

## 영양 바와 젤에 함유된 미국산 유청원료

작성:

김벌리 J. 버링턴 (Kimberlee J. Burrington)

미국 위스콘신 매디슨 대학 위스콘신 유제품 연구소 (Dairy Ingredient Applications Laboratory)

편집:

로버트 부틴 (Robert Boutin)

넥텔 연구소 (Knechtel Laboratories)

기능성 제과 시장은 두 자릿수 성장을 누리고 있으며, 제품 다양화 덕에 꾸준히 강한 성장세와 활기를 유지하고 있다. 제품 다양화는 형태, 제품, 재료상의 이점 등 다양한 영역에서 발생한다. 가장 최근에는 유청단백을 비롯한 단백질 함량이 높은 바와 젤, 페이스트 제품이 성장세를 보였다. 이러한 제품은 일반 소비자 및 스낵을 즐기는 이들에게나, 건강, 식이요법, 에너지, 스포츠와 같은 구체적인 목적을 가진 소비자들 모두에게 영양적 이점을 제공한다.

본고는 영양 바와 영양 바 코팅, 에너지 젤과 페이스트를 비롯한 기능성 제과 제품의 가공 조건과 제조방식을 고찰해본다.

유청단백은 영양 바의 필수 재료이며, 에너지 젤과 페이스트 제조에서도 핵심 재료로 부상하고 있다. 유청단백의 부드러운 맛은 다양한 맛과 잘 어우러지며 소비자의 수용도를 높인다. 최근 미국산 유청단백 원료의 발전이 이루어짐에 따라 건강기능식품 제조업체들이 기존보다 단백질 함량이 높고, 맛이 더 깨끗하고 우수하며, 질감 지속성이 뛰어나고, 유통기한이 긴 제품을 만들 수 있게 되었다.

예를 들어, 특수 제조된 가수분해 유청단백 믹스를 사용함으로써 단백질 바의 품질과 유통기한이 개선되었다.

스포츠 및 스낵 제품에 유청단백을 사용하면 신체 구성에 긍정적인 영향을 주는 영양성분을 제공할 수 있다. 연구에 따르면 유청단백은 근육의 회복과 성장에 중요한 역할을 한다. 또한 면역 기능의 조절을 담당하는 몇 안 되는 원료 중 하나이기도 하다.



## 영양 바

영양 바는 열을 가하지 않거나 구워서 제조할 수 있다. 비가열 방식으로 제조하는 경우에는 바의 여러 구성성분이 정해진 모양을 유지할 수 있게 해주는 압출성형이나 결합제(설탕 시럽)를 사용한다. 바의 질감은 그래놀라 시리얼의 질감부터 쫄깃쫄깃한 누가까지 다양하다. 초콜릿이나 다른 향미료로 바를 코팅하는 경우도 많다. 기능성과 탁월한 영양학적 특성을 감안할 때 유청단백은 스포츠 및 스낵 바의 배합에서 핵심적인 요소이다. 사용된 원료의 특성과 어떤 식감을 원하는지에 따라 바의 제조에 사용되는 가공 조건이 달라진다. 아래 섹션에서 가공 조건과 제조방식에 대해 논하기로 한다.

## 비가열 공정으로 제조한 바

### 압출성형 바

압출성형된 바는 시장에 출시 중인 바 중 가장 흔히 볼 수 있는 형태이다. 이러한 바는 비가열 상태에서 압출한 후에 혼합 코팅제나 초콜릿으로 코팅하는 경우가 많다.

일반적으로 바 자체의 원료는 다음과 같다.

- 단백질 원료, 오일, 향미료, 견과류 또는 기타 함유물이 사용되며, 비타민과 미네랄도 종종 포함된다.
- 부피를 늘리거나 칼로리를 줄이기 위해 기타 탄수화물 및 섬유질 성분이 사용된다.
- 곰팡이와 박테리아 번식을 막고 유통기한 내 바의 부드러운 질감을 유지하기 위해 설탕 시럽과 당알코올 혼합액을 첨가하여 수분 활성도를 0.60이하로 유지한다.
- 모든 고단백 바에 공통으로 들어가는 원료인 글리세린은 수분 활성도를 낮춰 반죽을 유연하고 덜 끈적거리는 상태로 유지해주고 유통기한 동안 바의 부드러운 질감을 보존해준다.

이 모든 재료를 함께 섞어 반죽을 만든다. 보통 믹서에는 덩개를 씌우는데, 이는 온도를 조절하고, 점착성을 최소화하고 압착성형이 용이하도록 부드러움이 유지되는 반죽 질기를 맞추기 위해서이다. 그런 뒤 반죽을 압출기에 달린 깔때기 모양 투입구에 넣는다. 한 역음으로 압출되어 나온 반죽은 주로 롤러로 밀어 편 뒤 크기에 맞춰 절단한다. 때로는 바를 건조 및 코팅 가공한 뒤에 개별 포장한다. 이러한 종류의 바는 유통기한을 최대 1년까지 기대할 수 있다. 올바른 배합과 포장은 유통기한 동안 최적의 맛과 질감을 유지하는 데 결정적인 역할을 한다.

## 고단백 바

이 종류의 바는 모든 바 중에서 단백질 함량이 가장 높다. 시판되는 바의 최대 단백질 함량은 50%이다. 고단백 바의 제조에서 어려운 문제는 단백질 함량을 높이면서도 맛과 질감 역시 우수해야 한다는 점이다. 유청원료는 분리유청단백(WPI), 80% 농축유청단백(WPC80), 가수분해 유청단백(단독으로 또는 다른 유단백질 및 식물성 단백질과 함께 사용) 등이 흔히 사용된다. 바에 WPI와 가수분해 유청단백을 함께 사용하면 단백질 함량을 최대화 하면서도 고단백 바에서 흔히 나타나는 바의 경화를 최소화하는데 도움이 된다. 가수분해 유청단백은 바에 포함된 다른 원료의 수분을 빼앗지 않으므로 가수분해 유청단백을 소량(2~20%) 첨가하면 부드러운 질감을 유지함으로써 유통기한을 개선할 수 있다. 미국의 유청원료 제조업체들 중 상당수는 바 제조에 사용할 용도로 가수분해 유청단백 원료를 특별히 고안했다. 해당 미국 공급업체에 문의하면 더 자세한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

가수분해 유청단백은 소화가 잘 되는 편이기 때문에 체내 흡수율을 높여주는 이점도 있다. 그 밖에도 가수분해 단백질은 혈압을 낮추는 등의 영양학적 특징이 있다. 유청단백의 건강상의 이점에 대한 상세한 내용은 USDEC의 영양 관련 논문 “유청단백과 유청 분획물의 건강 개선 효과(Health Enhancing Properties of Whey Proteins and Whey Fractions)”에 실려 있으며, USDEC 홈페이지 [www.usdec.org](http://www.usdec.org)에서 확인 가능하다.

## 미국산 바 제품에 적용된 유청원료 조성 및 이점

유청 원료	단백질(%)	탄수화물(%)	지방(%)	미네랄(%)	이점
WPI	90~92	0.5~1	0.5~1	2~3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 단백질 함량 최고</li> <li>● 유당과 지방 함량 최저</li> </ul>
WPC 80	80~82	4~8	4~8	3~4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 단백질 함량 높음</li> <li>● 유당과 지방 함량 낮음</li> </ul>
WPC 34~79와 변형 WPC	34~79	상이	상이	상이	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기능 및 영양 성분을 첨가하기에 비용 효율적인 선택안</li> <li>● 청정 라벨</li> </ul>
HWP와 HWP, WPC, WPI 혼합물	80~92	상이	상이	상이	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 유통기한 개선 및 단백질 함량 증가</li> <li>● 청정 라벨</li> <li>● 단백질 흡수율과 소화율 향상</li> </ul>
압출성형 유청단백 (유청 크리스프)	40~80	상이	상이	상이	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 질감의 다양성을 더함</li> <li>● 시간이 지나도 수분의 균형을 유지</li> </ul>
우유칼슘과 우유 미네랄	1~8	1~6	0.5미만	76~77.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 훌륭한 칼슘 공급원</li> <li>● 균형 잡힌 미네랄 혼합물</li> </ul>
탈지 분유	34~37	49~52	0.6~1.25	8.2~8.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 깔끔한 맛과 청정 라벨</li> <li>● 우수한 영양</li> </ul>
유당	0.1	99~100	0	0.1~0.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제한적인 단맛</li> <li>● 향미와 색감 개선에 시너지 효과</li> <li>● 저 혈당지수 탄수화물</li> </ul>

## 고단백 바: 베리

원재료	사용량(%)
WPI와 가수분해 유청단백	32.3
말티톨	13.0
글리세린	13.0
코코아 버터	7.8
유청 크리스프(50% 단백질)	5.2
롤드 오트	4.5
말린 사과	4.5
쌀 단백질	2.5
이눌린	1.3
은폐향	0.6
딸기향	0.5
초콜릿 혼합 코팅제	14.8
합계	100.0

## 제조과정:

1. 코코아 버터를 녹여 글리세린, 말티톨, 향미료와 함께 섞는다.
2. 다른 용기에 유청단백과 혼합 코팅제를 제외한 나머지 재료를 모두 넣고 건식 배합한다.
3. 1단계의 액상 혼합물과 2단계의 건조 혼합물을 합쳐 고루 섞는다.
4. WPI와 가수분해 유청단백이 촉촉해질 때까지 섞되, 과도하게 섞지 않도록 주의한다.
5. 롤러에 성형한 뒤 바로 절단하거나 압출성형한다.
6. 초콜릿 혼합 코팅제로 코팅한다(배합비는 본 논문의 코팅 섹션 참조).

## 100g 당 영양성분

칼로리	400kcal
총 지방 함량	12g
포화지방	6g
트랜스지방	0g
콜레스테롤	0mg
나트륨	280mg
총 탄수화물 함량	36mg
식이섬유	2g
당류	14g
단백질	36g

제조법 제공: Glanbia Nutritionals USA



## 균형식 영양 바(40-30-30)

40-30-30 바는 전체 칼로리 중 탄수화물에 40%, 지방과 단백질에서 각각 30%를 제공하도록 배합된 것이다. 이러한 바는 1990 년대에 베리 시어즈(Barry Sears) 박사가 개발한 존 다이어트(Zone Diet)가 도입되면서 인기를 얻기 시작했다. 대량생산되는 이 종류의 바에는 대부분 유청단백이 사용된다. WPI, WPC80, 가수분해 유청단백은 모두 흔히 사용되는 원료이다. 고지방 WPC 등의 다른 변형 유청원료도 이와 같은 형태의 바에 사용될 수 있다. 이러한 바는 보통 60~80%의 단백질과 최대 15~20%의 지방을 제공하며, 지방은 주로 우유에서 얻은 인지질이다. 이 재료들의 사용으로 지방이 추가됨에 따라 지방으로 칼로리의 30%를 채우는 요구조건에 맞추기 위해 그 외 다른 지방과 오일을 첨가할 필요가 줄어든다. 단백질로 칼로리의 30%를 구성한다는 것은 곧 50g짜리 바 한개당 단백질이 15g 가량 필요하다는 의미이므로 이 경우 단백질 함량은 고단백 바에 비해 낮은 것으로 여겨진다.



## 40-30-30 바: 땅콩 버터

원재료	사용량(%)
고과당 콘시럽	33.0
WPI	25.0
가수분해 유청단백	12.0
설탕	6.0
꿀	6.0
카놀라유	5.0
분쇄 땅콩	5.0
땅콩 버터	5.0
볶은 땅콩 추출물	1.0
땅콩향	1.0
액상 바닐라 추출물	1.0
합계	100.0

## 제조과정:

1. 고과당 콘시럽, 꿀, 카놀라유, 향미 추출물을 3분간 천천히 섞는다.
2. 다진 땅콩을 뺀 나머지 재료를 모두 넣고 5분간 섞는다.
3. 다진 땅콩을 섞는다.
4. 만들어진 단백질 반죽을 가압 성형한 뒤 자르거나, 반죽을 압출성형한다.
5. 단백질 바에 혼합 초콜릿을 씌운다(코팅제는 전체 중량의 20%).
6. 포장 및 밀봉처리한다.

## 100g 당 영양성분

코팅된 바: 총전물 80%, 코팅 20%

칼로리	420kcal
총 지방 함량	15g
포화지방	3g
트랜스지방	0g
콜레스테롤	0mg
나트륨	30mg
총 탄수화물 함량	43g
식이섬유	1g
당류	40g
단백질	30g



### 저탄수화물 바

저탄수화물 바는 단백질을 최대화하고 탄수화물을 최소화하는 방식으로 배합된다. 이러한 바는 단백질 함량 면에서 고단백 바나 균형식 영양 바와 매우 유사한 경우가 많다. 그러나 원하는 “순탄수화물” 함량과 감미도를 얻기 위해 다량의 식이섬유와 당알코올을 비영양성 감미료와 함께 사용한다. 흔히 사용되는 당알코올은 말티톨, 소르비톨, 자일리톨, 락티톨, 에리스리톨 등이다. 미국 식품의약국(FDA)의 승인 받지 않은 방식이지만, 총 탄수화물 함량을 계산한 뒤 거기서 식이섬유와 당알코올의 양을 빼는 “순탄수화물” 계산법은 지금까지 업계에서 흔히 사용되는 방식이다. 식이섬유와 당알코올은 일반적인 탄수화물에 비해 배합물의 칼로리를 낮추는 역할도 한다.

식이섬유는 보통 0.5kcal/g 이하이고 당알코올은 0.2~3kcal/g 정도 수준이다.

또한 당알코올을 첨가할 경우 수분 활성도를 낮게 유지하는 데도 도움이 된다. 비록 수분 활성도가 낮아져도 바의 안정성과 질감 변화는 제품의 유통기한과 소비자 수용도를 떨어뜨린다. 이 같은 영향을 완화할 수 있는 방법은 여러 가지가 있지만 최근 위스콘신 매디슨 대학의 유제품 연구소는 새로운 사실을 발견했다. 저탄수화물 바의 기본 성분배합에 폴리인산나트륨 0.3%를 첨가했을 때 4개월이라는 기간 동안 바의 부드러운 질감을 유지함으로써 유통기한의 안정성을 크게 높이는 결과가 나온 것이다.



### 유청단백의 기능성

유청단백은 식품개발 전문가들에게 수많은 기능적 이점을 제공한다. 유청단백과 관련된 기능적 특성으로는 높은 용해성, 수분 결합력, 젤화 또는 농밀화, 거품 형성력, 유화, 풍미와 색감 생성 등이 있다.

유청단백의 기능적 특성은 응용 식품을 개발할 때 고려해야 할 부분이다. 예컨대 색감과 향미 상의 몇 가지 특징은 메일라드

(Maillard) 반응이 일어나는 동안 얻어진다. 환원당(이 경우에는 유당)과 아미노산(유청단백에서 나온 것) 간에 이 반응이 일어나며, 일반적으로 열을 가해야 반응이 나타난다. 메일라드 반응은 굵거나 익히는 과정에서 금빛 갈색을 띠게 하고, 구운 제품과 캐러멜 제과제품과 관련된 달콤한 캐러멜 맛을 만들어낸다.

### 저탄수화물 바: 초콜릿

원재료	사용량(%)
WPI	30.1
말티톨 시럽	24.8
식물성 쇼트닝	14.8
건포도 페이스트	13.2
우유 미네랄	5.5
코코아 분말(네덜란드 가공)	3.5
아몬드 파우더	3.5
결정성 소르비톨	1.6
물	1.5
귀리 섬유	0.5
글리세린	0.5
폴리인산나트륨	0.3
소금	0.2
합계	100.0

### 제조공정:

1. 건조 원료를 믹싱볼에 넣고 30초 동안 건식 배합한다.
2. 쇼트닝, 글리세린, 건포도 페이스트를 추가로 넣고 3분간 혹은 골고루 섞일 때까지 최대한 느린 속도로 혼합한다.
3. 배합수에 인산염을 첨가하여 가용성을 높인다.
4. 이 혼합물에 말티톨 시럽과 인산 용액을 차례로 붓고, 제품이 한데 엉켜 부드러운 반죽이 될 때까지 섞는다(약 2분 소요).
5. 반죽을 10mm 두께로 펴서 늘린다. 3x7cm 크기의 바가 되도록 자른다.
6. 달콤 쌉싸름한 초콜릿이나 저탄수화물 혼합 코팅제로 표면을 코팅하고, 남은 코팅액은 제거한다. 온도가 5°C인 곳에 두어 코팅제가 고정되게 한다.

### 100g 당 영양성분

코팅된 바: 충전물 70%, 코팅 30%

칼로리	430kcal
총 지방 함량	23g
포화지방	4g
트랜스지방	0g
콜레스테롤	0mg
나트륨	70mg
총 탄수화물 함량	41g
식이섬유	3g
당류	14g
당알코올	18g
단백질	23g



### 연성 또는 경성의 쫄깃한 결합제를 사용한 그레놀라 시리얼 바

이 범주에 해당하는 시판용 바의 특징은 독특한 질감이다. 바삭바삭하게 구운 귀리나 쌀과 같은 곡물에 건과류 및 기타 함유물을 섞고, 현미 등으로 만든 설탕 시럽이나 꿀, 콘시럽 등으로 결합시킨다. 비가열 압출성형 방식으로 가공되는 다른 바와 마찬가지로 그레놀라 바 역시 수분 활성도가 0.60 이하가 되도록 배합해야 한다.

그레놀라 바는 보통 약 6~7%의 단백질을 함유한다. 단백질을 추가한 그레놀라 바의 단백질 최대 함량은 30%이다. 단백질을 추가하면서도 바삭바삭한 질감을 유지하기 위해 흔히 유청 크리스프(whey crisp)라 불리는 압출성형된 유청단백을 라이스 크리스프 제품 대용으로 쓸 수 있다. 압출성형된 유청 크리스프는 단백질 함량이 최고 80%에 달할 수 있다. 바에 들어간 유청 크리스프의 단백질 구성비는 100% 라이스 크리스프로 만든 바의 단백질 함량과 100% 유청 크리스프(80% 단백질)로 만든 바를 비교함으로써 확인할 수 있다. 즉, 유청 크리스프를 사용하면 단백질 함량이 3%에서 23%로 증가한다. WPI나 WPC 80 등의 기타 고단백 유청원료를 첨가해도 단백질 함량을 30%로 끌어올릴 수 있다.



### 칼슘 강화

60g짜리 “웨이 굿(Whey Good)” 바는 우유칼슘만으로 360mg의 칼슘을 공급한다. 이는 미국의 성인 일일 권장 섭취량의 36%에 해당하는 양이다.



### 고단백 그레놀라 바: 웨이 굿 바 쫄깃한 그레놀라 바

원재료	사용량(%)
그레놀라 시리얼	35.4
유청 크리스프 50%	18.4
콘시럽 62/43	10.0
고맥아당 라이스 시럽 42 DE	6.6
전화당 시럽	5.3
식물성 오일	5.4
WPI와 가수분해 유청단백 혼합물	5.1
볶은 건조 통아몬드	2.7
콘시럽 고품분 25 DE	2.6
소르비톨 USP	2.4
물	2.2
꿀	1.1
우유 칼슘	0.9
건조 코코넛(무가당)	0.8
탈지 분유	0.8
소금	0.2
버번 바닐라 액기스	0.1
합계	100.0

### 캐러멜 층

원재료	사용량(%)
콘시럽 42 \ 43	30.7
그레놀라	24.9
물 1	18.5
물 2	6.4
저염 버터	6.2
우유칼슘	6.2
WPC34	6.0
대두 레시틴유	0.5
소금	0.4
향료(캐러멜, 우유, 바닐린)	0.2
합계	100.0

### 바의 구성비

쫄깃한 그레놀라 바	53.8%
캐러멜 층	23.1%
밀크초콜릿 코팅제	23.1%

### 제조공정:

#### 쫄깃한 그레놀라 바

1. 그레놀라 시리얼, 코코넛, 아몬드, 유청 크리스프, 우유칼슘, WPI와 가수분해 유청단백의 혼합물을 함께 섞는다.
2. 바닐라를 제외한 나머지 재료를 모두 합친다.
3. 시럽을 88℃까지 데운다.
4. 조리된 시럽을 믹서에 담긴 건조 혼합물에 넣고, 바닐라 추출물을 추가로 넣은 뒤 균일한 상태가 될 때까지 섞는다.
5. 반죽을 1.4cm 두께로 눌러 펴서 31x45cm 크기로 만든 후에 식힌다.
6. 그레놀라 베이스에 캐러멜을 23% 추가한다. (캐러멜 배합법 참조).
7. 바를 3.18x10.16cm 크기와 45g 중량에 맞게 자른다.
8. 중량 60g 또는 초콜릿 구성비 23%가 되도록 밀크초콜릿을 씌운다.
9. 포장한다.

#### 캐러멜 층

1. 물 1에 WPC34를 섞는다.
2. 콘시럽, 설탕, 버터, 레시틴유, 소금, 물 2, 유청 혼합물 1/4을 함께 섞는다.
3. 몇 분간 섞으면서 유화시킨다. 끓을 때까지 가열한다.
4. 남은 유청 혼합물을 휘젓는다. 83 Brix가 될 때까지 계속 저으면서 115℃까지 가열한다.
5. 우유 칼슘과 향미료를 넣고 잘 섞어준다.
6. 그레놀라 조각 위에 23%에 해당하는 분량을 부은 뒤 식힌다.

### 100g 당 영양성분

칼로리	415kcal
총 지방 함량	15g
포화지방	7g
트랜스지방	0g
콜레스테롤	15mg
나트륨	208mg
총 탄수화물 함량	63g
식이섬유	2g
당류	37g
단백질	12g

USDEC 제조법: 넥텔 연구소(Knechtel Laboratories) 제공

## 구운 바

이 종류의 바는 굽는 과정을 거쳐야만 최종 질감을 얻을 수 있다.

구운 바의 혼합 및 성형 과정은 비가열 압출성형 바의 제조공정과 비슷하다. 설탕 시럽, 당알코올, 글리세린, 오일, 단백질 원료, 향미료, 유화제를 비롯해 각종 곡류, 견과류, 크리스프 및 기타 함유물 등 대부분 동일한 재료가 사용된다. 비가열 방식으로 제조된 바와 마찬가지로 구운 바 역시 식힌 후 착향 초콜릿이나 혼합 코팅제로 표면을 입힐 수 있다.

비가열 공정을 거친 바와 구운 바의 가장 큰 차이점은 반죽의 수분 함량이다. 구운 바의 경우, 원료의 대부분이 굽는 과정을 거치기 때문에 반죽에 수분이 더 많아도 된다. 그러나 단백질이 추가된 반죽의 경우에는 점착성이 있으면 기계가공이 어려워질 수 있으므로 점착성이 생기지 않도록 물의 양을 최소화하는 것이 중요하다. 단백질의 “과도한 처리”를 방지하기 위해 믹싱시간도 최소화할 것을 권한다. 밀도가 높고 쫄깃한 비가열 압출성형 바의 질감에 비해 구운 바의 질감은 좀 더 파삭파삭하고 건조하다.

구운 바는 중간 수분식품과 매우 유사하게 만들어진다. 중간 수분식품은 완제품의 총 수분 함량이 4~8% 가량이 될 수 있지만, 효모와 곰팡이균의 번식을 막기 위해 수분 활성도는 0.60 이하가 되어야 한다. 일반적으로, 물과 결합하는 단백질의 특성으로 인해 단백질 함량이 높은 구운 바를 생산하는 과정은 좀 더 까다로워진다. WPC80과 WPI는 구운 바에 사용하기 좋은 단백질 공급원이다. 단백질을 높이고 바의 질감을 바꾸기 위해 유청 크리스프를 첨가할 수도 있다.

## 곡물 바

시리얼 바나 아침식사용 바, 기타 스낵 바와 같은 일반적인 곡물바는 단백질 함량이 낮다. 그러나 곡물 바에는 섬유질 함량과 “통곡물의 매력”과 같이 곡물에서 얻을 수 있는 다른 이점이 있다. 이러한 제품은 주로 당 함량이 높지만, 귀리, 쌀, 밀 등의 곡물로 만들어진다는 사실이 건강에 좋다는 이미지를 부여한다. 시리얼 바는 반죽 바깥쪽을 곡물로 만들고 과일 재료로 속을 채운 공압출성형된 제품인 경우가 대부분이다. 이러한 제품은 주로 단백질 2.5%, 지방 8%, 탄수화물 73%, 섬유질 2.5%를 함유한다. 바깥 반죽에 WPI나 WPC80을 첨가하면 완성된 바의 단백질 함량을 8~10%로 늘리고 탄수화물을 같은 양만큼 줄일 수 있다.

아침식사용 바는 탄수화물 함량이 높은 곡물 바의 또 다른 예로서, 이 바도 유청단백을 추가할 경우 이점이 생길 수 있다. 일반적인 아침식사용 바는 단백질 6%, 지방 10%, 탄수화물 74%, 섬유질 6% 가량으로 구성된다. 일반적인 시리얼 바와 비교했을 때 아침식사용 바의 단백질 함량이 더 높은 이유는 과일 충전물이 없고 단백질을 높이는 유제품 원료나 견과류가 들어가는 경우가 많기 때문이다. 유청 크리스프나 WPI, WPC80, 그 외 변형 유청단백 원료를 첨가하면 단백질 성분을 더하고, 아침용이나 식사대용 바의 영양 밀도를 높일 수 있다. 아래의 제조법은 곡물을 주원료로 한 이런 형태의 구운 바를 만드는 데 필요한 재료와 제조공정을 보여준다.

## 곡물 바: 돌세데레체 오트밀

원재료	사용량(%)
콘시럽 42 DE	26.1
유청 크리스프(60% 단백질)	16.7
롤드 오트	12.5
퀵 오트	12.5
지방계 캐러멜 조각	8.5
사과로 만든 지방 대체제	7.7
WPI	5.7
물	4.5
무염 버터	4.0
글리세린	0.9
돌세데레체 향	0.8
탄산수소나트륨	0.1
합계	100.0

### 제조공정:

1. 귀리, 지방 대체제, 탄산수소나트륨, WPI를 대형 믹서의 볼에 넣어 혼합한다. 저속으로 1분간 계속 섞는다.
2. 콘시럽, 버터, 돌세데레체 향, 글리세린, 물을 추가한다. 저속으로 1분간 계속 섞는다.
3. 유청 크리스프와 캐러멜 조각을 추가로 넣고 잠깐 동안 섞는다(혼합물이 서로 섞일 때까지만).
4. 반죽을 10mm 두께로 편 뒤 7.5x3.75cm 크기의 조각으로 자른다. 조각이 서로 달라 붙지 않게 유산지를 댄 팬에 올린다.
5. 릴 오븐에서 204°C로 7분간 굽는다.

### 100g 당 영양성분

칼로리	350kcal
총 지방 함량	8g
포화지방	5g
트랜스지방	0g
콜레스테롤	10mg
나트륨	75mg
총 탄수화물 함량	54g
식이섬유	2g
당류	18g
단백질	19g



## 바 코팅제

혼합 코팅제는 바에 풍미와 질감, 안정성을 더해줄 수 있다. 일반적인 혼합 코팅제는 건강상 이점, 비용, 취급 용이성을 기준으로 선택된다.

초콜릿 착향 코팅제가 가장 널리 사용되지만 바닐라, 땅콩버터, 캐러멜, 요구르트 맛의 코팅제도 자주 쓰인다. 코팅제는 주로 코코아, 정제 식물성 오일, 설탕, 대두 레시틴, 향미료 등의 성분으로 구성된다.

현재는 건강상의 이점 때문에 트랜지지방이나 경화지방이 전혀 들어있지 않은 혼합 코팅제가 보편적으로 사용된다. 이러한 코팅제는 개발된 지 얼마 되지 않아 여전히 공정 및 취급상의 어려움이 몇 가지 남아있다. 새로 개발된 지방은 기존의 지방에 비해 기능이나 맛이 떨어지기 때문에 단순히 기존 배합법에 지방만 새로운 것으로 바꿔 넣는 방법은 사실상 불가능하다.

유제품이나 우유 형태의 혼합 코팅제는 거의 대부분 3~7% 가량의 단백질을 함유하고 있다. 단백질 함량을 높이고 싶을 경우 코팅제의 단백질을 최대화하기에 가장 좋은 유청단백 원료는 WPI와 WPC80이다. 이 원료들은 코팅제의 물리적 성질에 영향을 주지 않고 쉽게 섞이지만, 그들의 수분 함량과 입자 크기는 점도나 질감의 변화(모래알 같은 질감)를 가져올 수 있다. 따라서 WPI나 WPC80은 정제 및 점도 조정 이전에 첨가해야 한다.

개발 담당자가 단지 풍미가 뛰어난 코팅제를 만드는 데만 관심이 있다면 스위트 유청이나 유청 퍼미에이트, 탈염 유청과 같은 원료들이 좋은 선택안이 된다. 기존의 비용 매개변수에 따라, 이 원료는 모두 바 코팅에 이점을 제공한다. 탈염 유청은 무기질 함량이 낮기 때문에 이들 원료 중 가장 부드러운 풍미를 낸다. 이 재료는 초콜릿을 비롯한 기타 착향 코팅제에 광범위하게 사용된다. 유당은 완제품에 뛰어난 결정화 속성과 부드러운 식감을 부여한다. 스위트 유청 역시 유당 결정화와 부드러운 식감이라는 이점과 함께 풍부한 우유맛을 코팅제에 부여하는 용도로 사용될 수 있다. 유청 퍼미에이트는 근래 들어 코팅제의 원료로 사용되기 시작했다. 코팅제에는 스위트 유청이나 탈염 유청에 함유된 단백질 성분이 필요 없는 경우가 많으므로 유청 퍼미에이트의 조성도 아무런 문제가 없다. 스위트 유청이 들어간 배합식은 유청 퍼미에이트로 바꿀 수 있는 경우가 많다. 유청 퍼미에이트에 단백질이 없다는 것이 두 조성의 가장 큰 차이점이기 때문이다.

코팅제에 대한 상세한 내용은 USDEC 홈페이지 [www.usdec.org](http://www.usdec.org)에 게재된 USDEC의 응용제품 관련 논문 “유청 제품 및 유당을 응용한 제과제품 제조(Whey Products and Lactose in Confectionery Applications)”에서 확인 가능하다.

### 단백질 강화 초콜릿 혼합 코팅제

원재료	사용량(%)
설탕	43.9
식물성 지방(38°C)	40.0
WPI	7.6
네덜란드 가공 코코아 10/12 분말	7.6
소르비탄 트리스테아레이트	0.5
대두 레시틴	0.2
바닐라 추출물(건조)	0.1
가루 소금	0.1
합계	100.0

### 제조공정:

1. 지방을 녹인 뒤(38°C 이하에서) 레시틴과 소르비탄 트리스테아레이트를 함께 섞는다.
2. 호바트 믹서에 건조 원료들을 혼합한다.
3. 혼합물에 충분한 지방을 첨가하여 가공 페이스트를 만든다.
4. 3롤 정제기(관이 3개로 구성)에서 25 미크론 이하의 입자 크기로 정제한다.
5. 미립자를 다시 호바트 믹서에 넣고 맨틀을 이용해 가열한다. 66°C를 넘지 않는 온도에서 4시간 동안 코팅제를 농축한다.
6. 남은 지방을 코팅제에 넣는다.
7. 원하는 향미료를 모두 넣는다.
8. 54°C를 넘지 않는 온도로 맞추고 초콜릿 용해기 안에 코팅제를 넣는다.

### 100g 당 영양성분

칼로리	580kcal
총 지방 함량	42g
포화지방	26g
트랜지지방	0g
콜레스테롤	0mg
나트륨	45mg
총 탄수화물 함량	48g
식이섬유	2g
당류	43g
단백질	9g

주의사항: 요구르트 혼합 코팅제는 코코아분말 대신 7~9%의 요구르트 분말과 3~8%의 WPI를 사용해서 만들 수 있다. 지방과 당 함량은 맛과 공정 조건에 맞게 조절한다.

### 유청 퍼미에이트로 만든 초콜릿 코팅제(투과액)

원재료	사용량(%)
분말 설탕	44.00
코코아 버터	26.35
초콜릿 원액	15.00
유청막 투과액	14.40
대두 레시틴	0.15
바닐린	0.05
가루 소금	0.05
합계	100.00

### 제조공정:

1. 코코아 버터를 녹인 뒤(38°C 이하에서) 레시틴을 섞는다.
2. 초콜릿 원액을 녹인다.
3. 호바트 믹서에 건조 원료를 혼합하고, 녹인 초콜릿 원액을 넣는다.
4. 혼합물에 충분한 지방을 첨가하여 가공 페이스트를 만든다.
5. 3롤 정제기(관이 3개로 구성)에서 25 미크론 이하의 입자 크기로 정제한다.
6. 미립자를 다시 호바트 믹서에 넣고 맨틀을 이용해 가열한다. 66°C를 넘지 않는 온도에서 4시간 동안 코팅제를 농축한다.
7. 남은 지방을 코팅제에 넣는다.
8. 원하는 향미료를 모두 넣는다.
9. 54°C를 넘지 않는 온도로 맞추고 초콜릿 용해기 안에 코팅제를 넣는다.

이 초콜릿 코팅제는 사용 전 반드시 템퍼링 과정을 거쳐야 한다.

### 100g 당 영양성분

칼로리	530kcal
총 지방 함량	35g
포화지방	20g
트랜지지방	0g
콜레스테롤	0mg
나트륨	260mg
총 탄수화물 함량	59g
식이섬유	0g
당류	54g
단백질	3g

### 정체성 표준(Standard of Identity)

미국에서 초콜릿은 “정체성 표준” 제품으로 배합비 변경이 얼마간 제한되거나 금지된다. 해당 국가의 규정을 필히 확인해야 한다. 또한, 초콜릿은 코팅 공정이 이루어지는 동안 특별한 가공 변수가 필요하다(템퍼링).



## 영양 젤과 페이스트

기능성 식품 시장은 성숙기에 접어들어 따라 충성 소비자층을 위해 새롭고 기발한 제품을 꾸준히 내놓고 있다. 바가 시장의 주류를 이루고 있지만 동시에 “바쁘게 생활하는” 소비자들을 겨냥해 젤, 페이스트, 젤리 등 새로운 형태의 제품이 출시되고 있다. 이러한 영양공급 시스템은 빠르게 작용하고 소화하기 쉬운 영양 공급원을 제공한다.

시장과 제품 구성성분에 따라 이러한 젤 신제품들은 음료, 에너지바를 대신하거나 식사 대용식 및 보충식으로 이용된다. 편리한 형태(크기가 작으며, 휴대하고 먹기에 편함) 덕분에 스포츠나 야외용 영양 제품으로 인기를 끌고 있다.

새로운 젤 제품은 모두 스포츠 음료에 비해 온스 당 에너지 공급비율(칼로리)이 높고, 고형바 제품보다 소화가 잘 된다. 이 제품들은 단순 및 복합 탄수화물, 단백질, 비타민, 미네랄의 수용성 혼합물인 경우가 대부분이다. 농도가 높아 작은 스낵이나 식사대용 바와 동일한 양의 영양분을 자주 공급할 수 있으며, 이 같은 이점을 편리한 형태로 제공한다.

편의성과 다기능성으로 인해 젤은 그 성분과 소비자 타겟에 따라 궁극적인 패스트푸드이자 식사 대용식 또는 보충식이 되고 있다.

최근 발표된 연구에 따르면, 지구력 종목 운동 선수들은 이 형태의 제품을 섭취한 뒤 무려 5분만에 활력이 “증가”하는 느낌을 받았다고 답했다. 긴 훈련 세션과 60분 이상 계속되는 달리기 도중 30~45분마다 이 제품을 섭취하면 근육 피로를 늦추고, 혈당 수치를 높이며, 수행능력을 향상시키는 역할을 하는 것으로 보인다. 이러한 제품에 포함된 단백질은 근육 손상을 최소화하고, 지구력을 향상시키고, 회복을 돕는 효과가 있음이 입증되었다.



### 젤의 특성

특정 조건 하에서 유청단백은 비가역성 젤을 형성한다. 젤의 특성은 단백질 농도, 용액의 산도, 칼슘과 나트륨 이온의 농도에 따라 달라진다. 스낵 및 스포츠 젤 제조업체들은 다양한 외관과 질감을 지닌 제품을 개발하고 싶어한다. 생산 지표 몇 가지를 변경하는 것만으로도 혼합되는 유청단백의 함량이 다양해지고, 상이한 제품 특성을 얻을 수 있다.

예컨대 55~70°C에서 3~5% 단백질 용액으로 만들어진 젤은 색감이 더 투명하고 질감이 부드럽다. 그에 반해 고단백 농축액(10%)을 더 높은 온도로(90~100°C) 가열하면 투명도가 낮은 젤이 만들어진다. 산성 조건에서 젤은 불투명하고, 습윤하고 강도가 낮은 경향을 보인다. 중성이나 알칼리성 용액의 경우 젤의 투명도와 탄성이 높다.

배합에 사용된 당의 종류를 바꾸는 방법으로도 젤의 특징이 변할 수 있다. 한 실험에서는 6~9에 걸친 pH 값에서 리보오스나 유당이 든 용액으로부터 WPI 젤을 제조했다. 이때 유당을 넣은 젤은 색의 변화가 없었던 반면 리보오스를 넣은 젤은 오렌지색과 갈색을 띠었다. 더욱이 단백질의 메일라드 반응과 공유 교차결합을 촉진하는 탄수화물은 젤의 파괴계수(fracture modulus)를 높임으로써 젤의 식감과 안전성에 영향을 준다.

가공 조건을 변경하고 제조방식에 변화를 주는 방법을 통해 제조업체별로 원하는 요구조건에 맞게 젤의 특성을 조정할 수 있다. 젤을 형성하는 유청단백의 고유한 속성은 제품의 영양적 효과를 극대화하기 위해 부피단위당 최대한 많은 양의 단백질을 혼합하기를 원하는 젤 제조업체들에게 유용한 특징이다.