

Gıda Sınıfı Proteaz ile Sıvı Yumurta Hidrolizi: Köpük, Çözünürlük ve Tekstür Uygulamaları

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

Gıda sınıfı proteaz, sıvı yumurta, yumurta akı, yumurta sarısı veya sıvı tam yumurtadaki proteinleri kontrollü şekilde daha kısa peptit fraksiyonlarına ayırarak çözünürlük, köpüklenme, emülsiyon davranışı, jelasyon ve ısıl işlem sonrası akışkanlık gibi fonksiyonel özellikleri yönetmeye yardımcı olur. Bu uygulama bir mikrobiyal güvenlik işlemi değildir; pastörizasyon, hijyen ve mevzuata uygun proses kontrollerinin yerine geçmez. Enzymes.bio, bu proteazı 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilen bir tedarik ürünü olarak sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

Sıvı yumurta hidrolizinde proteazın teknik rolü

Sıvı yumurta endüstride pratik bir ara bileşendir: dozlanabilir, pompalanabilir, reçetelere homojen şekilde karıştırılabilir ve kabuk yumurtaya göre daha standart işlenebilir. Ancak bu kolaylık, proteinlerin ısı, pH, tuz, mekanik kesme ve depolama koşullarına duyarlı olması nedeniyle teknik bir zorlukla birlikte gelir. Yumurta akı ağırlıklı olarak protein bazlı bir sistemken, yumurta sarısı protein-lipit kompleksleri, fosfolipitler ve emülsifiye edici bileşenler içerir; sıvı tam yumurta ise bu iki davranışı aynı matrikste birleştirir. Bu nedenle “sıvı yumurta hidrolizi” tek bir reaksiyon değil, yumurta fraksiyonuna ve nihai ürün hedefine göre değişen bir protein modifikasyonu yaklaşımıdır ^[1].

Proteazların temel işlevi, protein zincirlerindeki peptit bağlarını keserek daha küçük peptitler oluşturmaktır. Sıvı yumurta özelinde bu kesilme, ovalbumin, ovotransferrin, ovomukoid, lizozim ve sarı fraksiyonundaki lipoprotein benzeri yapıların yüzey yükünü, esnekliğini, suyla etkileşimini ve birbirleriyle agregasyon eğilimini değiştirebilir. Mekanizma pratik olarak şöyle özetlenebilir: uzun ve katlanmış protein molekülleri kısmen açılır veya daha kısa parçalara ayrılır; bu parçaların suya temas eden yüzeyleri ve hidrofobik bölgeleri yeniden dengelenir; sonuçta viskozite, çözünürlük, köpük filmi oluşumu, jel ağı ve emülsiyon arayüz davranışı değişebilir ^[2].

Bu etkinin yönü her zaman “daha fazla hidroliz daha iyi sonuç” şeklinde değildir. Hafif veya kontrollü hidroliz proteinlerin yüzeye yerleşmesini, çözünmesini veya ısıl işlemde daha az topaklanmasını destekleyebilirken, aşırı hidroliz zayıf jel yapısı, düşük köpük stabilitesi, fazla akışkan tekstür veya acı

peptit oluşumu ile sonuçlanabilir. Protein hidrolizatlarında acılık özellikle hidrofobik peptitlerin açığa çıkmasıyla ilişkilendirilir; bu nedenle proteaz uygulaması duyuşal profil ve fonksiyonel performansla birlikte değerlendirilmelidir [3].

Sıvı yumurta proseslerinde neden kontrollü hidroliz gerekir?

Sıvı yumurta ürünleri genellikle gıda güvenliği açısından ısış işlem veya eşdeğer doğrulanmış koruma adımlarına ihtiyaç duyar. Isı, mikroorganizma yükünün azaltılmasına katkı sağlarken yumurta proteinlerinde denatürasyon, agregasyon ve ağ oluşumunu tetikleyebilir. Yumurta akında bu durum köpük kapasitesi ve köpük stabilitesi üzerinde etkili olabilir; sarı fraksiyonunda ise akışkanlık, emülsiyon stabilitesi ve partikül yapısı değişebilir. Sterilize sıvı yumurtada yumurta akı hidrolizatının köpük özellikleri ve stabilize üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, protein hidrolizatlarının ısış işlem sonrası fonksiyonel kaliteyi ayarlamak için kullanılabilğini göstermektedir [4].

Sıvı yumurta bazlı ürünlerde teknik hedef çoğu zaman proteinleri tamamen parçalamak değil, belirli bir fonksiyonel pencereye getirmektir. Örneğin fırıncılıkta çok güçlü jelasyon bazı ürünlerde hacim ve yapı için istenirken, soslarda aşırı jelasyon pütürlenme veya pompalama zorluğu yaratabilir. Köpük uygulamalarında proteinlerin hava-su arayüzüne hızla taşınması gerekir; fakat köpüğün çökmeden kalması için arayüz filminin yeterince dayanıklı olması da önemlidir. Enzimatik hidroliz, bu iki ihtiyacı aynı anda etkileyebildiği için dozajdan bağımsız genel bir “çözüm” değil, kontrollü bir proses aracı olarak görülmelidir [2].

Sıvı yumurtanın farklı bileşenleri proteaza farklı yanıt verir. Yumurta akı proteinleri köpük, ısış jelasyon ve su tutma açısından belirleyicidir. Sarı proteinleri ve lipoproteinleri ise emülsiyon, ağız hissi, renk ve yağ fazı ile etkileşim açısından önemlidir. Tam yumurta sıvısında bu iki sistem birlikte bulunduğu için hidroliz; protein-protein, protein-lipit ve protein-su etkileşimlerini aynı anda değiştirir. Bu nedenle aynı proteaz yaklaşımı yumurta akında köpüğü iyileştirirken, sarı ağırlıklı bir sistemde viskozite veya emülsiyon davranışını daha belirgin etkileyebilir [5].

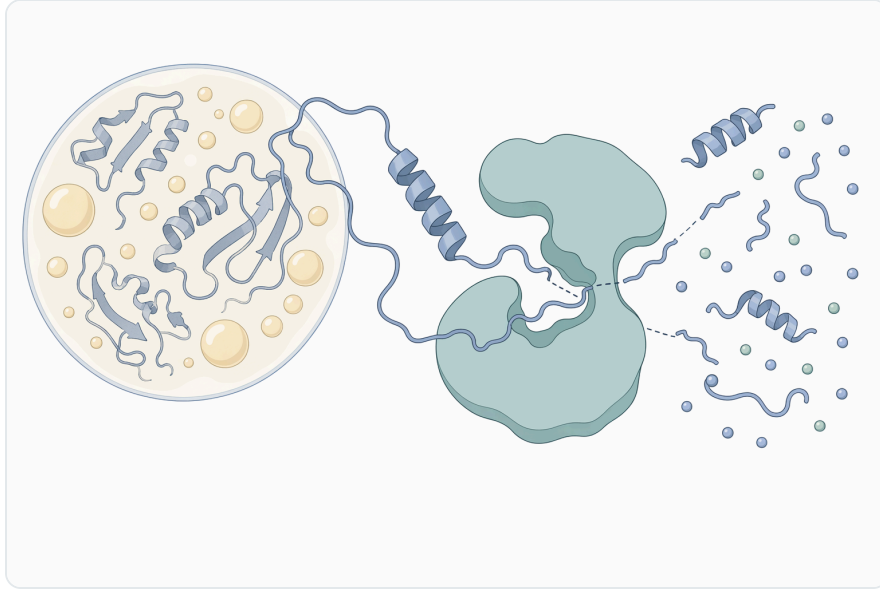


Figure 1. 프로테아제는 액상 계란 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 작은 단편을 만들고, 이로 인해 수화성, 응집성, 계면 거동 및 열 반응이 변화한다.

Proteazın yumurta proteinlerinde oluşturduğu mekanizma

Peptit boyutunun küçülmesi ve çözünürlük

Proteinler çok büyük kaldığında veya ısı-tuz etkisiyle agregat oluşturduğunda sıvı matrikste pütürlenme, çökelme veya yeniden çözünme zorluğu görülebilir. Proteaz, bu büyük molekülleri veya kısmen agregasyon eğilimli bölgeleri daha küçük peptitlere ayırarak suyla temas eden yüzey alanını artırabilir. Bu, özellikle tuzlu yumurta ürünleri, yumurta tozu ara ürünleri, yeniden çözündürme gereken karışımlar ve yüksek katı maddeli sos bazlarında teknik değer taşır. Tuzdan arındırılmış ördek yumurta akının enzimatik hidrolizi üzerine yapılan araştırmalar, hidrolizin sindirim davranışı ve antioksidan yanıtlar gibi sonuçları etkilediğini; bunun protein parçalanmasının fonksiyonel ve biyokimyasal profili değiştirebildiğini gösterdiğini bildirmektedir [6].

Çözünürlük artışı tek başına kalite anlamına gelmez; hedef ürüne bağlıdır. Örneğin içecek veya sıvı sos uygulamalarında daha iyi dispersiyon avantaj olabilirken, güçlü yapı gerektiren fırıncılık sistemlerinde fazla çözünürlük jel ağını zayıflatabilir. Bu nedenle sıvı yumurta hidrolizinde amaç, proteinleri mümkün olduğunca küçük parçalara ayırmak değil, istenen partikül dağılımı, akışkanlık ve yapı dengesini elde etmektir [1].

Yüzey aktivitesi, köpük ve arayüz davranışı

Yumurta akı proteinleri doğal olarak iyi köpük oluşturabilir; çünkü hava-su arayüzüne taşınır, açılır ve ince bir film oluşturur. Kontrollü proteaz hidrolizi bu davranışı iki şekilde değiştirebilir: daha küçük peptitler arayüze daha hızlı ulaşabilir, ancak çok küçük veya fazla hidrolize olmuş peptitler dayanıklı film oluşturmakta yetersiz kalabilir. Bu nedenle köpük kapasitesi ile köpük stabilitesi aynı yönde değişmek zorunda değildir. Yumurta akı proteinlerinde enzimatik hidrolizin köpük özelliklerini iyileştirebildiğini ve bunun yapısal-fizikokimyasal değişimlerle ilişkili olduğunu inceleyen çalışmalar bu dengenin önemini göstermektedir [2].

Desalte edilmiş ördek yumurta akı nanogelleri üzerinde yapılan çalışmada, enzimatik hidrolizin köpük özelliklerini yeniden kazandırdığı bildirilmiştir. Bu tür sonuçlar, proteinlerin yalnızca “parçalanmadığını”, aynı zamanda partikül/kolloid davranışının ve arayüzdeki organizasyonunun değiştiğini gösterir. Sıvı yumurta uygulamalarında bu mekanizma, kek hamuru, mereng benzeri sistemler, köpük bazlı tatlılar, kaplamalar ve aerasyon gerektiren endüstriyel reçeteler açısından önemlidir [7].

Jelasyon ve tekstür kontrolü

Yumurta proteinleri ısıtıldığında açılır, birbirine bağlanır ve üç boyutlu jel ağları oluşturabilir. Bu ağ; suyu hapsedebilir, yapıyı sertleştirebilir veya ürüne kesilebilir bir tekstür kazandırabilir. Proteaz uygulaması protein zincirlerini kısalttığı için jelasyon davranışını doğrudan etkiler. Kısmi hidroliz, çok sıkı veya pütürlü ağ oluşumunu azaltabilir; ancak fazla hidroliz, jel ağının kurulması için gerekli protein uzunluğunu ve etkileşim kapasitesini düşürebilir. Gıda protein hidrolizatlarının fonksiyonel profili üzerine değerlendirmeler, hidroliz derecesinin çözünürlük, emülsifikasyon, köpük ve jelasyon üzerinde farklı yönlerde sonuçlar doğurabileceğini vurgular [1].

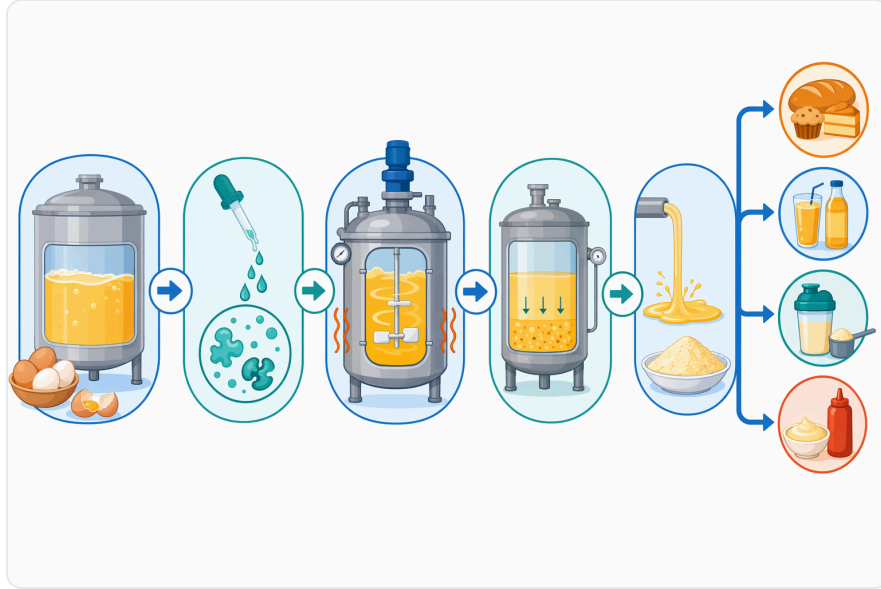


Figure 2. 액상 계란의 가수분해는 분자 크기, 표면 노출, 펩타이드 프로파일 및 열 거동의 연계된 변화를 통해 진행된다.

Sıvı tam yumurta gibi çok bileşenli sistemlerde jelasyon yalnızca protein miktarına bağlı değildir. Sarıdaki lipitler, tuz, şeker, pH, ısıl işlem geçmişi ve mekanik karıştırma jel ağının yapısını değiştirir. Proteaz bu ağın kurulacağı protein altyapısını değiştirdiği için nihai tekstür üzerinde güçlü ama formülasyona bağımlı bir etkiye sahiptir. Bu nedenle proteaz, yumurta bazlı puding, noodle, fırıncılık karışımı, ısıtılan sos veya hazır yemek bileşenlerinde yapı düzenleyici bir proses yardımcısı olarak değerlendirilebilir [5].

Emülsiyon ve yumurta sarısı davranışı

Yumurta sarısı, doğal emülsiyon yapısı ve fosfolipit içeriği nedeniyle mayonez, sos, dolgu ve hazır yemek formülasyonlarında kritik bir bileşendir. Proteaz, sarıdaki protein-lipit komplekslerini kısmen parçalayarak arayüzdeki protein organizasyonunu, yağ damlacıkları etrafındaki kaplamayı ve ısıl işlem sonrası partikül oluşumunu etkileyebilir. Yumurta sarısı protein hidrolizatlarının enzimatik ve subkritik su hidroliziyle elde edildiği çalışmalarda, hidrolizatların antioksidan aktivite gibi biyofonksiyonel özellikler açısından farklı profiller gösterebildiği rapor edilmiştir [8].

Ardışık enzimatik hidroliz üzerine yapılan yumurta sarısı çalışmaları, kinetik, fonksiyonellik ve biyoaktivite çıktılarının hidroliz tasarımına göre değiştiğini göstermektedir. Bu bulgu, sarı bazlı sistemlerde proteazın yalnızca viskozite azaltıcı bir araç olmadığını; lipoprotein parçalanması, peptit profili, yüzey aktivitesi ve potansiyel biyoaktif fraksiyon oluşumu gibi çok katmanlı sonuçlar doğurabileceğini gösterir [9].

Uygulama alanlarına göre proteaz etkisi

Aşağıdaki tablo, sıvı yumurta hidrolizinde gıda sınıfı proteaz kullanımını farklı yumurta fraksiyonları ve proses hedefleri açısından özetler. Tablo, nihai ürün iddiası değil; literatürde bildirilen mekanizmalara dayalı teknik bir konumlandırma değildir.

Yumurta matriksi	Proteazla hedeflenen teknik değişim	Beklenen proses etkisi	Dikkat edilmesi gereken sınır
Sıvı yumurta akı	Proteinlerin kısmi hidrolizi, arayüz hareketliliğinin artması	Köpük oluşumu, aerasyon ve bazı formülasyonlarda köpük stabilitesinin ayarlanması	Aşırı hidroliz film dayanımını düşürebilir ve köpük çökmesini hızlandırabilir
Sıvı yumurta sarısı	Protein-lipit komplekslerinin modifikasyonu	Emülsiyon davranışı, akışkanlık ve ısı işlem sonrası partikül yapısının yönetimi	Fazla parçalanma emülsiyon gövdesini veya ağız hissini zayıflatabilir
Sıvı tam yumurta	Akı ve sarı proteinlerinin birlikte modifikasyonu	Jelasyon, viskozite, tekstür ve ısıya bağlı agregasyonun ayarlanması	Sonuç, formülasyondaki tuz, şeker, yağ ve ısı geçmişi güçlü şekilde bağlıdır
Tuzlu veya konsantre yumurta sistemleri	Agregasyon eğiliminin azaltılması, dispersiyonun iyileştirilmesi	Yeniden çözünme, homojen karışım ve proses akışının desteklenmesi	Tuz ve katı madde seviyesi hidroliz etkisini maskeleyebilir veya değiştirebilir
Fırıncılık ve hamur sistemleri	Hidrofilik peptit oluşumu, su dağılımının değişmesi	Hamur reolojisi, hacim, yapı ve ağız hissini ayarlanması	Fazla hidroliz zayıf yapı veya istenmeyen yumuşaklık yaratabilir

Bu karşılaştırma, proteazın sıvı yumurta uygulamalarında tek bir faydaya indirgenmemesi gerektiğini gösterir. Aynı enzimatik prensip, yumurta akında köpük davranışına, sarıda emülsiyona, tam yumurtada ise jelasyon ve ısı işlem performansına yansiyabilir. Bu nedenle ürün geliştirme yaklaşımı, hedef gıda uygulamasının fonksiyonel gereksinimine göre kurulmalıdır ^[1].

Köpüklenme uygulamalarında gıda sınıfı proteaz

Köpüklenme, özellikle yumurta akı kullanılan kek, pandispanya, mereng, sufle, köpük tatlılar ve bazı kaplama sistemleri için kritik bir kalite parametresidir. Köpük oluşumunda proteinlerin hava-su arayüzüne taşınma hızı, arayüzde açılma kabiliyeti ve film oluşturma dayanımı birlikte rol oynar.

Kontrollü proteaz hidrolizi, proteinlerin hareketliliğini artırarak arayüze daha hızlı yerleşmesini sağlayabilir; ancak hidroliz ilerledikçe film oluşturacak yeterli moleküler uzunluk azalabilir. Bu nedenle köpük hacmi artarken stabilite azalabilir veya uygun kontrolle her ikisi de dengelenebilir [2].

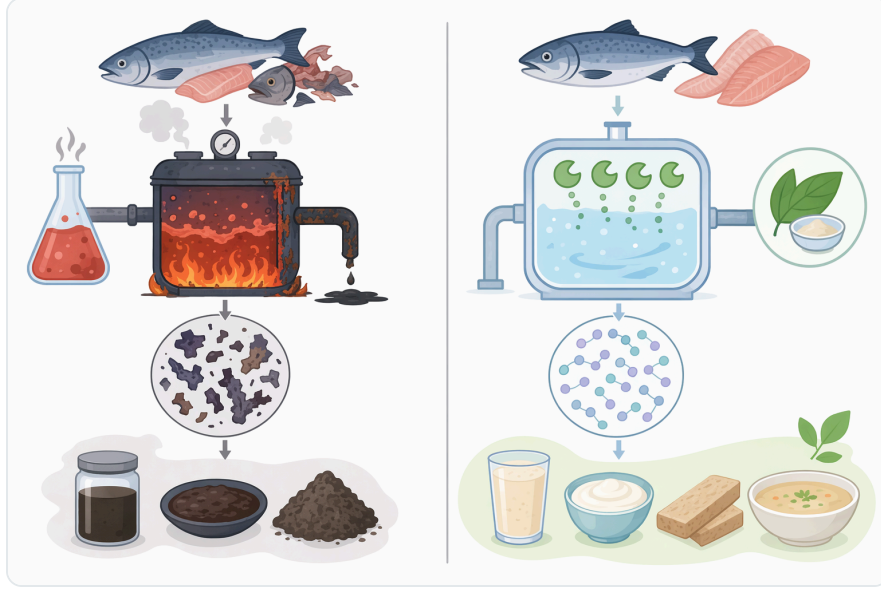


Figure 3. 난백, 난황, 전란은 단백질, 지질, 거품 형성, 겔화 및 유화 구조가 서로 다르기 때문에 프로테아제에 대한 반응도 다르다.

Sterilize sıvı yumurtada yumurta akı hidrolizatı kullanımı üzerine yapılan çalışma, hidrolizatların köpük karakteristiği ve stabilite üzerinde uygulanabilir bir araç olabileceğini göstermektedir. Bu bulgu özellikle ısıl işlem görmüş sıvı yumurta sistemleri için önemlidir; çünkü ısı geçmişi proteinleri kısmen denatüre ederek köpük performansını değiştirebilir. Proteaz temelli yaklaşım, ısıl işlem sonrası fonksiyonel kayıpları tamamen ortadan kaldırmaz, ancak protein arayüz davranışını yeniden düzenleyerek belirli reçetelerde performansı destekleyebilir [4].

Ultrason ve yüksek basınçlı karbondioksit işlemlerinin yumurta akı proteinlerinin enzimatik hidrolizi üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, ön işlem ve proses koşullarının hidroliz verimini ve protein davranışını değiştirebildiğini göstermektedir. Bu, sıvı yumurta hidrolizinde proteazın tek başına izole bir değişken olmadığını; mekanik enerji, basınç, sıcaklık ve matris yapısıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koyar [10].

Isıl işlem, viskozite ve agregasyon yönetimi

Sıvı yumurta ürünleri ısıl işlemde geçtiğinde proteinler açılır ve birbirleriyle yeni etkileşimler kurar. Bu etkileşimler kontrollü olduğunda arzu edilen tekstür oluşturabilir; kontrolsüz olduğunda ise pıhtılaşma, topaklanma, viskozite artışı veya pompalama zorluğu doğurabilir. Proteaz, protein zincirlerini kısmen

kısaltarak ısı sırasında oluşabilecek büyük agregatların yapısını değiştirebilir. Bu, özellikle sıvı sarı, sos bazları, ısıl işlem gören dolgular ve homojen akışkanlık gerektiren ürünlerde önemlidir [5].

Yüksek hidrostatik basınç teknolojisi ile gıda proteinlerinin enzimatik hidrolizinin artırılması üzerine yapılan değerlendirmeler, protein yapısının proses koşullarıyla açılmasının enzim erişilebilirliğini etkileyebildiğini belirtir. Bu bilgi, yumurta gibi kompakt ve etkileşimli protein matrikslerinde proteaz uygulamasının sadece enzim eklemekten ibaret olmadığını gösterir: proteinin enzime ne kadar erişilebilir olduğu, reaksiyonun yönünü ve hızını belirleyen temel faktörlerden biridir [11].

Sıvı tam yumurtanın yüksek basınçla işlenmesi üzerine güncel çalışmalar, reolojik, köpük ve emülsifiye edici özelliklerin prosesle değişebildiğini göstermektedir. Bu tür çalışmalar proteaz uygulamasını doğrudan tarif etmese de, sıvı yumurtanın fiziksel işlem koşullarına hassas bir fonksiyonel matriks olduğunu ortaya koyar. Proteaz kullanımı bu hassas matrikste protein uzunluğu ve yüzey özelliklerini değiştirdiği için, ısıl veya basınç temelli proses adımlarıyla birlikte düşünülmelidir [5].

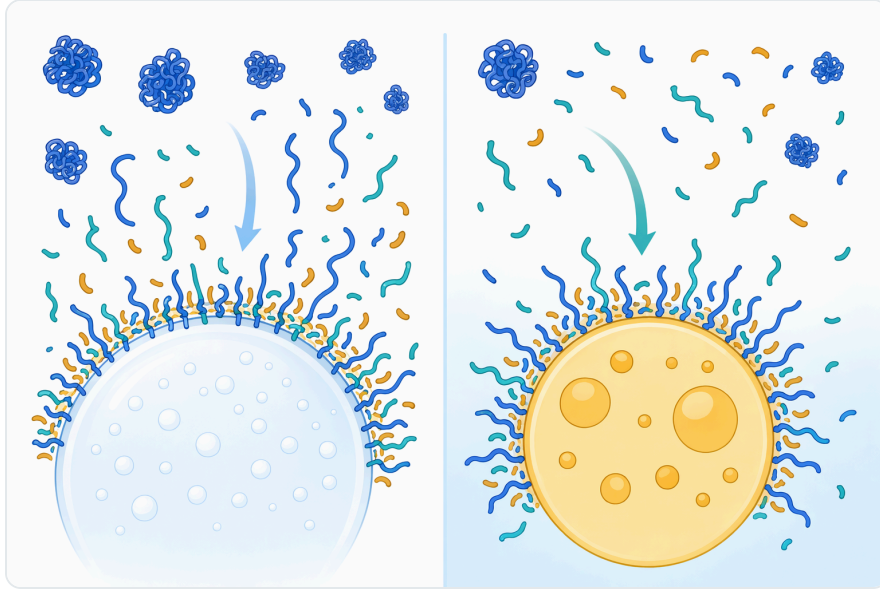


Figure 4. 적당히 가수분해된 계란 펩타이드는 분산성을 개선하고 공기-물 또는 기름-물 계면의 안정화를 돕는다.

Yumurta sarısı, fırıncılık ve hamur sistemleri

Yumurta sarısı hidrolizi fırıncılıkta yalnızca protein parçalanması olarak görülmemelidir. Sarı fraksiyonundaki lipoproteinler ve fosfolipitler hamur içinde yağ dağılımı, su bağlama, gevreklik, yayılma ve ağız hissi üzerinde etkilidir. Proteaz bu yapıların protein kısmını değiştirdiğinde, suyun hamur içinde nasıl tutulduğu ve yağ fazının matrikse nasıl dağıldığı da değişebilir. Ardışık yumurta sarısı protein hidrolizi üzerine yapılan araştırmalar, hidrolizatların fonksiyonellik ve biyoaktivite açısından farklı profiller oluşturabildiğini göstermektedir [9].

Glutensiz ve özel fırıncılık ürünlerinde yumurta bazlı hidrolizatlar özellikle ilgi çekicidir. Gluten ağı bulunmadığında hamurun gaz tutma kapasitesi, su dağılımı ve yapı stabilitesi farklı bileşenlerle sağlanır. Yumurta sarısı proteinlerinin kontrollü hidrolizi, daha hidrofilik peptitler oluşturarak suyun hamur içinde yeniden dağılımını destekleyebilir; lipoprotein parçalanması ise yağ fazının plastikleştirici etkisini değiştirebilir. Bu tür mekanizmalar, glutensiz bisküvi, kek, pancake, kaplama hamuru ve yüksek proteinli fırıncılık reçetelerinde proteazın neden değerlendirildiğini açıklar [9].

Buna karşın fırıncılık sistemlerinde fazla hidroliz risklidir. Protein ağına aşırı zayıflaması ürün hacmini, kırıntı yapısını veya kesilebilirliği olumsuz etkileyebilir. Ayrıca kısa ve hidrofobik peptitlerin birikmesi acı tat algısını artırabilir. Bu nedenle sıvı yumurta hidrolizi fırıncılıkta “daha yumuşak hamur” hedefiyle sınırlı değildir; hedef, su yönetimi, yağ dağılımı, yapı dayanımı ve duyu kalite arasında dengeli bir sonuç elde etmektir [3].

Alerjenite ve biyoaktif peptitler: dikkatli konumlandırma

Yumurta proteinleri bazı tüketici gruplarında alerjenik yanıtla ilişkilidir. Enzimatik hidroliz, potansiyel epitop bölgelerini parçalayarak proteinlerin bağışıklık sistemi tarafından tanınma biçimini değiştirebilir. Yumurta kaynaklı hedef proteinlerin, işleme ve ekstraksiyon yöntemlerinin alerjenite ve biyoaktif peptitlerle ilişkisini ele alan değerlendirmeler, prosesin alerjenik protein miktarı ve peptit profili üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir [12].

Ancak proteaz kullanımı, nihai ürün için otomatik olarak “alerjen içermez”, “hipoalerjenik” veya “alerji riskini ortadan kaldırır” anlamına gelmez. Yumurta alerjenleri mevzuat ve etiketleme açısından kritik bileşenlerdir; hidroliz sonrası kalabilecek protein parçaları, ürün matriksi ve tüketici duyarlılığı birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle gıda sınıfı proteaz, alerjenite azaltma araştırmalarında veya özel ürün geliştirme çalışmalarında bir araç olabilir; fakat doğrulanmamış sağlık veya alerjen iddialarının temeli olarak kullanılmamalıdır [12].

Yumurta protein hidrolizatları antioksidan aktivite gibi biyoaktif özellikler açısından da incelenmektedir. Yumurta sarısı protein hidrolizatlarının enzimatik hidrolizle elde edildiği çalışmalarda antioksidan aktivite raporlanması, hidrolizin yalnızca teknolojik değil, potansiyel biyoaktif peptit profili açısından da araştırma konusu olduğunu gösterir. Bununla birlikte biyoaktivite sonuçları, kullanılan matrikse, hidroliz tasarımına ve nihai ürün koşullarına bağlıdır; doğrudan ürün iddiasına dönüştürülmemelidir [8].

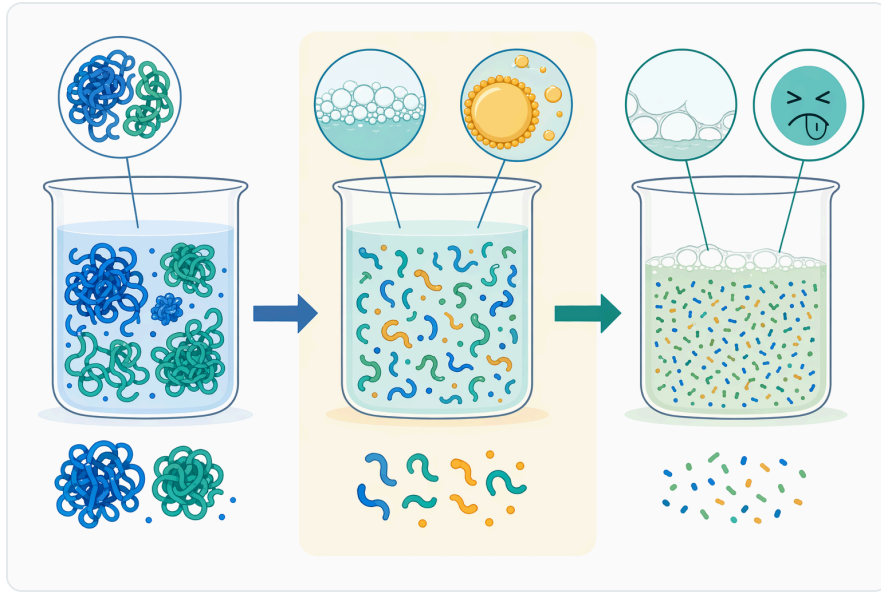


Figure 5. 부분 가수분해는 유용할 수 있지만 과도한 가수분해는 구조를 약화시키거나 쓴맛 발생 위험을 높일 수 있으므로, 목표 기능성을 고려하는 것이 중요하다.

Yumurta yan ürünleri ve dögüsel değerdendirme

Sıvı yumurta hidrolizi çoğunlukla akı, sarı veya tam yumurta sıvısı üzerinden düşünülse de yumurta endüstrisinde kabuk zarı gibi protein içeren yan ürünler de değerdendirilmektedir. Yumurta kabuk zarı, kolajen benzeri ve sülfür içeren protein fraksiyonları nedeniyle fonksiyonel hidrolizat üretimi açısından araştırılmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyon ve enzimatik hidrolizle tavuk yumurta kabuk zarından fonksiyonel protein hidrolizatları elde edilmesine yönelik çalışmalar, yumurta yan ürünlerinin katma değerderi bileşenlere dönüştürülebileceğini göstermektedir ^[13].

Yumurta yan ürünlerinin bileşimi, biyoaktif potansiyeli ve dögüsel ekonomi içinde kullanımı üzerine güncel değerdendirmeler, yumurta endüstrisinin yalnızca ana sıvı fraksiyonlardan ibaret olmadığını vurgular. Proteaz temelli hidroliz, bu yan ürünlerin protein fraksiyonlarını daha kullanılabilir hale getirme stratejilerinden biri olarak değerdendirilebilir. Ancak bu alan, sıvı yumurta hidrolizinden farklı proses gereksinimleri içerir; kabuk zarı veya diğerderyan ürünlerin gıda uygulamasına uygunluğu ayrıca değerdendirilmelidir ^[14].

Enzymes.bio için ürün konumlandırması

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen Food-Grade Protease For Liquid Egg Hydrolysis, sıvı yumurta proteinlerinin kontrollü modifikasyonu için kullanılan gıda sınıfı bir proteaz çözümü olarak konumlandırılabilir. Enzymes.bio bir üretici veya laboratuvar olarak değil, çevrim içi satın almaya uygun

enzim tedarikçisi olarak ele alınmalıdır. Ürün 1 kg birimler halinde doğrudan çevrim içi satın alınabilir; siparişe birlikte CoA ve SDS dokümanları sağlanır .

Bu ürünün teknik değeri, sıvı yumurtayı tek başına “daha iyi” hale getirmesi değil, belirli proses hedeflerinde protein davranışını daha yönetilebilir kılmasıdır. Köpüklenme gereken ürünlerde arayüz davranışı, ısı işlem gören ürünlerde agregasyon eğilimi, sarı bazlı soslarda emülsiyon yapısı, fırıncılıkta su dağılımı ve tekstür gibi parametreler proteaz hidrolizinden etkilenebilir. Araştırma literatürü, yumurta akı, yumurta sarısı ve tam yumurta sistemlerinde enzimatik hidrolizin fonksiyonel özellikleri değiştirdiğini göstermektedir [2].

Satın alma ve kullanım açısından ürün, endüstriyel veya ürün geliştirme ölçekli gıda proseslerinde protein hidrolizi hedefleyen ekipler için pratik bir bileşendir. Bununla birlikte, proteaz uygulaması nihai ürün performansını garanti eden tek değişken değildir; matriks bileşimi, ısı geçmişi, pH, tuz, şeker, yağ, karıştırma ve sonraki proses adımları sonuç üzerinde belirleyicidir. Bu nedenle ürün, reçete ve proses tasarımının bir parçası olarak değerlendirilmelidir [1].



Figure 6. 가수분해 액상 계란은 요구되는 기능성에 따라 제빵 시스템, 소스와 드레싱, 영양 음료 및 감칠맛 베이스용으로 설계할 수 있다.

Güvenlik, mevzuat ve kalite sınırları

Proteaz, sıvı yumurta ürünlerinde mikrobiyal güvenlik adımı değildir. Sıvı yumurta gibi besin açısından zengin ürünlerde hijyen, soğuk zincir, pastörizasyon veya uygun şekilde doğrulanmış alternatif koruma prosesleri ayrı olarak yönetilmelidir. Proteazın görevi proteinleri modifiye etmektir; patojen kontrolü, raf ömrü validasyonu veya mevzuata uygun gıda güvenliği programlarının yerine geçmez [12].

Duyusal kalite de teknik performans kadar önemlidir. Hidroliz ilerledikçe acı peptit oluşumu, yumurtamsı tadın değişmesi, ağızda kuruluk veya istenmeyen arka tatlar görülebilir. Protein hidrolizatlarında acılık mekanizmasını ve acılık giderme yaklaşımlarını inceleyen çalışmalar, özellikle hidrofobik peptitlerin duyusal risk oluşturabildiğini belirtmektedir. Bu nedenle sıvı yumurta hidrolizinde fonksiyonel iyileşme ile duyusal kabul birlikte izlenmelidir [3].

Son ürün iddiaları dikkatli kurulmalıdır. “Daha iyi köpürür”, “daha stabil emülsiyon verir” veya “alerjeniteyi azaltır” gibi ifadeler ancak ilgili nihai ürün, proses ve hedef kalite kriterleri özelinde doğrulandığında kullanılmalıdır. Literatürdeki çalışmalar mekanizmayı ve potansiyeli destekler; fakat her ticari formülasyon kendi bileşenleri, proses geçmişi ve depolama koşulları nedeniyle farklı sonuç verebilir [1].

Sonuç: sıvı yumurtada kontrollü protein modifikasyonu için pratik bir araç

Gıda sınıfı proteaz, sıvı yumurta hidrolizinde proteinlerin boyutunu, yüzey özelliklerini ve etkileşim biçimini değiştirerek çözünürlük, köpüklenme, jelasyon, emülsiyon davranışı, viskozite ve ısıl işlem sonrası agregasyon üzerinde etkili olabilen bir proses yardımcısıdır. Etki, yumurta akı, yumurta sarısı ve sıvı tam yumurtada aynı şekilde ortaya çıkmaz; her matriks protein-lipit-su dengesine göre farklı yanıt verir. Bu nedenle proteaz uygulaması, hedef ürünün teknik gereksinimine göre kontrollü hidroliz mantığıyla değerlendirilmelidir [2].

Enzymes.bio'nun tedarik ettiği Food-Grade Protease For Liquid Egg Hydrolysis, 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilen, siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanan bir enzim ürünüdür. En uygun konumlandırma, ürünü sıvı yumurta proteinlerinin proses sırasında daha öngörülebilir davranmasına yardımcı olan araştırma destekli bir protein modifikasyon aracı olarak tanımlamaktır. Proteaz, gıda güvenliği proseslerinin yerine geçmez; fakat doğru formülasyon ve proses bağlamında sıvı yumurta bazı gıdalarda fonksiyonel kaliteyi yönetmek için teknik olarak anlamlı bir seçenektir .

Food-Grade Protease For Liquid Egg Hydrolysis ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

[Food-Grade Protease For Liquid Egg Hydrolysis satın alın →](#)

Kaynaklar

İlk atf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atf numaraları buraya bağlantı verir:

1. Lebedeva, S., Bolkhonov, B., Zhamsaranova, S., Bazhenova, B., & Leskova, S. (2024). Functional Profile of Enzymatic Hydrolysates in Food Proteins. *Food processing*.
2. Lyu, S., Chen, M., Wang, Y., Zhang, D., Zhao, S., Liu, J., Pan, F., ... et al. (2023). Foaming properties of egg white proteins improved by enzymatic hydrolysis: The changes in structure and physicochemical properties. *Food Hydrocolloids*.
3. Liu, B., Li, N., Chen, F., Zhang, J., Sun, X., Xu, L., & Fang, F. (2022). Review on the release mechanism and debittering technology of bitter peptides from protein hydrolysates. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
4. Ho, H., Ciou, J., Qiu, Y., Hsieh, S., Shih, M., Min-Chen, Tu, C., ... et al. (2021). Improvement of Foaming Characteristics and Stability of Sterilized Liquid Egg with Egg White Hydrolysate (EWH). *Foods*, 10.
5. Dang, T., Rode, T. M., Skipnes, D., Sivertsvik, M., & Fernandez, E. N. (2025). Rheological, foaming, and emulsifying properties of liquid whole egg fortified with green tea extract and treated with high pressure. *Food Chemistry*, 485, 144442 .
6. Jiamyangyuen, S., Tosuk, N., Numthuam, S., Sringarm, C., Winuprasith, T., & Rungchang, S. (2026). Valorization of Desalted Duck Egg White through Enzymatic Hydrolysis: Gas-tric Digestion Behavior and Antioxidant Responses. *TRENDS IN THE SCIENCES*.
7. Zhou, B., Li, M., Zhao, J., Rong, Y., Liang, H., & Li, B. (2022). Enzymatic hydrolysis re-endows desalted duck egg white nanogel with outstanding foaming properties. *International Journal of Biological Macromolecules*.
8. Marcet, I., Carpintero, M., Rendueles, M., & Diaz, M. (2023). Antioxidant Activity of Egg Yolk Protein Hydrolysates Obtained by Enzymatic and Sub-Critical Water Hydrolysis. *Molecules*, 28.
9. Rios-Morales, S. N., Tacias-Pascacio, V. G., Aguilar-Uscanga, M. G., & Torrestiana-Sánchez, B. (2025). Sequential enzymatic hydrolysis of egg yolk proteins: Kinetics, functionality, and bioactivity of hydrolysates. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145163 .
10. Knezevic-Jugovic, D. Z., Stefanovic, B., Zuza, G. M., Milovanovic, L., Jakovetic, M. S., Manojlovic, B., & Bugarski, M. (2012). Effects of sonication and high-pressure carbon dioxide processing on enzymatic hydrolysis of egg white proteins. *Acta Periodica Technologica*, 33-41.
11. Marciniak, A., Suwal, S., Naderi, N., Pouliot, Y., & Doyen, A. (2018). Enhancing enzymatic hydrolysis of food proteins and production of bioactive peptides using high hydrostatic pressure technology. *Trends in Food Science & Technology*.
12. Mostashari, P., Marszałek, K., Aliyeva, A., & Khaneghah, A. M. (2023). The Impact of Processing and Extraction Methods on the Allergenicity of Targeted Protein Quantification as Well as Bioactive Peptides Derived from Egg. *Molecules*, 28.
13. Jain, S., & Anal, A. K. (2016). Optimization of extraction of functional protein hydrolysates from chicken egg shell membrane (ESM) by ultrasonic assisted extraction (UAE) and enzymatic hydrolysis. *Lwt - Food Science and Technology*, 69, 295-302.

14. Saraliev, P., Kolev, N., Vlahova-Vangelova, D., Dragoev, S., & Balev, D. (2025). Egg By-Products: Composition, Bioactive Potential, and Utilization in the Circular Economy. *Biomass*.


Enzymes.bio ile iletişime geçin


Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA wholesale@enzymes.bio

TELEFON (ABD) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+15074286057)

[Bize ulaşın →](#)

 **400+** B2B müşteriler

 **60+** üniversite araştırma ortakları

 **54** dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.