



## 요거트 및 액상 요거트에 포함된 미국 유제품 원료

전 세계 사람들이 발효 유제품의 맛, 부드러운 식감, 편리성을 즐기고, 웰빙, 건강에 대한 관심을 가지면서 일반 요거트 제품 뿐 아니라 고단백 요거트 제품, 액상 요거트의 소비량은 계속해서 증가세를 기록하고 있습니다.

우유와 유청에서 추출한 미국산 유제품 원료는 다양한 요거트 제품의 가치, 영양, 기능, 맛을 향상시키고 비용의 효율성을 높입니다. 이러한 장점은 제조업체, 소매업체, 그리고 가장 중요한 소비자를 만족시킬 수 있는 중요한 요소입니다.



스위트 유청 분말(SWP), 농축 유청 단백질(WPC), 분리 유청 단백질(WPI), 변성 WPC/WPI, 여과(UF) 우유, 탈지 및 전지분유(SMP, WMP), 농축 우유 단백질(MPC), 분리 우유 단백질(MPI), 농축 미셀라 카제인 단백질(MCC) 및 기타 유제품 유래 성분 등 다양한 미국 유제품 원료를 요거트 및 액상 요거트 제조에 사용할 수 있습니다.

유제품 원료를 함유한 요거트 제품의 잠재적 이점은 다음과 같습니다.

- 점도 및 견고성을 높여 질감이 향상됩니다.
- 이수현상이 감소합니다.
- 단백질 함량의 표준화로 제품의 일관성 유지에 도움이 됩니다.
- 비유제품 원료를 대체하여 좀 더 소비자 친화적인 클린라벨 제품을 제공할 수 있습니다.
- 비유제품 원료 사용 대비 맛이 향상됩니다.
- 단백질, 미네랄 및 기타 생리 활성 성분이 추가되어 영양성분이 향상됩니다.

연구에 따르면 유제품에 함유된 단백질과 생체 활성 성분은 프리바이오틱 효과를 내어 제품과 소비자의 장에 존재하는 프로바이오틱 박테리아의 성장을 촉진하는 데 도움이 됩니다. 이는 심혈관 건강에 긍정적인 영향을 주고, 근육량을 늘리며, 근손실을 방지하고, 최적의 건강을 촉진합니다.



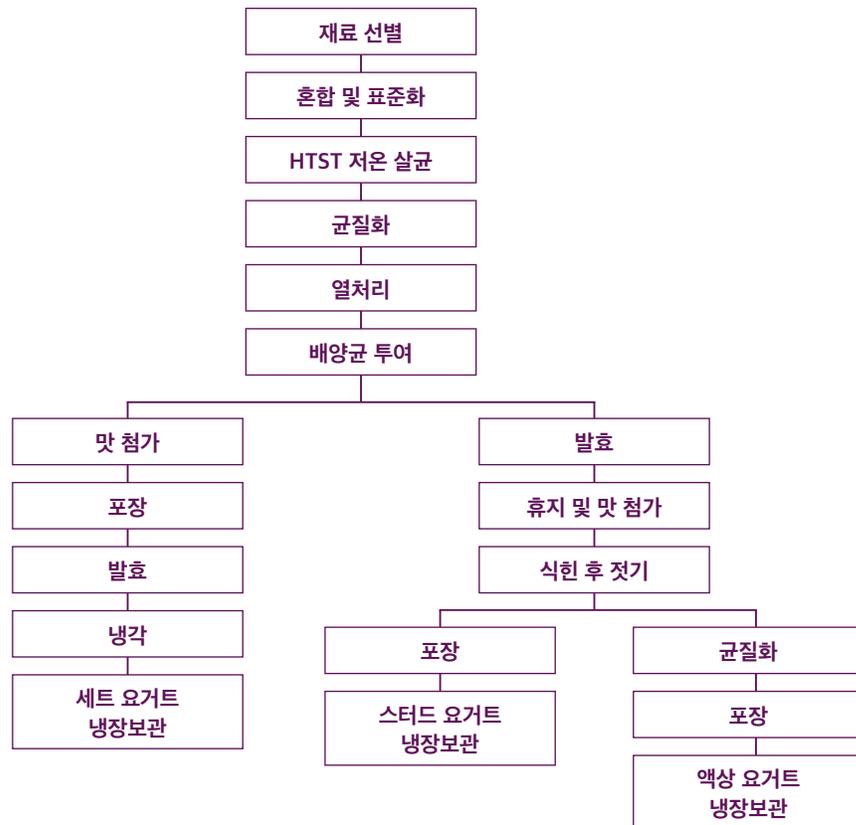
### 요거트 기본 구성 성분

발효유제품은 수세기 동안 생산되고 소비되어 왔습니다. 요거트를 제조하기 위해 우유는 필수 젖산 생성 박테리아인 락토바실러스 불가리쿠스(Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus)와 스트렙토코커스 써모필러스(Streptococcus salivarius ssp. thermophilus) 박테리아에 의해 40~45°C(104~113°F)의 온도에서 발효됩니다. 또한 락토바실러스(Lactobacillus)와 비피도박테리움(Bifidobacterium)의 다양한 추가 균주를 포함하는 혼합 스타터 배양균을 투여하는 경우도 점차 보편화되었습니다.

특히 비피도박테리움은 충분한 양을 섭취했을 경우 장내 미생물총의 균형을 개선하여 소비자의 건강을 적극 향상시킬 수 있는 프로바이오틱 미생물로 간주될 수 있습니다.

요거트는 세트 요거트, 스타드 요거트, 액상 요거트의 세 가지 기본 유형으로 구분됩니다. 세 가지 유형 각각을 제조하는 데 일반적으로 활용되는 공정이 그림1에 나와 있습니다. 이러한 제품에 유제품 단백질 성분을 추가하거나 여과 또는 농축단계를 더해 고단백 버전의 제품을 만들 수도 있습니다.

그림 1:  
요거트 제조 공정



이러한 잠재적인 건강 및 웰빙 이점은 칼슘, 비타민, 미네랄, 단백질, 프로바이오틱 배양균의 원천으로 잘 알려진 요거트 및 액상 요거트의 건강한 이미지를 더욱 강화시켜줍니다.

이 자료집에서는 요거트 및 액상 요거트에 유제품 원료를 추가할 때의 기능상 이점에 대해 검토합니다. 이를 통해 현대 소비자를 위한 혁신적인 요거트 제품을 개발하는 데 가장 적합한 원료를 파악할 수 있습니다.

### 스터드/블렌디드 컵 요거트

스터드/블렌디드 요거트는 프랑스 또는 스위스 스타일의 유럽형 요거트로 지칭될 수 있습니다. 이는 과일 조제품 또는 기타 함유물과 같은 추가 재료를 더하여 다양한 질감으로 생산할 수 있습니다. 이름에서 알 수 있듯이 스투드/블렌디드 요거트는 발효된 이후 요거트에 과일 조제품 및 기타 추가 재료를 완전히 혼합하여 만듭니다.

발효 공정 이후 이 과정에서 통에 생성된 초기의 젤 형태는 섞는 과정에서 해체됩니다. 요거트는 보통 냉각 후 압력을 가하지 않고 스크린 또는 균질화 벨브에 여과시킵니다. 이 과정의 목적은 젤 구조를 부드럽게 해체하여 요거트에 과일이나 맛이 첨가된 이후에도 덩어리 없이 균일하고 일관된 질감을 연출하는 것입니다.

단백질 함량이 높거나 젤라틴과 같은 안정제를 첨가한 스투드/블렌디드 요거트는 보관 과정에서 젤 구조가 다시 형성될 수 있습니다. 다른 타입의 요거트들은 초기 젤 구조가 해체된 직후 생성되는 걸쭉하고 크리미한 질감을 보존하도록 제조됩니다. 섞는 과정과 여과 과정을 많이 거치면 젤의 점도를 감소시키고 전단(shearing) 종료 후 시간이 지나면서 부분적으로만 복원됩니다.

안정제는 스투드/블렌디드 제품의 점도를 높일 수 있습니다. 적절한 안정제로는 저메톡실 펙틴, 젤라틴, 변성 전분, WPC가 포함되며, 원하는 제품 및 원료표기 특성에 따라 이들을 조합하는 방식으로 완성됩니다.

### 세트 요거트/푸룻-온-바텀 컵 요거트

세트 요거트/푸룻-온-바텀 컵 요거트의 발효는 판매용 용기 내부에서 일어납니다. 이러한 요거트에는 일반적으로 중-강 정도의 질감을 형성하는 단백질 젤이 포함되어 있습니다. 젤 구조는 유당의 발효 과정에서 산이 생성되며 형성됩니다.

세트 요거트는 플레인 또는 맛이 첨가된 제품으로 제조되며, 당은 아주 조금 가미되곤 합니다. 푸룻-온-바텀 세트 요거트는 이름 그대로 용기 바닥에 과일이 깔려 있어,

과일과 요거트 층을 소비자가 직접 섞어 먹는 제품입니다. 이 유형의 요거트는 발효 전 단계인 배양균 투여 이전에 과일 조제품을 용기에 넣은 다음 그 위에 요거트 혼합물을 부어 완성됩니다. 이는 과일 베이스 내의 재료가 요거트의 발효와 젤 성분에 미칠 수 있는 영향을 최소화합니다. 과일 조제품에는 일반적으로 과일, 향료, 식용색소, 감미료, 안정제 역할을 하는 펙틴, 보존을 위한 식용산이 포함됩니다.

요거트 상단 층은 우유와 락토바실러스 불가리쿠스 및 스트렙토코커스 써모필러스 배양균만으로 구성될 수 있습니다. 그러나 여기에 추가적으로 유제품 원료, 안정제, 감미료, 향료, 식용색소를 넣을 수 있습니다.

용기를 밀봉한 후에는 보통 40~42°C(104~107.6°F) 사이로 온도가 조절되는 따뜻한 실내에서 배양됩니다. 요거트가 적절한 산도 pH(~4.6)에 도달하면 냉장실 또는 빠르게 냉각할 수 있는 분사 냉각기에 용기를 옮겨 발효가 더 이상 일어나지 않도록 합니다.

젤은 매우 깨지기 쉬우므로 냉각 전 따뜻한 상태의 컵을 만지는 일을 최소화하도록 주의를 기울여야 합니다. 또한 유통 및 취급 과정 중 세트 요거트가 물리적으로 부서지거나 흔들리지 않도록 하는 것이 중요합니다. 이 역시 젤을 해체시킬 수 있기 때문입니다. 젤이 해체되면 이수현상이 발생할 수 있는데, 요거트 혼합물에 유제품 단백질을 포함시키면 이수의 양을 최소화하는 데 도움이 될 수 있습니다.

### 액상 요거트 및 스무디

액상 요거트는 요거트에 여러 재료를 섞을 수 있습니다. 이 제품은 점도가 낮은 묽은 음료부터 점도가 높고 걸쭉한 제품에 이르기까지 농도에 따라 다양합니다.

액상 요거트 제조 과정에서 젤은 높은 전단력으로 해체되어 절대 복구되지 않습니다. 대부분의 제품은 요거트 발효 후 전단 과정을 통해 제조됩니다. 그러나 일부 제품은 요거트를 물 또는 과일 주스에 희석하는 방식으로 제조되기도 합니다. 발효 후 균질화 단계 이전에 향료 및 다른 성분을 추가할 수도 있습니다.

특히 식사를 대체할 수 있을 만큼 높은 수준의 단백질을 포함할 경우 WPC 및 WPI와 같은 유청 단백질을 추가하여 액상 요거트나 스무디에 점도를 높이지 않고도 단백질 함량을 강화할 수 있습니다.

발효 후 균질화 단계는 적절한 음료의 점도를 만들고 저장 중 이수 및 단백질 침전을 방지하기 위한 중요한 과정이므로, 단일 단계 균질기를 활용하여 500psi(35bar) 미만의

압력을 가하면 일반적으로 충분합니다. 균질화를 위한 재료로는 점성을 생성하는 배양액(예: 엑소폴리사카라이드)과 하이메톡실 펙틴과 같은 하이드로콜로이드 안정제가 있습니다. 하이메톡실 펙틴의 경우 음전하를 지니고 있어 펙틴이 pH 4에서 카제인 분자에 막을 형성하고 이러한 입자에 전하 반발을 전달합니다. 요거트 음료의 점도를 조절하는 다른 방법으로는 유청 단백질과 카제인의 최적화된 비율과, 균질화를 위한 압력을 파악하며, 최소한의 분리 과정을 통해 적절한 음료의 점도를 생성하는 것입니다.

### 그릭 요거트

중도 및 유럽에서 흔한 제품이었던 그릭요거트는 이제 미국 및 전 세계에서 인기가 있습니다. 미국에는 그릭 요거트에 대한 특정 식품기준 규격이 없으나, 일반적으로 기존 요거트 대비 단백질 함량이 2~3배 더 높습니다. 높은 점도의 질감과 매끄러운 식감이 특징입니다. 그릭 요거트는 플레인, 블렌디드, 프룻-온-더-바텀, 음료 제품 등 다양한 형태가 있습니다.

그릭 요거트를 제조하는 여러가지 방법이 있습니다.

- 전통적인 그릭 요거트 제조 방식은 요거트를 만든 후, 물리적으로 물, 유당, 미네랄을 분리합니다. 물리적인 분리를 위해 치즈클로스 또는 공장에서 쓰이는 쿼크(Quark) 원심 분리기를 사용할 수 있습니다. 이렇게 분리된 액체를 그릭 요거트 산성 유청 또는 산성 유청이라고 부릅니다.
- 다른 제조 방법은 한외 여과막을 이용하여 제품 구조를 만드는 것입니다. 이 방법도 그릭 요거트 산성 유청이 생성된다는 단점이 있습니다.
- 세 번째 방법은 재조합 또는 재구성으로 하는 방법으로, 탈지분유 또는 무지방분유를 초기 베이스로 하여 발효 및 일반적인 요거트 제조공정을 거치는 것입니다. 한 가지 장점은 최소한의 유청이 생성된다는 것입니다. 그러나 이 공정에서는 산성화를 제어하고, 고온의 재구성 과정으로 인한 단백질 손상을 예방하며, 적절한 재수화 작용이 될 수 있도록 해야 합니다.
- 또 다른 방법은 발효 전에 액상 우유에 MPC를 추가하여 목표치인 8~10% 단백질을 형성하는 것입니다(5페이지 제조법 참고). 특별한 장비가 필요하지 않으며 산성 유청이 만들어지지 않는다는 장점이 있습니다. MPC에 WPC를 더하면 완성품의 식감이 더 부드러워지고 보관 과정에서 이수현상이 적게 일어납니다. 그러나



추가된 유청 단백질은 열에 더 민감합니다. 살균 온도가 높아지는 경우 유청 단백질 변성으로 인해 질감이 거칠어질 수 있어 주의를 기울여야 합니다.

그릭 요거트 제조 시 고려해야 할 또 다른 주요 사항은 단백질 함량이 4~5%에 불과한 기존 요거트보다 높은 8~10%의 단백질을 보유하여 완충 용량이 증가한다는 점입니다. 완충 용량이 증가한다는 것은 요거트 배양균이 pH 4.6에 도달하기 위해 더 많은 산을 생성해야 하므로 발효 및 처리 시간이 길어진다는 것을 의미합니다

### 다른 요거트 스타일

유제품 제조업체들은 공기 혼합 과정이나 공동 형성 공정으로 무스나 푸딩에 가까운 요거트 제품을 만들기도 합니다. 이러한 제품은 우유의 영양 성분을 모두 함유하고, 활성 배양균의 이점을 가지고, 칼로리는 낮은 경우가 많아 건강한 디저트로 자리 잡고 있습니다. 이러한 특수 요거트 제품들은 유제품 단백질 추가로 성공적으로 안정화될 수 있습니다.

짜 먹는 튜브형 요거트는 특수 공정을 거쳐야 합니다. 예를 들어, 소비자가 튜브를 짜서 이용하므로, 이수현상이 전혀 허용되지 않습니다. 튜브에서 가장 먼저 액상 유청이 나온다면 소비자는 해당 제품에 결합이 있다고 먼저 생각할 가능성이 있습니다. 단백질 함량이 높은 유제품은 수분 결합력이 뛰어납니다. 이는 점도나 견고성을 높이는 동시에 이수현상의 위험을 감소시켜 짜 먹는 튜브형 요거트의 질감을 개선할 수 있습니다.

케피어는 성장 잠재력을 지녔다고 평가받는 제품으로 케피어 그레인으로 발효시킨 인기 배양 발효 음료입니다. 발효유 제품에는 유제품 원료를 추가하여 이점을 얻을 수 있습니다. 예를 들어 액상 프로바이오틱 유청을 주입하면 근육 회복에 도움이 되는 고품질 분지사슬 아미노산을 제공하여 소비자의 영양학적 가치를 더할 수 있습니다.

## MPC80 강화 방식으로 만든 그릭 요거트



### 재료

|           | 구성 비율(%)     |
|-----------|--------------|
| 탈지우유      | 86.64        |
| MPC80     | 8.29         |
| 크림        | 4.89         |
| 펙틴        | 0.18         |
| <b>총합</b> | <b>100.0</b> |

### 만드는 방법

1. 고속 믹서기로 탈지우유에 MPC80을 섞는다. 크림과 펙틴을 추가한다. 저속교반으로 수화시키고 스팀 재킷 탱크에서 60°C(140°F)로 가열한다. 60°C를 최소 한 시간동안 유지해서 용액이 완전히 수화되어 MPC의 기능을 최적화 한다.
2. 혼합물을 2,000psi/500psi(138bar/34bar)로 60°C(140°F)에서 균질화한다.
3. 85°C(185°F)에서 30분간 일괄 저온 살균하거나 95°C(203°F)에서 5-7분간 고온 단시간 살균하여 점도를 극대화한다. 더 낮은 점도를 원하는 경우 온도를 낮춘다.
4. 43°C(109.4°F)까지 식히고 제조업체에서 권장하는 양의 배양균을 추가한다.
5. 43°C(109.4°F)에서 8~10시간동안 배양하여 pH4.6에 도달하도록 한다.
6. 원하는 포장용기에 담는다.

### 영양성분

#### 100g당 함량

|        |         |
|--------|---------|
| 칼로리    | 80 kcal |
| 총 지방   | 2 g     |
| 포화지방   | 1 g     |
| 트랜스지방  | 0 g     |
| 콜레스테롤  | 10 mg   |
| 총 탄수화물 | 5 g     |
| 식이섬유   | 0 g     |
| 당류     | 5 g     |
| 단백질    | 10 g    |
| 칼슘     | 250 mg  |
| 나트륨    | 50 mg   |
| 철분     | 0 mg    |
| 비타민 A  | 100 IU  |
| 비타민 C  | 0 mg    |

틈새시장을 노린 새로운 요거트 제품들이 계속 출시되고 있습니다. 예를 들어 아이슬란드 스키르(Icelandic Skyr)의 경우 소비자에게 크림미한 식감과 높은 단백질 함량이 알려져 높은 성장세를 보였습니다. 호주산 전지 요거트 제품도 영양가 있으면서 맛있는 제품을 원하는 소비자들 사이에서 특히 인기를 끌고 있습니다.



전통 요거트, 그릭 요거트, 스키르, 액상 요거트 등 요거트의 유형이나 제조 방법과 관계없이 제품의 패키지와 포지셔닝은 제품의 성공을 결정짓는 핵심적인 요소 중 하나입니다. 요거트는 건강한 간식 또는 캐러멜이나 초콜릿 맛을 더해 디저트로 판매될 수 있습니다. 또한 요거트에 넣어 먹을 수 있는 그래놀라, 견과류, 초콜릿을 별도 포장하여 제공하면, 식감을 더하여 소비자가 제품을 좀 더 다채롭게 즐길 수 있습니다. 남성이나 어린이 소비자를 위한 섹다를 패키지의 제품을 만들거나, 체중 관리 종이 소비자를 겨냥한 100칼로리 팩 등의 저칼로리 제품을 제공할 수도 있습니다. 전반적으로 요거트를 생산 옵션은 하루 중 어느때나 그리고 생애 주기별 소비자의 요구를 충족시키며 다양한 제품을 만들어 냅니다.

### 요거트에 사용되는 유제품 원료

미국 및 유럽에서 판매되는 요거트의 대부분은 젖소의 우유로 생산됩니다. 신선한 전지 및 탈지우유가 여전히 주재료로 사용되지만, 특정한 식감, 풍미, 영양학적 특성이 있는 요거트를 제조하는 데 유제품 파우더 또는 농축 유제품 원료의 비중이 점점 중요하게 여겨지고 있습니다. 요거트 제조 시에는 다양한 유제품 원료를 활용할 수 있습니다.

#### 스위트 유청 분말 (SWP)

SWP는 요거트 제조업체에 경제적 이익이 있는 원료로 2.0~5.2% 수준의 탈지분유(SMP)를 대체할 수 있습니다. 미국을 비롯한 여러 국가의 규정에서는 요거트의 무지유고형분(MSNF) 함량을 높일 목적으로 SWP를 첨가하는 방식을 승인합니다. 그러나 최종 요거트 제품 내 총 무지유고형분 대비 단백질의 최소 비율을 유지하기 위한 조건이 포함될 수 있습니다. 요거트 내 SWP의 구성 비율이 높아지지 못하는 이유는 유청 맛이 강하게 나타날 수 있다는 점, 유청 분말 보관 시 마이야르 반응으로 인해 색이 노랗게 변할 수 있다는 점, 낮은 단백질 함량 대비 상대적으로 유당 및 무기염의 농도가 높을 수 있다는 점 때문입니다.

#### 농축 유청 단백질 (WPC)

WPC는 일반적으로 34~89% 수준의 단백질이 있습니다. WPC는 요구르트 제품에 가장 폭넓게 활용되는 유청 원료입니다. 스타드 요거트를 강화하기 위해서는 WPC34를 0.7%~2.0% 정도 (또는 WPC80을 0.5%~0.8%) 사용했으며, 이보다 농도가 높아질 경우 부정적인 특성이 나타날 수 있습니다. 실제로 무지유고형분의 25~35%까지 요거트 혼합물의 고형분을 높이기 위해 첨가되었던 SMP가 WPC34로 대체되었습니다. SMP를 WPC로 대체하면

일반적으로 세트 요거트의 경우 젤의 강도가 높아지고, 스타트 요거트의 경우 점도가 높아지게 되며, 두 유형의 요거트 모두 이수현상은 감소하게 됩니다. 제조업체는 WPC34를 추가하는 방식으로 무지방고형분 대비 단백질 비율을 유지하고 요거트 내 카제인 대비 유청 단백질의 비율을 높일 수 있습니다. 제조업체는 WPC80를 활용해 무지방고형분 대비 단백질의 비중을 손쉽게 높일 수 있으며, 카제인 대비 유청 단백질의 비율을 높이고, 총 단백질 함량을 높여, 탄수화물(유당) 함량을 줄일 수 있습니다.

세계 곳곳에서는 상업적으로 WPC와 카제인염을 혼합하는 방식을 활용하며, 일부 원료 기업에서는 이 혼합물을 요거트 안정제로 판매하기도 합니다. 일정 함량의 단백질에 카제인염을 더하면 유청 단백질이 강화된 제품보다 요거트의 점도를 높일 수 있습니다. 요거트의 안정성을 높이는 방안으로 농축 우유 단백질(MPC)을 활용할 수도 있습니다.

MPC를 사용하면 WPC보다 질감은 좀 더 견고해지고 젤은 좀 더 해체되기 쉬워집니다. MPC를 사용하면 WPC보다 더 많은 수화 시간이 소요되어 공정 시간이 길어집니다. 또한 MPC는 WPC 대비 칼슘 함량이 높아 발효 시간이 더 오래 소요됩니다. 단백질과 칼슘 모두 완충력을 제공하기 때문입니다.

### 분리 유청 단백질(WPI)

WPI는 90% 이상의 단백질이 함유되어 유청 단백질 농도가 가장 높은 유제품 원료로 손꼽히며, 유당, 우유 미네랄, 유지방 함량은 소량에 불과합니다. 요거트 제품에 WPI를 추가하여 영양, 식감, 풍미 면에서 특별한 요소를 더할 수 있습니다. 이는 일부 저유당 또는 환원당/저당 요거트 및 스무디 제품에도 사용됩니다. 미국 및 전 세계 시장에는 WPC80 및 WPI를 이용한 다양한 과일 맛 액상 요거트 및 스무디가 출시되었습니다.

### 탈염 및 가수분해 유청

유청의 미네랄 함량은 유청 단백질의 변성에 영향을 미칩니다. 예를 들어 인산염은 유제품의 완충 작용을 돕습니다. 따라서 미네랄 성분이 줄면 요거트 혼합물은 더 빠르게 산화되고 발효 시간은 절감될 수 있습니다.

탈염 유청은 SMP 대비 단백질 함량이 낮아 SMP를 대체하는 재료로 사용하기에는 젤이 약하게 만들어집니다. 요거트에 유단백 가수분해물을 더하면 스타터 배양에 성장인자를 제공하여 산화 속도가 빨라지고 발효 시간이 줄어들게 됩니다. 또한 가수분해물은 프로바이오틱 배양균의 성장을 촉진합니다.

### 유지방

생크림과 전지분유(WMP)는 요거트 제품 내 유지방 함량을 높일 수 있습니다. 유청 제품은 매우 경제적인 유지방 원료가 될 수 있습니다. 요거트 제품의 최종 유지방 목표수치를 맞추려면 유청 원료의 유지방을 고려해야 합니다. 유지방 원료가 무엇이든 해당 성분은 다른 유제품 원료와 혼합되어야 하며, 전체 혼합물은 제품이 열처리, 접종 및 발효되기 전에 균질화되어야 합니다.

유지방은 최종 요거트의 특성에 큰 영향을 미칩니다. 이는 제품에 풍미, 식감, 풍부함을 더해 줍니다. 또한 유지방은 요거트의 최종 구조와 안정성에 영향을 미칩니다. 점도 증가와 이수현상의 감소는 요거트의 지방 함량과 직접적으로 연관되어 있습니다. 물론 영양 구성도 달라지므로 영양 목표를 충족시키기 위해서는 주의를 기울여야 합니다.

지방 함유 요거트 믹스의 균질화 과정은 완제품 표면에 크림 층이 형성되는 것을 방지하므로, 매우 중요합니다. 균질화 과정은 지방구를 나누고, 작은 지방구를 만들어 전체적으로 표면적이 증가합니다.

새로운 지방구에는 카제인과 유청 단백질이 풍부한 막이 형성됩니다. 새로운 지방 지방구 막의 우유 단백질은 산화 과정에서 혈청 유단백 내 우유 단백질과 반응을 일으키며 지방구는 젤 구조 형성에 필요한 구성요소로 작용합니다.

### 유지방에 대한 영양 관점 바꾸기

유지방은 고유의 지방산 프로필을 보유한 가장 복잡한 식이 지방입니다. 유지방 내 65~70%의 지방은 포화지방산으로, 저지방 또는 무지방 유제품은 전유 제품보다 건강하다고 여겨질 수 있습니다. 그러나 심혈관계 질환, 비만, 당뇨 관련 분야에서 점점 늘어나고 있는 연구를 살펴보면, 지방 함량과 관계없이 유제품을 섭취하면 건강한 식단 패턴에서 긍정적인 역할을 수행할 수 있습니다. 자세한 정보를 확인하시려면 ThinkUSAdairy.org를 방문하여 기술 보고서: 현대 시장에 공급되는 유지방 및 관련 재료(Technical Report: Milkfat and Related Ingredients Serving Today's Marketplace)를 살펴보세요.

## 일반적인 우유 고형분의 건조 유지방 재료 구성

| 재료            | 단백질(%)    | 유당(%)     | 지방(%)     | 회분(%)   | 수분(%)     |
|---------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 전지분유          | 24.5-27.0 | 36.0-38.5 | 26.6-40.0 | 5.5-6.5 | 2.0-4.5   |
| 탈지분유          | 34.0-37.0 | 49.5-52.0 | 0.6-1.25  | 8.2-8.6 | 3.0-4.0   |
| UF 탈지우유       | 10.0-12.0 | 2.5-3.5   | 0.0-0.5   | 0-2.5   | 80.0-85.0 |
| 농축 우유 단백질 42  | 40.0-43.0 | 45.0-47.0 | 0.5-1.5   | 7.0-8.0 | 3.5-5.0   |
| 농축 우유 단백질 80  | 79.0-83.0 | 4.0-6.0   | 1.0-2.0   | 7.0-8.0 | 3.5-5.0   |
| 농축 미셀라 카제인 85 | 85.0-87.0 | 1.0-3.0   | 1.0-3.0   | 4.0-6.0 | 4.0-6.0   |
| 분리 우유 단백질     | 87.0-89.0 | 1.0-2.0   | 1.0-2.0   | 3.5-6.0 | 3.5-5.0   |
| 스위트 유청 분말     | 11.0-14.5 | 63.0-75.0 | 1.0-1.5   | 8.2-8.8 | 3.5-5.0   |
| 농축 유청 단백질 34  | 34.0-36.0 | 48.0-52.0 | 3.0-4.5   | 6.5-8.0 | 3.0-4.5   |
| 농축 유청 단백질 80  | 80.0-82.0 | 4.0-8.0   | 4.0-8.0   | 3.0-4.0 | 3.5-4.5   |
| 분리 유청 단백질     | 90.0-92.0 | 0.5-1.0   | 0.5-1.0   | 2.0-3.0 | 3.5-5.0   |

### 분유

탈지분유(SMP)는 요거트의 무지유고형분(MSNF) 및 단백질 함량 강화에 주로 사용되어 젤의 식감과 안정성을 개선합니다. 또한 물과 다시 결합하여 신선한 액상 탈지우유 또는 전지우유를 대체할 수 있습니다. 유청 단백질 질소함량이 6mg/g 이상인 저열 탈지분유가 종종 선호되는데, 이는 배양균을 첨가하기 전 요거트 베이스의 열처리 도중 유청 단백질의 반응성을 높일 수 있습니다. 더 높은 열가공을 거친 전지분유(WMP)를 사용하는 경우도 흔합니다. 더 높은 온도로 열처리할 경우 리파아제가 비활성화되어 보관 중 분말에서 지방 분해가 일어나며 풍미에 문제가 발생할 가능성을 감소시킵니다.

### 농축 우유 단백질 (MPC)

MPC는 재수화 과정을 거쳐 탈지우유를 대체하거나 요거트 베이스의 단백질 함량을 강화하기 위해 사용할 수 있습니다. MPC 분말의 단백질 함량은 일반적으로 42~85% 범위에 있습니다. 분리 우유 단백(MPI)의 단백질 수준은 87.1% 이상입니다. 일정한 단백질 수준으로 제조된 요거트의 SMP를 MPC로 대체하는 경우 식감 또는 유청 분리 현상은 거의 차이가 없습니다. 그러나 입자가 느껴지거나 까끌까끌한 식감을 방지하려면 열처리 전 적절한 수화 과정을 거쳐야 합니다.

### 요거트 내 유제품 단백질의 기능적 특성

유제품 원료의 기능적 특성은 주로 단백질과 관련이 있습니다. 그러나 제품 배합 시 다른 요소도 고려해야 합니다. 유당, 지방, 수분 그리고 비타민 및 미네랄을 함유한 회분이 고려 대상입니다. 요거트 제품 제조업체에 유제품 원료가 특히 매력적인 이유는 유제품 원료와 우유의 호환성 때문입니다. 둘 다 젖소의 우유에서 생산되는 것으로 색, 풍미, 영양가 측면에서 서로를 보완합니다. 유제품 단백질 원료는 요거트로 발효되는 우유의 영양가를 높여 줍니다. 또한 유제품 원료는 식감, 풍미, 외관, 기타 물리적 특성을 개선하여 요거트 제조 시 긍정적인 영향을 미칠 수 있습니다.

### 수화

최상의 결과를 얻으려면 열처리 전에 재료가 재수화 될 수 있는 충분한 시간을 확보하는 것이 중요합니다. 요거트에 건조 유제품 원료를 사용하는 방식과 관련된 문헌 보고에서 혼합물에 열처리를 가하기 전 수화 시 필요한 시간과 온도의 범위가 있으며, 극단적인 예시로 수화 시간을 전혀 확보하지 않은 사례도 확인할 수 있습니다.<sup>1</sup>

유청 단백질 원료의 경우 일반적으로 실온의 물에 20~30 분간 수화하는 저속 교반 과정을 거치면 충분히 용해할 수 있습니다.<sup>2</sup>

우유 단백질 원료는 수화가 천천히 이루어지며, 수화가 충분히 되지 않으면 고단백 요거트에서 입자가 느껴지거나 까끌까끌한 식감이 나타날 수 있습니다. 많은 연구자가 농축 우유 단백질 및 분리 우유 단백질의 수화 특성을 평가했습니다.<sup>3</sup>

아래 표에서는 실온의 물(RT, 25°C [77°F]), 차가운 우유(CM, 5°C [41°F]), 온수(WW, 50°C [122°F])에서 MPC85 용액 5%의 용해도(수화 수준)를 비교합니다(그림 2). 온도를 제어한 상태에서 6시간 동안 용액을 연속적으로 섞었을 때 수화는 온수에서 가장 빠르게 진행되고, 차가운 우유에서 가장 느리게 진행됩니다. 6시간 동안 수화해도 차가운 우유로 제조한 MPC85 용액은 완전히 용해되지 않았습니다. 발표된 연구 사례에 따르면 70% 이상의 단백질이 함유된 고단백 MPC 원료는 재수화 기능이 떨어진다는 문제점이 확인되었습니다.<sup>4</sup> 차가운 우유에서 제조 시 느린 수화속도는 주요 쟁점이 되고 있습니다. 그 이유는 대부분 차가운 우유에 MPC를 첨가하기 때문입니다.

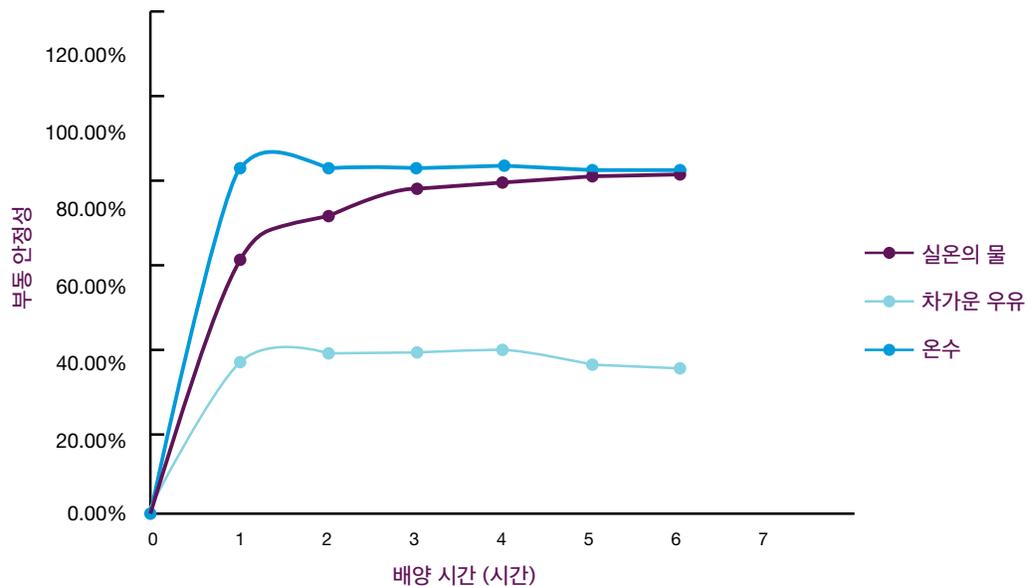
50°C(122°F)의 물에서 한 시간 후에 MPC85의 용해도가

가장 높게 나타나므로, 수화 시 우유를 따뜻하게 데우면 짧은 시간 내에 용해도를 높이는 데 도움이 됩니다. 차가운 우유에 MPC를 첨가하는 경우에는 일괄 저온 살균을 하면 수화가 더 원활하게 될 수 있습니다. 일괄 저온 살균 하는 경우, 우유 탱크를 85°C(185°F) 이상의 온도로 가열하며 30분간 살균을 하는 과정에 시간이 많이 소요되는데 비해, 고온(95°C(203°F)) 단시간 살균의 경우 소요시간이 훨씬 짧기 때문입니다.

농축 미셀라 카제인(MCC)을 활용한 수화 연구에 따르면 분말의 용해도는 20°C(68°F)에서 5분간의 재수화 후에는 17%, 15시간 재수화 후에는 70%까지 증가하는 것으로 나타났습니다.<sup>6</sup>

단백질 함량이 9.8%인 요거트를 대상으로 단백질이 58% 및 88% 함유된 MCC를 활용한 추가 연구를 수행했습니다. MCC 원료는 요거트 제조 전 충분한 수분 공급을 위해 4°C(39.2°F)에서 18시간 동안 수화시켰습니다.<sup>7</sup> 단백질 함량이 58%인 MCC로 제조한 요거트가 식감 및 풍미 면에서 그릭 요거트와 가장 유사했습니다.

**그림 2:**  
MPC85의 수화 특성



(Sikand 외 연구진들의 방법에 따라 위스콘신 유제품 연구 센터에서 수행한 테스트)<sup>5</sup>

### 질감

유제품 단백질은 물리적 및 화학적인 방법으로 물과 결합합니다. 점도를 높이거나 견고성을 개선하고 유청 분리 또는 이수현상을 감소시켜 요거트 제품의 질감을 개선할 수 있습니다. 예를 들어 변성된 유청 단백질은 전통 요거트의 견고성과 점도를 개선할 수 있습니다. 이는 아마도 이들 복합체가 교질 입자 표면에 이미 존재하는 변성된 유청 단백질을 연결하기 때문으로 추정할 수 있습니다.

그러나 그릭 요거트 제품의 경우 최종 제품의 질감/점도가 훨씬 더 중요합니다. 유청 단백질 또는 우유 단백질을 모두 그릭 요거트 제조에 사용될 수 있으나, 제조 공정의 조정이 필요할 수 있으며, 또한 사용 원료에 따라 최종 완제품의 특성이 아주 다르게 나타날 수 있습니다.

WPC80과 MPC85를 비교 사용하여 요거트의 단백질 함량을 6%, 8%, 10%로 맞춰 제조해 보았습니다(그림 3). 그리고 열처리 온도도 85°C(185°F)에서 15분, 68°C(154.4°F)에서 15분, 두 가지로 비교해 보았습니다.

요거트 제조는 아래의 공정에 따랐습니다.

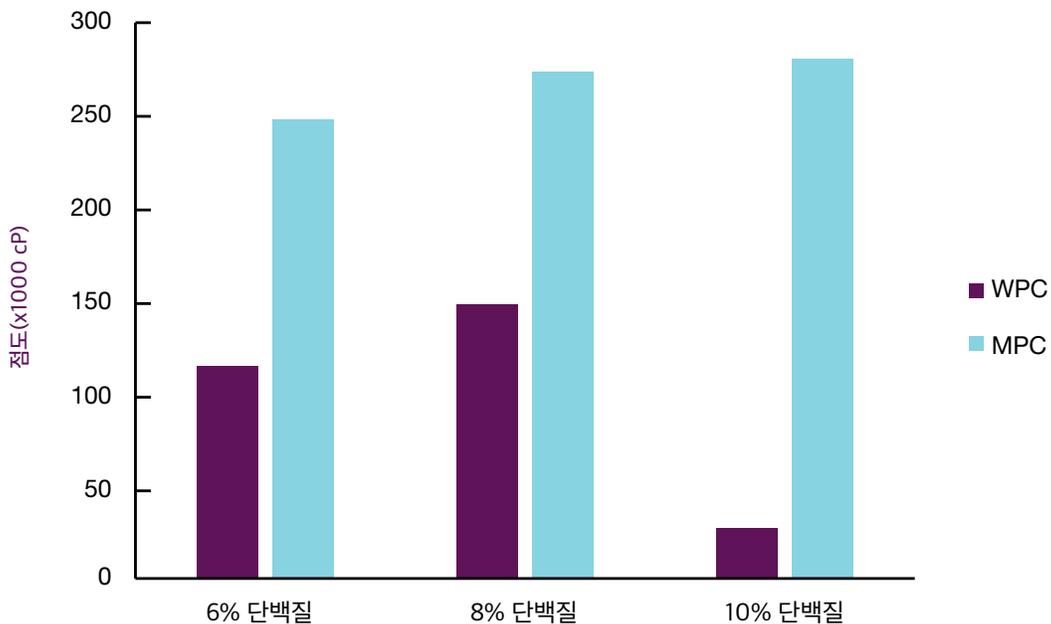
1. 건조 재료를 우유에 섞어 혼합한 다음 1시간 동안 저속 교반 과정으로 수화한다.
2. 우유 혼합물을 15분간 68°C(154.4°F)로 가열 후, 추가로 68°C(154.4°F) 또는 85°C(185°F)에서 15분간 가열한다.
3. 혼합물의 온도를 43°C(109.4°F)까지 낮춘다.
4. 혼합물에 0.01~0.02% 배양균을 주입한다.
5. 43°C(109.4°F)에서 pH 4.6으로 혼합물을 배양한다.

유청 단백질은 가열 과정에서 응고되기 쉬운 경향이 있으므로 서로 다른 두 가지 열처리 온도를 적용했습니다.

MPC85 강화 요거트는 모든 단백질 수준에서 더 높은 점도를 보였습니다. MPC85에 많이 함유된 카제인은 요거트의 젤 구조를 형성하는 주요 단백질입니다. 유청 단백질은 가열 과정에서 변성되어 카제인과 상호작용을 하지만, 산화 과정에서 젤화 되지는 않습니다.

### 그림 3:

여러 단백질 수준에서 WPC 및 MPC가 함유된 요거트의 점도 (68°C / 154.4°F에서 15분간)



참고: WPC80을 사용해 85°C(185°F)에서 15분간 열처리를 통해 8% 및 10% 단백질 함유 수준으로 단백질을 강화한 요거트 믹스 제품

세 가지의 다른 단백질 수준에 맞춰 MPC85를 강화한 모든 요거트를 비교한 결과 85°C(185°F)에서 열처리한 요거트가 68°C(154.4°F)에서 열처리한 요거트보다 훨씬 높은 점도를 나타냈습니다(그림 4). 더 높은 온도에서 열처리하는 경우 유청 단백질에서 변성이 더 많이 나타나 단단한 질감을 형성하므로 이러한 차이는 예견된 것입니다. 또한 더 높은 온도로 가열된 요거트의 경우 해당 온도에 이르는 데 더 오랜 시간이 소요되어 MPC85의 수화 시간이 더 충분했기 때문일 수도 있습니다.

원하는 질감과 단백질 함량에 따라 제조업자들은 다양한 종류의 유단백 제품을 선택할 수 있습니다. 예를 들어 액상 요거트를 제조하는 경우 제조업자는 WPC80를 단백질 강화 원료로 선택하여 점도가 낮아 마시기 더 용이한 요거트를 만들 수 있습니다.

WPC80 및 MPC85 강화 요거트 사이에는 배양 시간의 차이도 나타났습니다. 6% 및 8% 단백질 수준으로 WPC를 강화한 요거트는 pH 4.6에 도달하는데 5시간이 소요되었고, MPC85 강화 요거트의 경우 6~8시간이 소요되었습니다. 10% 단백질 수준의 경우, WPC 강화 요거트는 pH 4.6에 도달하는 데 8시간이 소요되었고, MPC 강화 요거트는 9시간이 소요되었습니다. 전반적으로

높은 수준의 단백질로 강화한 요거트는 배양 시간이 더 오래 소요됩니다.

단백질은 요거트의 완충 용량을 증가시키므로, 목표 pH인 4.6에 도달하기 위해서는 더 많은 산의 생성과 더 오랜 발효 시간이 필요합니다. 칼슘 함량이 높은 경우에도 완충 용량이 증가하므로 같은 수준의 단백질에서 WPC보다 MPC의 배양 시간이 더 오래 걸리는 이유를 설명할 수 있습니다.

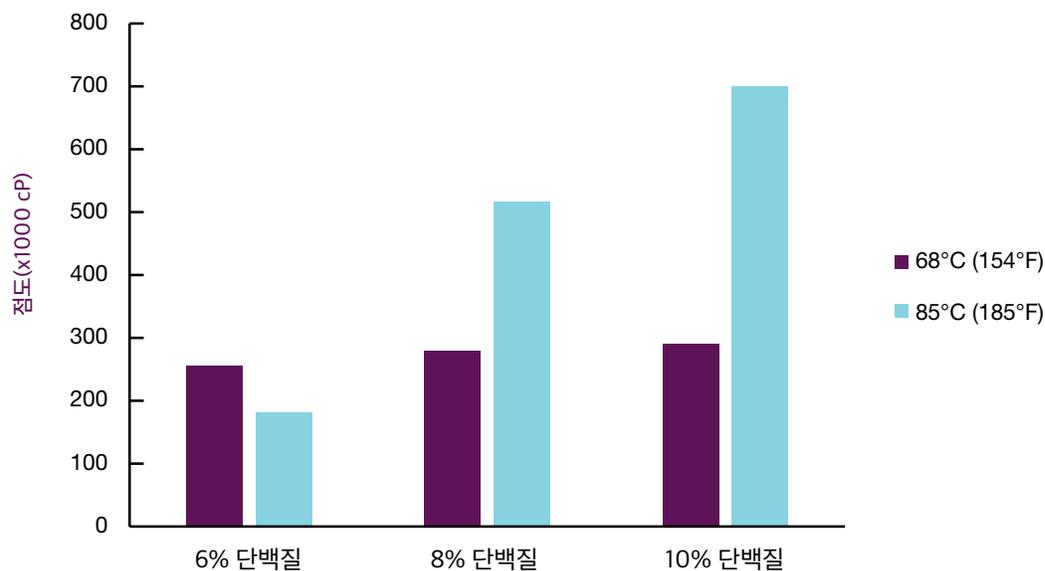
### 맛

비유제품 원료와는 달리 유제품 원료는 요거트 제품을 보완하는 아주 순하고 달콤한 우유맛을 제공합니다. 그러나 그릭 요거트를 제조하는 경우, 단백질 수준이 높으면 요거트 완제품의 짙은 맛에 영향을 미칠 수 있습니다.

### 젤화

유청 단백질은 열 비가역성 젤을 형성합니다. 젤의 특성은 단백질 농도, 용액의 pH, 칼슘 및 나트륨 이온 농도에 따라 달라집니다. 유청 단백질을 70°C(158°F) 이상으로 가열할 경우 변성 및 중합 반응을 유발하여 젤이 형성될 수 있습니다. 유청 단백질은 지방과 물을 가두는 확장된 3차원 배열로 재구성되어 비가역적인 젤을 형성합니다. 강력한 젤 배열로 수분을 유지하고 수분 손실을 방지하여 이수현상 제어에 도움이 될 수 있습니다.

**그림 4:**  
다양한 단백질 수준 및 열처리에서 MPC85 강화 요거트의 점도



## 시각적인 매력

요거트 제품에 따라 유제품 원료가 완제품에 불투명도와 백색도를 더할 수 있습니다. 더 높은 수준의 WPC80(최대 8~10% 단백질)을 사용하면 요거트가 황백색에서 황갈색을 띠는 반면 같은 수준의 MPC85로 만든 요거트는 백색 빛입니다.

## 유화

유제품 단백질은 수중 유화액의 안정화를 위해 식품산업에서 널리 사용됩니다. 유청 단백질은 친수성 및 소수성 그룹을 모두 보유하므로 유수 계면에서 단백질을 빠르게 흡수하고 방출하여 기름 방울을 안정화하는 층을 형성하고 응집 및 유착을 방지합니다. 유청 단백질 분자의 친수성 영역에서는 물과 결합하는 반면 소수성 영역에서는 지방을 캡슐화하여 배열을 안정화합니다. 이는 스페셜티 요거트 제품에서 화학적 유화제 전체 또는 일부를 대체할 수 있습니다. 또한 유청 원료의 결합 지방에는 인지질 (예: 레시틴)이 상대적으로 많아 유화 능력이 향상됩니다.

## 휘핑 & 거품 형성

휘핑 기능과 거품 형성 기능은 무스와 유사한 스페셜티 요거트 제품이나 걸쭉한 셰이크 스타일의 액상 요거트를 제조하는 데 도움이 됩니다. 유제품 단백질은 기포를 안정화하고 강화하는 데 도움이 됩니다.

## 용해도

유제품 단백질은 가용성입니다. 변성되지 않은 유청 단백질은 전체 pH 범위(pH 2~10)에서 높은 가용성을 보입니다. 그러나 가열 시 유청 단백질의 용해도가 줄어들게 되고, 특히 pH 3.5~6 사이에서 침전 현상이 일어납니다. 오랜 시간 동안 용해도를 유지하기 위해서는 유단백 분말 처리 시 미네랄 함량을 최소화하는 것도 중요합니다.

## 분산성

유제품 원료는 분산됩니다. 인스턴트 형태의 WPC 및 WPI 는 재료를 많이 저어주지 않고도 신속하게 용해되는 제품에 사용할 수 있습니다. 인스턴트화 과정에는 독특한 분사 건조 방법이 사용되며, 이 과정에서 습윤도, 침전도, 분산성이 개선된 응결 입자 형태의 제품을 제조할 수 있습니다.

## 요거트 제품 제조 과정에서 유제품 원료를 첨가할 때 고려해야 할 요소

### 맛

SMP를 SWP 또는 WPC로 대체했을 시 요거트 맛에 미치는 영향은 제품 유형에 따라 다릅니다. 일부 연구에 따르면 카제인은 맛을 감춰주는 특성이 뛰어난 것으로 나타난 반면, 요거트 가공업체에 따르면 카제인 대신 유청 단백질을 부분적으로 사용하는 경우 레시피 상의 과일 및 기타 가미된 맛이 강화된다고 자주 언급합니다. 요거트 강화를 위해 사용되는 유제품 원료는 강한 맛이 없어야 하고 요거트에 전달될 수 있는 이취를 포함하지 않아야 합니다. 강한 맛이 가미되었거나 가당이 된 요거트의 경우라면 플레인 요구르트에 비해 이취가 문제적 요소로 여겨질 확률은 낮습니다.

### 유당 농도

높은 유당 수치는 사후 산성화의 위험을 증가시킬 수 있습니다. 따라서 WPI, WPC80, MPC80, MPI와 같은 고단백 분말은 이러한 위험을 낮출 수 있습니다. 낮은 유당은 또한 요거트의 당 함량을 줄여 일부 소비자에게 어필할 수 있습니다. WPC80 또는 WPI와 같은 저유당, 고단백 분말은 농축된 유청 단백질 공급원이므로 필요한 유청 분말의 양을 줄여주는 역할도 합니다.

### 구성 비율

최적의 재료 추가/대체 수준을 결정하는 데 중요한 고려 사항은 다음과 같습니다.

- 구성 비율이 과도하게 높은 경우 기대하지 않는 식감이 나타날 수 있습니다(예: SMP 대신 사용한 WPC 비율이 과도하게 높은 경우 덩어리 감이 나타남).
- 유청 단백질의 함량이 아주 높은 경우 요거트 믹스의 열처리 과정에서 응고가 발생할 수 있습니다. 따라서 사용하는 WPC 유형에 따라 요거트 믹스에 유청 단백질을 4% 이상 첨가하는 것은 권장하지 않습니다.
- 산성 유청으로 만든 WPC는 스위트 유청으로 만든 WPC보다 미네랄 함량이 높아 열 응고에 좀 더 민감하게 반응합니다. 요거트 믹스에 대한 미네랄 강화 또한 단백질의 열 민감성에 영향을 미칩니다.
- 단백질 1g당 질감 형성력은 유단백의 유형 및 응집상태에 따라 차이가 있습니다.

### 가변성

제조업체는 원하는 완제품의 특성을 고려하여 미국 공급업체와 함께 사용할 유제품 단백질 원료의 종류나 사용 비율 등을 논의하여 결정할 것을 권유합니다. 단백질 함량 수준 및 기능적인 성능을 다양하게 갖춘 여러 유형의 WPC 및 MPC 제품, 그리고 젤화 특성을 개선한 제품과 같은 변형 제품들 또한 선택 가능합니다.

## 식품 성분 기준

### 요거트

요거트 제품은 전지우유로 제조되는 전지 제품부터 무지방 제품까지 다양한 지방 함량으로 출시됩니다. 요거트의 정의 및 성분과 관련된 규제는 나라마다 다릅니다.

미국에서는 세 가지의 서로 다른 지방 함량을 보유한 요거트 제품이 법적으로 정의되어 있습니다. 전지 요거트는 3.25% 이상의 유지방이 포함되어야 하며, 맛을 첨가하기 전 MSNF 비율이 8.25% 이상이어야 합니다. 저지방 요거트는 0.5% 이상 2% 미만의 유지방이 함유되어야 하며, 맛을 첨가하기 전 MSNF 비율은 8.25% 이상이어야 합니다. 무지방 요거트에 함유된 유지방 농도는 0.5% 미만이어야 하고 별도로 지방을 첨가해서는 안 되며, 맛을 첨가하기 전 MSNF 비율은 8.25% 이상이어야 합니다.

세계 각국에서 판매되는 요거트 제품에는 주목할 만한 차이점이 있습니다. 미국에서 생산되는 대부분의 요거트 제품에는 감미료와 안정제가 포함되어 있습니다. 안정제는 식감을 조정하고 유청 분리를 최소화하는 데 도움이 됩니다. 변성 전분, 젤라틴, 펙틴이 일반적으로 사용되며, 종종 구아검과 한천이 사용되기도 합니다.

컵 요거트 제품은 맛이 가미되지 않은 플레인 제품, 소량의 감미료만 첨가된 제품, 다양한 맛과 감미료가 첨가된 제품 등 다양한 형태로 제공됩니다. 주로 튜브 형태의 제품이나 음료 제품에는 다양한 맛과 감미료가 첨가되는 경우가 많으며, 사용되는 감미료는 일반적인 천연 설탕부터 영양분이 없는 고강도 감미료까지 다양합니다.

미국에서는 당 및 칼로리 함량을 줄인 요거트가 점점 인기를 얻고 있습니다. 법적으로 명시된 바는 없지만, 이러한 제품에는 일반적으로 고형분 대비 단백질 비율이 높으며 고강도 감미료가 더해진 유제품 원료가 포함됩니다.

미국 외 국가의 경우 요거트 제품은 달지 않은 경우가 많고, 다수 제품에는 안정제가 포함되지 않거나 안정제가 허용되지 않는 경우도 있습니다. 그 대신 배양균의 유형, 농축 우유 단백질 증가 및 공정변수 변경 등을 통해 제품의 식감을 조정하고 유청분리를 최소화 합니다.

고소한 버전의 요거트 및 액상 요거트 또한 전 세계적으로 소비자의 관심을 끌고 있습니다.

### 발효유

요거트는 세계 곳곳에서 법적규제 또는 법적정의를 가지지



않아 다양한 명칭으로 불립니다. 간단히 발효유라고 분류할 수 있는 이런 다양한 제품들은 많은 나라의 문화의 일부로 수백 년간 존재해 온 식품입니다.

요거트를 포함한 발효유의 국제 표준은 2003년에 개정 및 채택된 국제 식품 규격 위원회(Codex Alimentarius)의 표준 243을 통해 확인할 수 있습니다. 이 표준은 요거트 용 우유가 다음 조항에서 제한하는 구성변경을 하거나 하지 않은 우유로 제조될 수 있다고 명시합니다: 우유단백질은 최소 2.7% 이상일 것, 유지방은 15% 미만일 것, 적정산도는 최소 0.6%일 것, 그리고 스트렙토코커스 써모필러스 및 락토바실러스 불가리쿠스 공생 배양균을 함유할 것.

## 유제품 원료 선택

미국 유제품 원료는 스페셜티 제품이나 맞춤형 제품, 그리고 다양한 혼합제품 공급이 가능해지면서 더욱 다양해지고 있습니다. 신제품 개발 시, 목표하는 제품 특성을 얻으려면 제품 개발 단계에서부터 미국 유제품 원료 공급업체와 상의하여 최상의 유제품 원료를 추천 받고 도움도 받으시기 바랍니다. 유제품 원료를 선택할 때는 다음과 같은 요소를 고려할 수 있습니다.

### 경제성

유제품 원료는 요거트 제품에 단백질을 추가하고 수분을 결합시킵니다. 이는 재료의 비용을 절감하고 완제품의 수율을 향상시키는데 중요한 역할을 수행할 수 있습니다.

### 영양적 효능 표기

특정 건강, 구조/기능, 영양 함량 관련 승인된 문구를 표기하려면 요거트 제품의 배합은 그 문구가 승인된 내용을 반드시 준수하여 제조되어야 합니다. 유제품은 양질의 단백질과 칼슘 및 인과 같은 유제품 미네랄의 중요한 공급원입니다. 또한, WPC, WPI, MPC, MPI는 지방 및 당을 줄인 배합으로 간접적인 기능적 이점을 제공할 수 있습니다.

### 가공 조건

완전한 수화 및 기능성을 확보하기 위해서는 유제품 원료를 취급하거나 첨가할 때 주의해야 합니다. 또한 원하는 점도 및 단백질 수준에 따라 우유를 사용할 지 또는 유청 단백질을 사용할 지를 결정할 수 있으며, 발효 및 가공 시간도 결정할 수 있습니다.

이러한 스타터 배양균은 그램당 최소 총 107개 수준으로 존재해야 하며 표기된 미생물은 그램당 최소 106개를 충족해야 합니다. 스타터 미생물은 적정 보관 시 예상 유통기한 시점까지 제품 내에서 독자 생존할 수 있는 상태로 활성화되어 풍부하게 함유되어 있어야 합니다.

요거트 제품을 저온 살균하는 경우 배양균이 파괴되었음을 제품에 표기해야 합니다. 미국에서는 현행 규정에 따라 열처리된 요거트를 요거트라고 부를 수 있지만 세계 여러 다른 지역에서는 이 제품을 열처리된 발효유 또는 요거트 이외의 다른 관련용어로 불러야 합니다.

국제 식품 규격 위원회의 전체 표준을 확인하려면 [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net)을 방문하시기 바랍니다.

## 요거트 제품의 품질 보장

잘 설계된 위생 및 품질 보증 프로그램을 갖춘 제조업체는 보관 및 유통 중에 제품을 적절하게 냉장 (0~4°C(32~39.2°F))한 경우 45~60일의 유통기한을 가진 요거트 제품을 생산합니다. 다른 많은 식품과 비교할 때 요거트 제품은 우유에 가해지는 고온의 열처리, 제품의 낮은 pH 및 그에 따른 높은 젖산 농도로 인해 미생물학적인 문제가 적은 편입니다.

맛을 가미하는 시스템이 적절한 처리과정과 보관을 거치지 않으면 과일이나 퓨레 등의 부재료로 인해 제품이 오염될 수 있습니다. 이는 요거트 제품에 첨가되는 모든 재료에 해당되는 이야기입니다. 우수한 제조 관행을 지키는 것은 매우 중요합니다.

많은 소비자는 제품을 간편하게 휴대하고 다니다가 원하는 때에 섭취하는 것을 좋아합니다. 좋은 점은 섭취 전 냉장이 불가능한 경우에도 산성 환경과 활발한 배양 과정으로 인해 요거트 제품의 품질과 안전성이 보호될 수 있다는 점입니다.

## 요거트에서 흔하게 나타나는 결점과 이에 대한 잠재적인 해결책

| 결점                             | 가능한 원인  | 해결책   |
|--------------------------------|---|---|
| 이수현상<br>(유청 분리)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 단백질 또는 지방 함량</li> <li>• 충분하지 않은 우유 열처리 및 균질화</li> <li>• 지나치게 높은 배양 온도</li> <li>• 낮은 산도</li> <li>• 냉각 전 응고 방해 (예: 흔들기 또는 진동)</li> <li>• 유통망 내 세트 요거트에 대한 부적절한 취급</li> <li>• 불특정 원인</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 및 지방 함량 높이기</li> <li>• 열처리 및 균질화 압력 높이기</li> <li>• 배양 온도 40~42°C(104~107.6°F)로 낮추기</li> <li>• 약 4.4의 pH 확보</li> <li>• 제품에 가해지는 진동을 줄이고 적절한 냉각 확보</li> <li>• 보관 시 오염 줄이기</li> <li>• 안정제 추가, 배양균 유형 변경, 스타터 배양균과 함께 엑소다당류 생산 배양균 추가</li> </ul> |
| 입자가 느껴지는/<br>까끌까끌한 질감<br>(결절성) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 분말 혼합/수화 미비</li> <li>• 냉각 이전 교반 발생</li> <li>• 칼슘 염분 및 유청 단백질 침전</li> <li>• 지나치게 높은 배양 온도</li> <li>• 지나치게 낮은 배양균 투여량</li> <li>• 안정제를 지나치게 많이 첨가한 경우</li> <li>• 카제인 대비 유청 단백질 비율이 너무 높은 경우</li> <li>• 스타터 요거트 혼합 과정에서 큰 단백질 덩어리가 적절히 분해되지 않는 경우</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 처리 조건 조정</li> <li>• 적절한 냉각</li> <li>• 처리 조건 조정</li> <li>• 배양 온도 42°C(107.6°F)로 낮추기</li> <li>• 배양균 투여량 또는 배양균 유형 변경</li> <li>• 사용 비율 낮추기</li> <li>• 카제인 대비 유청 단백질 비율 낮추기</li> <li>• 스크린 또는 메쉬를 활용하여 덩어리 분해</li> </ul>                             |
| 낮은 점도                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 단백질 또는 지방 함량</li> <li>• 충분하지 않은 우유 열처리 및 균질화</li> <li>• 지나치게 높은 배양 온도</li> <li>• 지나치게 낮은 배양균 투여량</li> <li>• 냉각 중 요거트의 과도한 전단</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질 및 지방 함량 높이기</li> <li>• 열처리 및 균질화 압력 높이기</li> <li>• 배양 온도 40~42°C(104~107.6°F)로 낮추기</li> <li>• 배양균 투여량 또는 배양균 유형 변경</li> <li>• 처리 조건 조정</li> </ul>  |

[타마임 및 로빈슨(Tamime and Robinson)의 2007년 서적에서 발췌]<sup>8</sup>



## 샘플 요거트 배합

이 섹션에서 제공하는 배합은 제품개발을 위한 기초자료로 활용하시기 바랍니다.

사용된 재료의 정확한 특성, 가공 및 보관 시의 변수, 현지 규정 및 각 시장의 타겟 소비자들의 선호도 등에 따라 조정이 필요할 수 있습니다. 추가 정보는 미국 유제품 공급업체에 문의하십시오.

또한 첨가제 사용 및 표기요구사항에 대한 현지 규정을 확인하십시오.

## 고소한 그릭 요거트



### 재료

|                    | 구성 비율(%)      |
|--------------------|---------------|
| 무지방 그릭 요거트         | 97.96         |
| 잘게 썰어 냉동건조한 초록색 피망 | 0.49          |
| 잘게 썰어 냉동건조한 빨간색 피망 | 0.49          |
| 잘게 썰어 냉동건조한 오이     | 0.30          |
| 잘게 썰어 냉동건조한 샐롯     | 0.30          |
| 잘게 썰어 냉동건조한 마늘     | 0.29          |
| 소금                 | 0.07          |
| 말린 바질              | 0.06          |
| 말린 딜               | 0.02          |
| 간 후추               | 0.01          |
| 파프리카               | 0.01          |
| <b>총</b>           | <b>100.00</b> |

### 영양성분

#### 100g당 함량

|       |        |
|-------|--------|
| 지방    | 0 g    |
| 포화지방  | 0 g    |
| 트랜스지방 | 0 g    |
| 콜레스테롤 | 7 mg   |
| 탄수화물  | 5 g    |
| 식이섬유  | 0 g    |
| 당류    | 4 g    |
| 단백질   | 10 g   |
| 칼슘    | 111 mg |
| 인     | 133 mg |
| 칼륨    | 147 mg |
| 나트륨   | 67 mg  |
| 철분    | 0 mg   |
| 비타민 A | 222 IU |
| 비타민 C | 12 mg  |

### 만드는 방법

1. 요거트, 냉동건조 야채, 허브, 소금, 향신료를 넣고 한데 섞습니다.
2. 냉장 온도로 24시간 제품을 수화합니다.
3. 먹기 전에 잘 저어 줍니다.
4. 선택 사항—타르트 컵에 제공하거나 크래커와 곁들여 먹을 수 있습니다.

캘리포니아 폴리테크닉 주립대학의 유제품 기술 센터(Dairy Products Technology Center, California Polytechnic State University)에서 개발.

## 저지방 스타드 요거트



### 재료

|           | 구성 비율(%)      |
|-----------|---------------|
| 탈지우유      | 75.46         |
| 1% 지방 우유  | 18.87         |
| 40% 지방 크림 | 2.98          |
| 탈지분유      | 1.99          |
| 안정제       | 0.70          |
| 배양균       | 공급업체의 권장량에 따름 |
| <b>총</b>  | <b>100.00</b> |

### 만드는 방법

1. 배양균을 제외한 모든 재료를 섞습니다.
2. 15초간 85~90°C(185~194°F) 또는 30분간 80~82°C(176~180°F)로 저온 살균합니다. 10~14MPa(1,450~2,030psi)에서 균질화합니다.
3. 34~41°C(93~106°F)까지 냉각합니다. pH가 4.20~4.65가 될 때까지 요거트 배양균을 투여합니다.
4. 15°C(59°F) 미만의 온도로 냉각합니다.
5. 잘 저어 줍니다
6. 포장합니다.
7. 냉장 보관합니다.

### 영양성분

#### 100g당 함량

|       |         |
|-------|---------|
| 칼로리   | 50 kcal |
| 지방    | 1.5 g   |
| 포화지방  | 1 g     |
| 트랜스지방 | 0 g     |
| 콜레스테롤 | 6 mg    |
| 탄수화물  | 5 g     |
| 식이섬유  | 0 g     |
| 당류    | 5 g     |
| 단백질   | 3 g     |
| 칼슘    | 120 mg  |
| 마그네슘  | 11 mg   |
| 인     | 98 mg   |
| 칼륨    | 151 mg  |
| 나트륨   | 50 mg   |
| 철분    | 0 mg    |
| 비타민 A | 237 IU  |
| 비타민 C | 0 mg    |

## 오이 레몬 액상 요거트



### 재료

|                              | 구성 비율(%)     |
|------------------------------|--------------|
| 저지방 우유                       | 90.21        |
| 우유막투과액(고형 유제품)               | 6.49         |
| 무지방 분유                       | 0.92         |
| 오이 퓨레                        | 2.20         |
| 천연 레몬향                       | 0.15         |
| 요거트 배양균(CHR Hansen YCX11)    | 0.02         |
| 프로바이오틱스(CHR Hansen F-DVSABC) | 0.01         |
| <b>총</b>                     | <b>100.0</b> |

### 만드는 방법

1. 막투과액과 무지방 분유를 우유에 넣고 고속 믹서기로 혼합합니다. 30분간 수화시킵니다.
2. 60°C(140°F)의 따뜻한 온도로 섞고 2,500/700psi로 균질화합니다.
3. 30분간 85°C(185°F)로 저온 살균합니다.
4. 42°C(107.6°F)까지 냉각합니다.
5. 배양균을 투여한 다음 프로바이오틱스를 추가합니다.
6. pH가 4.2가 될 때까지 42°C(107.6°F)에서 4~5시간 동안 배양합니다.
7. 오이 퓨레와 레몬향을 넣고 섞습니다.
8. 4°C(39.2°F)로 냉각한 다음 냉장 온도로 보관합니다.

### 영양성분

#### 100g당 함량

|       |         |
|-------|---------|
| 칼로리   | 70 kcal |
| 지방    | 2 g     |
| 포화지방  | 1 g     |
| 트랜스지방 | 0 g     |
| 콜레스테롤 | 7 mg    |
| 탄수화물  | 11 g    |
| 식이섬유  | 0 g     |
| 당류    | 11 g    |
| 단백질   | 4 g     |
| 칼슘    | 220 mg  |
| 나트륨   | 57 mg   |
| 철분    | 0 mg    |
| 비타민 A | 176 IU  |
| 비타민 C | 1 mg    |

# Q&A

**질문** 단단한 요거트 젤을 만들려면 어떤 유청 원료를 사용해야 하나요?

**답변** 요거트의 식감을 변형하는 데 관여하는 것은 주로 유청 원료의 r3-락토글로불린 구성 요소이므로 동일한 수준으로 사용했을 때 WPC80과 같이 단백질 함량이 높은 WPC 또는 WPI가 SWP 및 WPC34처럼 단백질 함량이 낮은 제품보다 식감 측면에서 더 나은 결과가 나올 수 있습니다. r3-락토글로불린 함량이 높은 변형 WPC 제품은 동일한 단백질 수준에서 변형되지 않은 WPC/WPI 제품 대비 견고성/점도가 더 높은 요거트 젤을 생성할 수 있습니다.

**질문** 요거트 제조 과정에서 유청 단백질 대비 카제인 비율이 낮아지면 어떻게 되나요?

**답변** 유청 단백질 대비 카제인의 비율이 낮아지면 견고성과 점도가 높아집니다. 이는 시장 내 요구르트 제품의 포지셔닝에 따라 바람직할 수도, 그렇지 않을 수도 있습니다. 그러나 이 비율이 낮아지게 되면 유청 분리가 덜 일어나 모든 요거트 제품 타입에 바람직하다고 볼 수 있습니다.

**질문** 요거트 믹스에 유제품 단백질이 과도하게 첨가되면 어떻게 되나요?

**답변** 단백질을 과도하게 첨가하거나 수화가 충분히 되지 않을 경우, 입자가 느껴지는 질감이 되거나, 덩어리가 생기거나, 황색이 되거나, 뻣뻣한 식감이 나타날 수 있습니다.

**질문** 점도에 영향을 주지 않고도 액상 요거트의 단백질 함량을 높이면 어떻게 해야 하나요?

**답변** 액상 요거트 내 단백질 함량은 WPC80 또는 WPI의 저온 살균 용액을 요거트 성분과 혼합하여 증가시킬 수 있습니다. 변성되지 않은 가용성 WPI는 WPI가 변성되지 않은 상태로 유지되는 한, 즉 열처리 이후 이를 추가했거나 발효 제품에 직접 추가한 경우 점도를 높이지 않고도 단백질 함량을 증가시킬 수 있습니다.

**질문** 생산할 때마다, 유제품 원료는 일관성 있는 점도를 유지할 수 있나요?

**답변** 유제품 원료의 구성요소 및 가공 방식에 변화를 주거나

요거트 생산과정에 일관성이 없다면, 완성된 요거트의 젤 광도 및 점도도 일정할 수 없습니다. 모든 유고형분의 유형과 공급원, 우유의 열처리, 열처리 시 우유의 pH, 스타터 배양균, 배양 온도, 발효 이후 제품의 전단변형은 젤의 강도와 점도에 영향을 줄 수 있습니다. 점도가 일정하지 않은 원인에 대해 파악할 때는 모든 요소를 고려해야 합니다. 고품질의 유제품 단백질을 사용하면 품질이 일정한 제품을 생산하는 데 도움이 됩니다.

**질문** WPC는 어떤 방식으로 컵 요거트의 이수현상을 줄이나요?

**답변** 대부분의 연구 및 업계에서는 요거트 제조법에 유청 단백질을 포함시키는 것과 이수현상을 최소화시키는 것 사이에 직접적인 관계가 있다고 합니다.

그러나 배양 온도가 높거나 흔들림과 같은 물리적인 충격으로 인해 젤에 스트레스가 가해지면서 이수현상이 발생할 수 있습니다. 변성 식품 전분과 같은 안정제 시스템은 추가적인 보호를 제공할 수 있으며, 이들은 보통 스타터 요거트 및 까다로운 국내외 유통망을 거치는 요거트 제품에 꼭 필요한 요소로 여겨집니다. 전분의 단점은 맛에 영향을 미친다는 것입니다. 전분은 최소한의 농도로만 추가하는 것이 바람직하며, 이를 위해서는 제조법에 WPC나 젤라틴 또는 저메톡실 펙틴 같은 기타 안정제를 포함할 수 있습니다. 우유를 고온에서 열처리하여 전분 과립이 부분 후 이에 대한 전단 손상을 최소화하는 방식으로 전분 수준을 낮출 수 있습니다.

**질문** 액상 요거트를 안전하게 열처리하려면 어떻게 해야 하나요?

**답변** 요거트의 pH 범위는 카제인과 유청 단백질의 경우 가장 불안정합니다. 거친 질감과 분리를 초래하는 단백질 응집에 주의해야 합니다. 발효 후 액상 요거트를 저온 살균해야 하는 경우 메톡실 펙틴 함량이 높은 용액을 요거트와 혼합하고 발효 후 WPC 또는 WPI를 추가합니다. 액상 요거트의 일반적인 pH 범위인 3.8~4.4에서 고메톡실 펙틴은 음전하를 띕니다. 유청 단백질과 카제인에 고메톡실 펙틴이 흡수되면 단백질 분자 사이의 정전기 반발을 개선하여 열 응고를 방지하는 데 도움이 됩니다. 가열 시 온도와 유지 시간을 최저로 유지하면서 난류를 추가하는 방식으로 열 응고를 최소화할 수 있습니다. 공급업체와 협업하여 이러한 조건에서 열에 가장 안정적인 WPC/WPI를 확보하는 것이 매우 중요합니다.

## References:

1. Karam, M., Gaiani, C., Hosri, C., Burgain, J., and Scher, J. Effect of dairy powders fortification on yogurt textural and sensorial properties: a review. 2013. *J Dairy Res.* 80:400-409.
2. Rittmanic, S. U.S. Whey Proteins in Ready to Drink Beverages. 2006. U.S. Dairy Export Council.
3. Anema, S. Pinder, D., Hunter, R., and Hemar, Y. 2006. Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). 2006. *Food Hydrocolloids* 20 386-393.
4. Crowley, S., Desautel, B., Gazi, I., Kelly, A., Huppertz, J. and O'Mahoney, J. Rehydration characteristics of milk protein concentrate powder. 2015. *J Food Eng.* 149:105-113.
5. Sikand, V., Tong, P., Roy, S., Rodriguez-Saona, L. and Murray, B. 2011. Solubility of commercial milk protein concentrates and milk protein isolates. *J Dairy Sci.* 94(12) 6194-6202.
6. Karam, M., Gaiani, C., Barbar, R., Hosri, C., and Scher, J. 2012. Effect of dairy powder rehydration state on gel formation during yogurt process. *J. Dairy Res.* 79:280-286.
7. Bong, D., Moraru, C. Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: Effects on processing and product properties. 2014. *J. Dairy Sci.* 97:1259-1269
8. Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. *Tamime and Robinson's Yoghurt Science and Technology, Third Edition.* Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2007.

USDEC wishes to acknowledge the late Dr. Alan Hugunin, Sharon K. Gerdes, Dr. John A. Lucey, Kimberlee (K.J.) Burrington, Mary Wilcox and Shannon Koski, for contributing their expertise.

## 미국 유제품 산업

단일 국가로서 세계 최대의 우유 생산국인 미국의 유제품 산업은 계속해서 증가하고 있는 풍부한 우유 공급량과 나날이 발전하는 경쟁력 있는 제품 포트폴리오를 바탕으로 유제품에 대한 전세계인들의 까다로운 입맛과 늘어나는 수요를 충족시킬 수 있는 안정적인 입지를 차지하고 있습니다. 유산으로 물려 받은 숙련된 장인 정신과 R&D 분야에 대한 지속적인 투자는 미국이 고품질의 유제품 및 유제품 원료를 공급하는 세계 선두 유제품 공급국으로 부상할 수 있게 해 주었습니다. 축산 농가부터 우유 가공업체, 제품 및 원료 제조업체, 그리고 유제품 협회에 이르기까지, 미국의 유제품 공급망을 구성하는 모든 구성원들은 긴밀한 상호협력을 통해 고품질의 영양가 있는 제품을 제공함으로써 고객의 필요를 충족시키고 그들의 비즈니스를 더욱 발전시키는데 기여하고 있습니다.



정보

### USDEC 본사

주소 : 2107 Wilson Boulevard, Suite 600 Arlington, VA 22201, USA  
전화 : +1 (703) 528-3049  
팩스 : +1 (703) 528-3705  
이메일 : info@thinkusadairy.org  
홈페이지 : ThinkUSAdairy.org

### USDEC 한국 사무소

주소 : (06011) 서울시 강남구 도산대로 85길 15-1, 우지빌딩  
전화 : 02-543-9380  
팩스 : 02-543-0944  
이메일 : dairies@sohnm.com  
홈페이지 : ThinkUSAdairy.org