 수 있습니다. 제품 고유성에 대한 기준이나 성분표준이 없는 일반적인 육제품에 대해서는 유청원료의 사용량에 제한치가 없습니다. 이러한 제품에는 육류대용물, 영양 강화 육류, 수프나 스튜 등에 사용되는육류 등이 있습니다.

Q: '유청 맛'은 맛이 이상하다고 하는데, 유청을 사용하면 '유청 맛'이 증가합니까?

A: '골판지맛'이나 '산패취' 또는 '치즈맛'이라고도 부르는 '유청 맛'은 유청 원료, 특히 스위트 유청에서 날 수도 있습니다. 그러나 이런 문제는 품질이 좋은 스위트 유청을 사용하면 해결됩니다. 게다가 WPC와 WPI 자체는 사실 향미를 가지고 있지 않습니다. 일반적으로 유청제품은 가공육, 향신료/조미료 블렌드와 매우 잘 어울리는 우유맛이나 부드러운 맛이 납니다.

Q:탈지유 고형분보다 비용면에서 이점이 있는 WPC80이나 WPI는 왜 비용 효율적입니까?

A: WPC80 및 WPI의 비용 효율에 영향을 미치는 요인은 몇 가지가 있습니다. 기능성이 우수한 이들 유청 원료는 단백질 함량이 더 낮은 WPC 및 스위트 유청에 비해 수분 결합력이나 젤 형성력이 매우 강해, 상대적으로 적은 양의 원료로 원하는 기능성을 얻을 수 있습니다. 또한 WPC80 및 WPI는 하이드로콜로이드 안정제, 변형 전분, 대두단백, 일부 유화제와 같은 고가의 원료를 대체할 수 있습니다. WPC80 및 WPI를 수화하면 보통의 육제품에서는 육류 대체물질로, 저지방 육제품에서는 지방 대체물질로 쓸 수 있습니다. WPI는 특히 수분 결합력과 다즙성을 높이기 위해, 덩어리를 통째로 쓰는 고기에 주입하는 마리네이드의 성분으로 활용하기에 매우 좋습니다.

Q:육제품에 유청 원료를 활용하면 또 어떤 이점이 있습니까?

A: 유청단백은 소화율과 생체 내 이용효율이 높은 필수 아미노산을 함유하여 영양가가 매우 높습니다. 유청에 함유된 모든 아미노산은 어린이와 성인을 위한 FAO/WHO의 영양 섭취 권장량을 초과합니다. 또한 유청단백은 모두 유전자 변형이 안된 천연원료입니다.

참고문헌

Hettiarachchy, N. S. and Ziegler, G. R. 1994. Protein functionality in Food Systems. Marcel Dekker, Inc. New York, NY.

Lagrange, V. (Ed.). 2003. Reference Manual for U.S. Whey and Lactose products. U.S. Dairy Export Council.

Price, J. F. and Schweigert, B. (Eds.). 1987. The Science of Meat and Meat Products. 3rd edition. Food and Nutrition Press, Inc., Westport, CT.

Shuryo, N. and Modler, H. W. (Eds.). 1999. Food Proteins: Processing Applications. Wiley VCH Inc. New York, NY.

Yada, R. Y. (Ed.). 2004. Proteins in Food Processing. CRC Press, Boca Raton, FL.