

SURİMİ TEKNOLOJİSİ

Nuray KOLSARICI Ümran ENSOY

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 06110 Dışkapı-ANKARA

ÖZET: Surimi mekanik olarak kemikleri ayrılmış balık etinin işlenmiş şekli olup, jel oluşturma yeteneği ile su ve yağı birleştirme özelliği gibi fonksiyonel karakteristiklere sahiptir. Surimi üretim teknolojisi kas proteinlerini saflaştırmak ve yoğunlaştırmak için kıyılmış balığın yıkama işlemini takiben ürünün stabilizasyonu için kryoprotektanların ilavesini içerir. Böylece ürün dondurma ve depolamaya uygun hal alır. Bir tür hammadde olan surimiden daha sonra imitasyon kabuklu su ürünleri, sosis, jambon köfte ve burger gibi tüketime uygun gıdalar üretilir.

ABSTRACT: Surimi is, processed type of mechanically deboned fish meat and it has functional characteristics such as gel forming ability and water and fat binding ability. Surimi processing technology includes, washing process of minced fish for making pure and tickening the muscle proteins and then addition of cryoprotectants for freezing and storage. Surimi, kind of raw material, can be used for producing foods such as imitation shell sea foods, sausage, ham, meat balls and burgers.

SURİMİ NEDİR?

Surimi kıyılmış balık etinin rafine edilmiş formudur. Tek başına yiyecek değildir, daha doğrusu ham materyaldir. Japonların geleneksel yemeği "Kamaboko" yanında imitasyon karides, tarak ve yengeç eti gibi ürünler de surimiden üretilir.

Japonca "kıyılmış et" anlamına gelen surimi, iki özelliği ile kıyılmış etten ayrılır;

- a) Surimi jel oluşturma özelliğine sahiptir ve her türlü şekil verilebilir.
- b) Kryoprotektanlar eklenerek uzun süreli donmuş depolanmaya uygunluk gösterir.

Surimi üretimi amacıyla balık kasları kemiklerinden, deriden ve diğer artıklarından ayrıldıktan sonra ezilerek kıyılmış et elde edilir. Kıyılmış et suda eriyen bileşenlerinden ve yağından ayrılması için yıkandıktan sonra ham materyal diğer adıyla işlenmemiş surimi elde edilir.

İşlenmemiş surimi antidenatüranlarla karıştırılıp dondurulduğu zaman, ürün "donmuş surimi" adını alır. Üretilen surimilerin % 95'i kryoprotektanlar uygulanarak dondurulduğu için surimi terimi genellikle "donmuş surimi" anlamında kullanılır.

SURİMİ ÜRETİMİ

Kaynaklar

Surimi üretiminde ticari kıyma verimi yüksek ve mikrobiyolojik kalitesi iyi olan morina, mezzit, kroaker ve barlam gibi morina cinsi balıklar yanında, Alaska balığı, tropik ve subtropik sularda karides avcılar tarafından avlanan balıklar, uskumru, istavrit, sardalya, ringa, çaça, hamsi gibi küçük pelajik balıklar ve verimleri deniz balıklarından daha tutarlı olan tatlı su balıkları kullanılır.

Surimiye İşlenen Balıklarda Arzulanan Özellikler

Surimiye işlenecek çiğ balıkta bulunması gerekli önemli özellikler:

- Surimi bazı ürünlere işlendiğinde kuvvetli jel oluşturma yeteneğinde olma,
- Tat, koku, görünüş açısından iyi organoleptik kalite gösterme,
- Beyaz et,
- Yıl boyunca bol bulunabilir olma,
- Uygun fiyata sahip olmadır.

Hiçbir balık türü bu özelliklerin hepsini tamamen taşıyamaz. Özellikle jel oluşturma yeteneği türlere göre önemli değişiklikler gösterir. Genelde jel dayanıklılığı ise deniz balıklarında tatlı su balıklarına göre, beyaz etli (yağsız) balıklarda kara etli (yağlı) balıklara göre daha fazladır.

Eğer temel kriter olarak jel dayanıklılığı dikkate alınırsa beyaz etli balıklar arasında kroaker balığı ilk sırayı alır. Bunu kertenkele ve kılıç balıkları takip eder. Bu türlerin jel dayanıklılığı surimi için en fazla kullanılan Alaska balığının iki katıdır. Alaska balığının surimi üretiminde kullanım üstünlüğü esas kalite özelliği olan jel dayanıklılığının yerine av miktarının çokluğu ve ekonomikliğidir. Alaska balığının samana benzer tadı bile surimi üretimi için problem oluşturmaz. Zira surimi bazlı ürün üretimi sırasında flavor maddeleri ekleme olanağı vardır.

Surimi Üretim Teknolojisi

Surimi teknolojisinde kritik faktör kıyılmış balık etinin myofibriller proteinlerinden minimum kayıpla suda çözünür proteinlerin, pigmentlerin ve lipitlerin, etkin ekstraksiyonudur.

1. Yağsız (beyaz etli) balıklardan surimi üretimi

Günümüzde ticari olarak kullanılan başlıca yağsız balık çeşitleri Alaska pollak, haki, kroaker, berber balığı, çipura, karagöz, mercan, mavi mezit ve pasifik meziti gibi birkaç cins balıktır. % 2'den daha az yağ içeriğine sahip olan bu balıklardan donmuş surimi üretim basamakları Şekil 1'de gösterildiği gibidir. Üretimdeki esas evreler kıyma, suyla yıkama ve stabil hale getirme evreleridir.

a) Çiğ balığın işlenmesi

Surimi üretiminde işleme metotlarının başarısı balığın et ayırıcıya taze ve temiz girip girmediği ile ilgilidir. Zira tazelik suriminin jel oluşturma yeteneğini etkileyen en önemli faktördür. Bayatlıktan dolayı jel oluşturma yeteneğindeki bozukluk yıkama evresinde düzeltilemez. Çok kaliteli surimi çok taze balık kullanılarak üretilir.

Temizlenmiş balık et ayırıcısına girdiği zaman barsaklara ait atıklardan, siyah karın iç zarından, kan pıhtısından ve sonraki işlemlerde temizlenmesi zor olan diğer artıklardan tamamen arındırılmış olmalıdır. Tam bir temizliğin sağlanması için iki kez yıkanması da tavsiye edilir. İki baş ve mide çıktıktan sonra, ikincisi ise et ayırıcısına girmeden hemen öncedir. Balığı yıkamak için içinde metal ve tuz kalıntısı olmayan yumuşak su kullanılmalıdır.

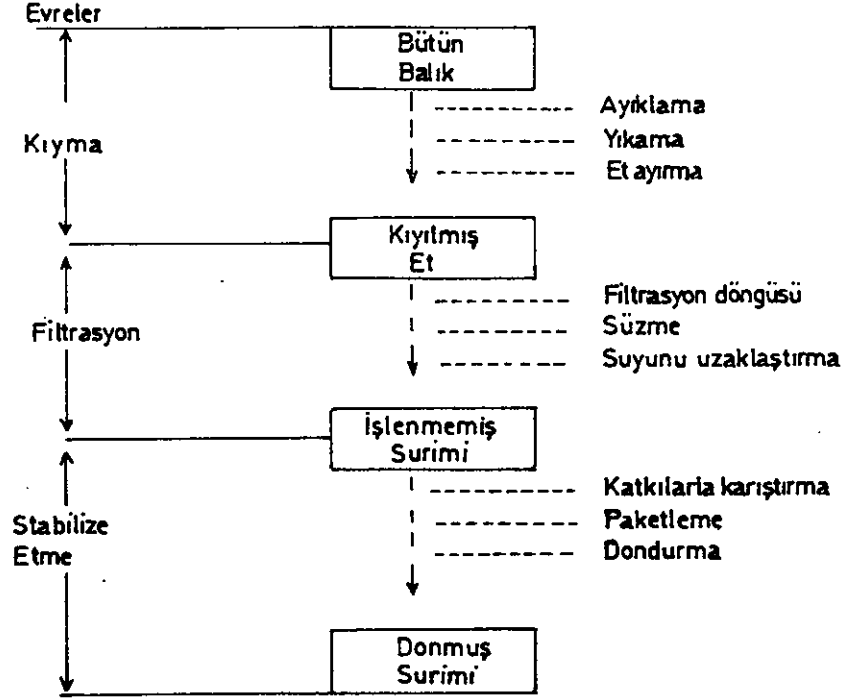
Surimi üreticileri rigordaki balığı işleme sokmaktan kaçınırlar ve işlenecek balığı yumuşak tutmaya çalışırlar. Balık kasının fiziksel ve kimyasal özellikleri, fonksiyonel özelliklerini belirgin bir şekilde değiştiren post-mortem değişikliklere açıktır. Surimi maksimum jel dayanıklılığını balık hemen öldükten sonra elde etse bile bütün balıkları derhal işleme sokmak teorik olarak mümkün değildir.

Rigor halindeki balığı işlemek çok zordur. Bu nedenle işleme rigor mortis dönemi bitinci yani ölümden en az 5 saat sonra başlamak daha doğrudur. Zira sert davranmak kasları ezer, dokuların yumuşamasına ve suriminin düşük kalitede olmasına yol açar. Temizliği takiben kıyma işlemi uygulanır.

b) Filtrasyon

Kıyılmış et ve suyun mekanik olarak karıştırılması, yağları kas dokularından ayırır ve üste çıkarır, süzülme sırasında da atılır. Aynı zamanda sindirim organlarının kalıntıları da yağlı maddelerle beraber ayrılır. Böylece kıyılmış etteki kan, pigment ve diğer artıklar ayrılır. Zira, bunlar protein denatürasyonunu katalize edici etkiye sahiptirler ve renk bozukluğuna neden olurlar.

Temiz su aynı zamanda kas dokunun suda çözünür komponentlerini ve inorganik tuzları filtreler. Tekrar filtrasyon işlemi etin içindeki atık suda çözünür proteinlerin azalmasına neden olur ve kontraktil kas proteininin denatürasyonunu azaltır. Ne kadar çok yıkama yapılırsa suriminin jel oluşturma yeteneği o kadar artar.



Şekil 1. Yağsız balıklardan surimi üretimi (MARTIN and FLICK, 1990)

Filtrasyon suyunun özellikleri

Filtrasyon suyunun asiditesi, alkalitesi ve sertliği suyun etkinliğini belirleyen önemli faktörlerdir. Orta sertlikte su en iyi filtrasyon suyudur. Filtrasyon sayısı arttıkça su sertliği azalır. Bu nedenle son filtrasyonu % 0,1-0,3 sodyum klorid içeren suyla yapmak iyi sonuç verir. Magnezyum klorid veya kalsiyum klorid de kullanılabilir.

Filtrasyon döngüsü sayısı

İlk filtrasyonda suda çözünen bileşenlerin % 50 kadarı balık kasından uzaklaştırılır. Diğer filtrasyon evrelerinde daha az oranda suda çözünür bileşen atılır. Fakat aynı zamanda kasın koyu pigmentlerinin, siyah zarların ve diğer artıkların uzaklaştırılmasını sağlayarak ürünün olabildiğince beyazlamasına neden olur. Tekrarlanan tekrar filtrasyon döngülerinin bir yararı da suriminin jel dayanıklılığını artırmasıdır. Jel oluşturma yeteneği balık etinin filtrasyon döngüsü sayısı ile doğru orantılıdır.

Genelde 30-40 dakika filtrasyonun tam olması için yeterli görülür. Filtrasyonda kullanılan su bazen üretilen surimiden 10 kat daha fazla olur ve bu miktar üç döngüye bölünebilir. İyi bir üretimde su ihtiyacı biraz daha azaltılabilir, fakat elde edilen ürünün miktarının 7 katından az olamaz.

Tuz konsantrasyonunun etkisi

Balık proteinlerinin jel oluşturma özelliği, tuz konsantrasyonunun bir fonksiyonu olan su tutma yeteneğine göre büyük değişiklikler gösterir. Çok düşük tuz konsantrasyonu su tutma eğiliminin artmasına

neden olur. Bu şartlar altında suda çözünür bileşenleri uzaklaştırmak için uygulanan filtrasyon safhalarında et su alır ve şişer. Bu etin suyunun ayrılması zordur ve su uzaklaştırma sürecinden evvel bir miktar sodyum klorid eklenmesi tavsiye edilir.

Su sıcaklığının etkileri

Ilık yıkama suyu soğuk suya nazaran su uzaklaştırma işleminde daha etkilidir. Ürün kalitesini korumak için soğuk su önerilse bile su çok soğuk olduğu zaman ki su uzaklaştırma sürecinin etkinliğinin azalması nedeniyle tercih edilmeyebilir. Japon Surimi Birliği son yıkama suyunun 10°C de olmasını, su uzaklaştırma etkinliği açısından tavsiye etmektedir.

c) Süzme ve suyun uzaklaştırılması

Kıyılmış, yıkanmış ve filtrelenmiş balık eti kemik, ligament ve su fragmentlerini içeren sulu bir hamur halindedir. Bunların uzaklaştırılması gerekir. Eski yöntemde göre üretimlerde et süzgece girmeden önce su uzaklaştırma işleminden geçtikten sonra suyu alınmış et süzgeçten geçerdi. Fakat bu durumda et ısınmaya başlar ve protein zarara uğrayabilir. Yeni yöntemde ise "Rafine edici" kullanılır. Bu sistemde su uzaklaştırma sisteminden önce rafine edici yer alır. Rafine ediciden geçerek kemik ve ligament parçalarından temizlenen ürün daha sonra su ayırıcıya (süzgece) geçer. Böylece işlenmemiş surimi elde edilir.

d) Katkıların ilavesi

Soğuk depolama için hazırlanan suriminin jel oluşum yeteneğini koruyarak donmuş muhafazası için dondurmada önce antidenatürantlar eklenir. Antidenatürant katkıları genellikle sükröz, glukoz, sorbitol ve polifosfatlardır. Bazı aminoasitler ve karboksilik asitler de etkili antidenatürantlar olarak kullanılmaktadırlar.

e) Dondurma ve soğuk depolama

Suyu alınan ve antidenatürant katkılarıyla karıştırılan surimi donmaya hazırdır. Ürün genellikle 10 kg'lık polietilen torbalara konur ve dondurucuya yerleştirilir. Dondurmada (-1°C); (-5°C) de oluşan büyük buz kristallerinin oluşumu engellenmelidir. Bu kritik derecelerde çok kısa süre kalmasını sağlayarak dondurulmasıyla gerçekleştirilir. Depolama sıcaklığının da -20°C'den daha aşağıda olması ve dalgalanmadan sabit kalması gerekir.

2. Yağlı (kara etli) balıklardan surimi üretimi

Surimi üretimi için kullanılan yağlı balıklar genellikle sardalya, istavrit, pasifik uskumrusu, menhaden, ringa ve som balığıdır. Surimi üretim metotları işlenen balığın türü kadar yağ ve kalitesiyle de değişir.

Yağlı balığın surimi üretimi için hammadde olarak kullanılmasında bazı temel problemler olup, bunlar;

- a) Yüksek yağ oranı ve bu yağın deri ve ete sıkı bağlılığı,
- b) Kara etin içerdiği kan ve pigmentlerin fazla olması,
- c) Balık boyutunun küçük olması,
- d) Tazelikliğini çok hızlı kaybetmesi,
- e) Ölüm sonrası pH seviyesinde çok hızlı düşme,
- f) Protein denatürasyonunun çok hızlı olması,
- g) Hammadde balığın kısa bir dönemde (belirli mevsimde) yakalanabilir, olmasıdır.

Bu problemler yağsız balık için tasarlanmış donmuş surimi üretim teknolojisinin yağlı balığa uygulanmasını zorlaştırır.

Yağlı balıklardaki teknik problemler

Antidenatürant özelliği olan donmuş surimiye üretmenin zorluğu; kimyasal, fiziksel, fizyolojik ve biyolojik özelliklerinin sadece kara etli balıklara özgü olması nedeniyle daha karışıktır.

Hızlı protein denatürasyonu: Sardalya ve pasifik uskumrusu gibi göç eden balıkların kaslarında bu türlerin enerjik yaşam biçimlerinden dolayı çok miktarda glikojen bulunur. Balık öldükten sonra glikojen laktik aside dönüşür ki bu da jel oluşturma yeteneğini etkiler.

Sardalya ve pasifik uskumrusunda tazelik çok kısa sürelidir. Jel gücü, özellikle depolamanın ilk evrelerinde surimi ürünlerinde çok hızlı bir düşüş gösterir. Suriminin yapıldığı balıktaki "kritik" tazelik yani en az kabul edilen jel gücü olan 300-400 g. cm'ye donmamış sardalyada bir gün sonra, donmamış pasifik uskumrusunda bir günden az bir sürede erişilir. Sardalya ve pasifik uskumrusunun küçük olanları büyük olanlara göre tazeliklerini daha hızlı kaybederler.

Yağlı balıkların jel gücünü etkileyen diğer faktörler, yaş, balık sürüsü ve avlanma mevsimidir. Örneğin daha fazla yağ içeriğine sahip olan yaz sardalyasının jel gücü kış sardalyasına göre daha azdır. Ayrıca yaz mevsiminde balığı saklamak daha zordur.

Suda çözünür protein fazlalığı: Kara etli sardalya ve pasifik uskumrusunda çok yüksek miktarda suda çözünür protein bulunur ki bu da eğer filtre edilmezse balığın jel oluşturma özelliğini bozar. Atık su ile ayrılan suda çözünür protein kara etli balıktan surimi üretiminde atıkların arıtılması için ekstra çaba gerektirir.

Koyu renkli kas dokusunun fazlalığı: Sardalya ve pasifik uskumrusunda koyu renkli kas dokusu %10-20 arasındadır. Beyaz etli balıkta ise bu oran oldukça düşüktür. Çok yüksek oranda yağ dokusu, hemoglobin ve düşük jel oluşturma özelliğindeki protein içermesinden dolayı koyu renkli kas dokusu düşük jel gücüne sahiptir ve surimi ile karıştırılırsa koku yapar. Ayıklama sürecinde koyu renkli kas dokusunun tam olarak çıkarılması surimi üretimi için önemli bir adımdır.

Yağ fazlalığı: Kara etli balıklar beyaz etlilere göre daha çok yağ içerirler bile, yağ miktarı mevsimden mevsime dalgalanma gösterir. Bu değişim sardalyada % 2,6-16,4, pasifik uskumrusunda % 2,1-26,7 arasındadır. Özel bir problem ise deri altı yağ tabakasının ölüm sonrası çok kolay okside olmasıdır. Bu aynı zamanda renk değişimi ve balıksı bir koku oluşturur. Surimi üretimi için et, et ayrıcısından geçtikten sonra yağ ile kıyılmış et eğer ayıklama sürecinde ayrılmamış ise karışır. Sonuçta, süzme işleminden sonra artıkların olduğu suyun içinde çok miktarda yağ kalır ki, bu da artık suyun tekrar kullanımı için ekstra çaba gerektirir.

Üretim süreci

Bugün kara etli balıklardan surimi üretiminde farklı yöntemler uygulansa da hepsinde yağın uzaklaştırılması esastır. Birinci kalite surimi üretimi küçük pelajik balıkların kırmızı kaslarından ayrılması ve kalan beyaz etin işlenmesi ile mümkündür.

a) Japon Surimi Birliği (JSA) yöntemi

Temelini filtrasyon döngüsünün oluşturduğu bu yöntem yine üç aşamada gerçekleşir (Şekil 2). Filtrasyon döngüsü de üç evredir.

1. döngü : Etin 4 katı % 0,5 sodyum bikarbonat çözeltisinde, 20 dakika süreyle filtrasyon.
2. döngü : Etin 4 katı soğutulmuş suda 15 dakika süreyle filtrasyon.
3. döngü : Etin 2 katı % 0,3'lük tuz çözeltisinde 10 dakika filtrasyon.

İlk filtrasyon döngüsünde kullanılan sodyum bikarbonat çözeltisi nötr bir pH sağlayarak ürünün jel gücünü artırır. 3. döngüde kullanılan tuz çözeltisi ise suyun ayrılma etkinliğini arttırmak için kullanılır. Üçüncü döngü sonunda süzülen etten presle kalan su ayrılır.

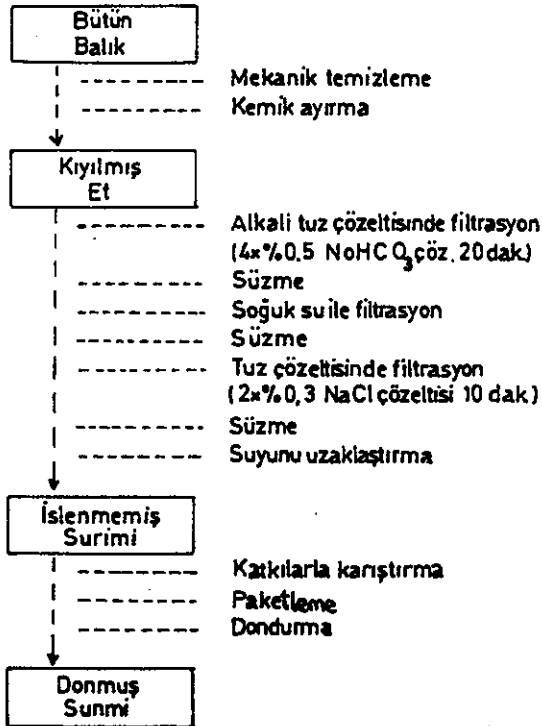
Bu yöntem elde edilen ürünün güzel bir tada sahip olmasını sağlarken aynı zamanda yüksek verimlilik ve kâr sağlama avantajına sahiptir. Ürün tavada ve ızgarada pişirilen kamaboko ve balık sosisi

için uygundur. Dezavantajları arasında ise koyu renkte olması, düşük jel gücü olması ve balıksı bir kokusu olması sayılabilir. Çünkü mekanik temizleme işlemi koyu kas dokularını tam olarak temizleyememektedir.

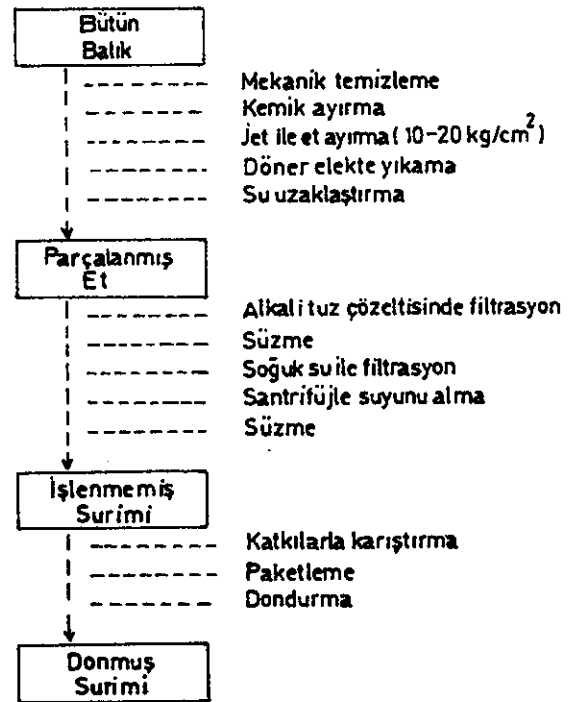
b) Jet yöntemi

Bu yöntemde özel bir et ayırma tekniği uygulanır. Bu yöntemde filetonun koyu renkli kas dokusu ve deri bir yüksek basınç jeti tarafından ayrılır. Bu işlem aynı zamanda bir tür süzmeyi de içerir. Bu yöntemde koyu kas dokusu ve yağ tamamen ayrılarak ürüne beyaz bir görüntü, yüksek jel gücü kazandırılır ve balıksı koku da hemen hemen tamamen kaybolur (Şekil 3).

Bu sistemde deri ve kara etten ayrılmış parçalanmış et döner elekte toplanır ve aynı zamanda duş sistemi ile sürekli yıkanır. Sonra filtrasyon aşamalarına girmeden önce prese girerek suyu uzaklaştırılır. İlk aşamada etin 5 katı % 0,05-0,1 sodyum bikarbonat çözeltisi ile 15 dakika, ikinci aşamada ise yine etin 5 katı temiz su ile 15 dakika filtrasyon uygulanır. Filtrasyonu takiben su uzaklaştırılır, kryoprotektanlar ilave edilerek ambalajlanır, dondurulur ve donmuş depolanır.



Şekil 2. Yağlı balıktan JSA yöntemi ile surimi üretimi
(MARTIN and FLICK, 1990)



Şekil 3. Yağlı balıktan jet yöntemi ile surimi üretimi
(MARTIN and FLICK, 1990)

SURİMİ BAZLI ÜRÜNLER

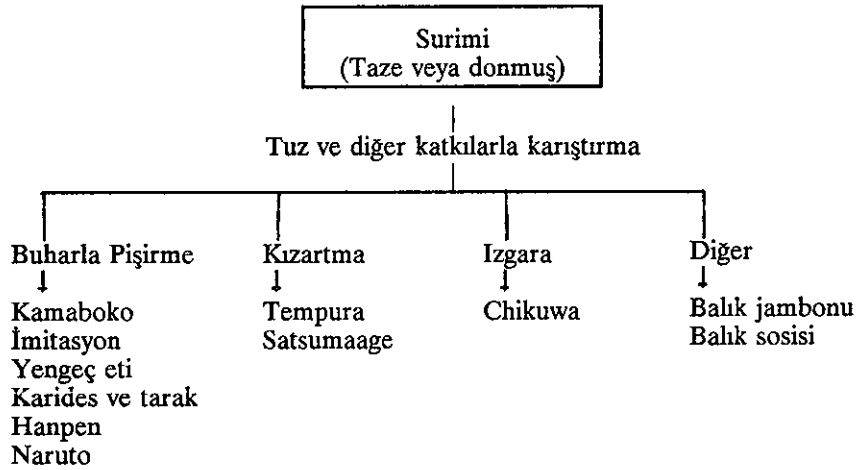
Yarı işlenmiş kıyma materyali olan surimi, tüketime uygun hazır ürünlerin hazırlanmasında geniş çapta kullanılır (Şekil 4).

Surimiden üretilmiş sosisler, kekler, köfteler, somun ve burgerler birçok ülkede büyük oranda kabul görmüştür. Bunların yapıları kültürel tercihlere göre değişiklik gösterir, bu ürünlerden çoğu balık kıyması için en uygun ürünlerdir.

Surimi bazlı ürünlerin hemen hemen % 90'ı kamaboko denilen balık ürünleridir. Surimi bazlı ürünlerin % 10'undan azını ise balık sosisleri, balık jambonu ve balık burgerleri oluşturur. İmitasyon yengeç ve diğer surimi bazlı kabuklu analogları kamaboko olarak kabul edilir.

Kamaboko ürünleri üç temel kategoriye ayrılır; buharda pişirilmiş, ızgara yapılmış ve yağda pişirilmiş olarak. Buharla pişirilmiş tipik kamabokoya "İtatsuki kamabokosu" denir. Fakat bu tipin içine aynı zamanda imitasyon deniz ürünleri, naruto ve hanpen girer ki bu ürünler süngerimsi yapıda Marshmallow tipi ürünlerdir ve boşluklarında hava içerirler. Izgara yapılmış kamabokoya "Chikuwa" denir. Yağda kızartılmış kamaboko ürünleri ise "Satsumaage" ve "Tempura"dır.

Kamaboko'nun temel bileşeni balık kaslarının homojen jel yapısıdır ki, donmuş ve çözünmüş suriminin yoğurulmasıyla veya tuzlanmış taze surimiden elde edilir. Aynı zamanda içerdiği diğer bileşenler, şeker, nişasta, tatlı sake, sodyum glutamat ve yumurta akıdır. Surimi bazlı ürünlerin tipik örnek formülasyonları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Surimi bazlı ürünler (MARTIN and FLICK, 1990)

Çizelge 1. Tipik Kamaboko Formülasyonu (%)

| İçindekiler | Odawara Kamaboko | Chikuwa |
|-------------------|------------------|-------------|
| Surimi | 76-84 | 80,2 |
| Katkılar | | |
| Tuz | 4,2-5,3 | 2,6 |
| Şeker | 11,9-19,5 | 6,4 |
| Na-Glutamat | 1,2-2,0 | 1,2 |
| Patates nişastası | 0-6,5 | - |
| Buğday nişastası | - | 5,6 |
| Tatlı sake | 4,8-6,5 | 4,0 |
| Yumurta akı | Az miktarda | Az miktarda |
| Toplam | 100 | 100 |

Kaynak: MARTIN and FLICK, 1990

Çizelge 2. İmitasyon Su Ürünlerinin Tipik Formülasyonu (%)

| İçindekiler | Yengeç | Tarak | Karides |
|---------------------|--------|-------|---------|
| Surimi | 55,0 | 60,0 | 68,0 |
| Yumurta akı | 8,0 | 5,0 | 4,0 |
| Nişasta | 5,0 | 4,3 | 11,0 |
| Sorbitol | 0 | 0 | 0,2 |
| Tuz | 1,5 | 1,0 | 1,0 |
| Şeker | 0,6 | 0 | 0 |
| Tatlı sake | 1,0 | 0,5 | 0 |
| Kimyasal baharat | 2,3 | 2,7 | 0,4 |
| Doğal renklendirici | 0,1 | 0 | 0,08 |
| Su | 25,0 | 25,0 | 11,32 |
| Yengeç esansı | 2,5 | 0 | 0 |
| Tarak esansı | 0 | 1,5 | 0 |
| Bitkisel yağ | 0 | 0 | 2,5 |
| Baharat | 0 | 0 | 1,5 |

Kaynak: MARTIN and FLICK, 1990

Surimi bazlı ürünler surimi hamurunun yengeç bacağı, istakoz kuyruğu, deniz tarağı veya karides gibi kabuklu su ürünlerine benzer şekilde tekstür kazandırılıp biçimlendirilmesiyle elde edilir. Bu ürünler fabrikasyon ve yapısal özelliklerine göre;

- Yoğurularak şekillendirilmiş ürünler,
- Lifli yapıdaki ürünler,
- Karıştırılmış-şekil verilmiş ürünler,
- Emülsiyon ürünler,

olarak 4 temel kategoriye ayrılırlar.

Yoğurularak şekillendirilmiş ürünler: Bu ürünler surimi hamurunun yoğurularak elastik jel oluşumu sağlanmasını takiben istenen tarzda şekillendirilmesi ile üretilirler. Üretim tekli ekstrüzyon veya ko-ekstrüzyonla gerçekleştirilir. Tekli ekstrüzyonda yoğurulmuş surimi hamuru tek çıkışlı bir başlıktan ekstrude edilir. Böyle bir üretimde tekstürizasyon yoktur. Çok düzgün bir şekil ve kauçuksu tad verir. Ko-ekstrüzyonda ise hamur çoklu başlıktan ekstrude edilir ve üründe et tekstürü oluşur. Parçalanmış ve hasar görmüş kabuklu su ürünlerinden yeniden üretilen ürünlerle, surimi bazlı imitasyon karides vb. ürünler bu grupta yer alırlar.

Lifli yapıdaki ürünler: Bu ürünler surimi hamurunun 1-3 mm genişliğindeki dikdörtgen bir başlıktan geçirilmesi, sonra elde edilen ince tabakanın bir miktar ısıya maruz bırakılarak şerit halinde kesilmesiyle üretilirler. Daha sonra bu şeritler demet haline getirilir, renklendirilir, sarılır ve istenen boyutlarda kesilir. Yengeç bacağı gibi ürünler için ince şeritler tercih edilir ve düz bir kesim uygulanırken, ince ve kalın dilimler halindeki ürünlerin üretiminde daha geniş şeritlere eğimli kesim uygulanır. Bu ürünlerin üretiminde kullanılan surimi hamurunun çekildiği, gerildiği ve kesildiği zaman yeterli derecede yapışık ve elastik olabilmesi için çok kaliteli olması gerekir.

Karıştırılmış-şekil verilmiş ürünler: Bu ürünler istenen boyuttaki şeritlerin surimi hamuru ile veya surimi hamuru olmaksızın karıştırılması ve istenen biçimde ekstrude edilmesiyle üretilir. Burada kullanılan şeritler ya lifli yapıdaki ürünlerin üretiminde açıklandığı tarzda ya da 1-2 mm kalınlıktaki surimi jelini 4 cm'ye kadar ebatta bloklar halinde kesme sonrasında istenen kalınlığa denkleme ile üretilir. Bu tarzda üretilen ürünler direkt şekillendirilmiş ürünlere kıyasla hem daha iyi tekstüre, hem de düzgün ve süngerimsi yapıya sahiptir. Bu ürünler lifli yapıdaki ürünlerle karıştırılarak üretildikleri gibi bu grupta yer alan balık jambonu ise kür edilmiş tuna balığı ve domuz eti dilimlerinin ilave edildiği surimi hamurunun ekstrüzyonuyla hazırlanır.

Emülsiyon ürünler: Emülsiyon tip ürün üretmek için surimi kırmızı et emülsiyonlarının hazırlandığı şekilde işlem görür. Ürüne ilave edilen yağ oranı % 10'dan az olup, bu yağın hayvansal yağ olma zorunluluğu yoktur. Genellikle, balık eti ile stabil bir emülsiyon oluşumu sağlayan bitkisel yağ kullanılır. Elde edilen emülsiyon kılıflara doldurularak tütsülemeyle veya buharla pişirilir.

SURİMİ ve SURİMİ BAZLI ÜRÜNLERİN KALİTESİ

Tipik Japon surimi sınıflandırma sistemine göre surimi su miktarı, katkılar, elastikiyet için katlama testi ve jel gücü gibi 4 temel kriter baz alınarak süper (SA), birinci sınıf (A), ikinci sınıf (B) ve sınıflandırma dışı (C) olarak 4 sınıfa ayrılır.

Surimi üretiminde ana hedef üretim mevsiminin her anında renk, nem içeriği ve jel oluşum yeteneğine göre ürün kalitesinin muhafazasıdır. Bu, ürün kalitesini etkileyen anahtar faktörler yanında üretimin temelini oluşturan asıl prensiplerin iyi bir şekilde anlaşılmasının sağlanması ile mümkündür.

Surimi Kalitesini Etkileyen Faktörler

Surimi kalitesini etkileyen faktörler, hammadde ile ilgili faktörler ve işleme ile ilgili faktörler olarak iki ana grupta incelenebilir.

a) Hammadde ile ilgili faktörler

Tazelik: Balığın tazeliği, işleme koşullarında öncelikle zamana bağlıdır. Depolama süresi ve koşullarıyla azalır. Tazeliğin azalmasına bağlı olarak da balığın surimi üretim kalitesi azalır. Zira suriminin jel dayanıklılığı, işlenmemiş balığın NH_3 ve pH değeri logaritmik artışa geçmeden önce işlenmesiyle daha yüksek olur. Rigora girmiş balığın işlenebileceği en erken durum yakalandıktan sonraki 5 saattir. İyi kaliteli surimi 0°C 'de depolanması kaydıyla avlandıktan itibaren 4 gün içerisinde elde edilebilir.

Mevsime bağlılık: Balığın surimi üretim kalitesi balığın yakalandığı mevsime göre değişiklik gösterir. Genellikle, beslenme periyotlarında yakalanmış balıktan en yüksek kalitede surimi üretilir. Bu dönemde, balık eti en düşük nem içeriği ve pH ile en yüksek toplam proteine sahiptir. Tam tersine, yumurta dökme mevsiminde ve sonrasında yakalanan balıktan düşük kaliteli surimi üretilir. Bu balığın kasının pH'sı beslenme dönemindeki balığın pH'sından daha yüksektir ve dokunun daha yumuşak olmasına neden olan fazla su tutma eğilimindedir.

Tür: Jel oluşumunda önemli olan nem ve protein içeriği ile sarkoplazmik proteinlerin myofibriller proteinlere oranı çeşitli balık türleri arasında farklılık gösterdiğinden surimi üretiminde balık türü önemlidir.

b) İşleme ile ilgili faktörler

Mekanik kesme ve filetolarına ayırma: Balığın kemik ayırıcıya girmeden önce file yapılması veya başın ayrılması ve iç organlarının çıkarılmasına verim ve kalite baz alınarak karar verilmelidir. Başın ve iç organların ayrılması daha yüksek verim sağlamasına rağmen, bu şekilde üretilen surimi düşük kalite derecesine ve daha düşük jel oluşturma yeteneği ile daha koyu bir renge sahiptir. Ayrıca filtrasyonda daha fazla su gerekir. Başın ve iç organların ayrılmasıyla ilgili bu problem omurga kemiklerinin ayrıldığı yüksek hızda file yaparak parçalayan üniteleri içeren işleme prosesinde çözülebilir. Bu sistem başı ve fileyi 120 parça/dakikalık bir hızla direkt keserek çalışır.

Kıyma işlemi: Kıyma işleminde temel faktör delik çapı 1-5 mm arasında değişen silindir kullanımıdır. Kalite ve ürün miktarına göre optimum 3-5 mm delik çapına sahip silindirler önerilir. Daha küçük delik büyüklüğü (1-2 mm) koyu ve konnektif dokudan uzak ince çekilmiş kıyma verir. Bununla beraber ince partikül büyüklüğünden sorumlu olan küçük delikli başlıkla işleme su ile yıkama süresince elekten dışarı ince çekilmiş et partiküllerinin önemli bir kaybına neden olur. Bu da verimi düşürür. Tam tersine 4-5 mm çapında deliklere sahip makinada etin kıyılması daha büyük et partikülleri verir ve daha yüksek verim sağlar.

Filtrasyon: Ticari üretim tesisinde filtrasyon sürekli olarak yapılır. Üniform bir çalkalama düşük hızla çalışan blenderle sağlanır. Düşük hız özellikle kıyılmış etin lapa haline gelmesini engellemek için önemlidir.

Filtrasyon veya ekstraksiyon işleminin performansı çalkalama süresine önemli ölçüde bağlıdır. Fazla çalkalama veya uzun yıkama süresi genelde kas dokunun hidrasyonuna neden olur ve suyun uzaklaştırılması sürecinde yıkanmış etten suyun uzaklaştırılmasını zorlaştırır. İşte bu nedenle su içinde tutulma süresi minimumda tutulmalı ve bu süre yeterli ekstraksiyon için uygun uzunlukta olmalıdır. Filtrasyonda su/et oranı 3:1 ve 4:1 olduğu değerler hem ekonomik hem de yeterlidir. Su/et oranı yıkama döngülerinin sayısını da belirler.

Su durumu: Surimi kalitesini etkileyen su ile birleştirilmiş önemli kalite faktörleri sıcaklık, sertlik, mineral içeriği, pH ve tuzluluk miktarıdır. Su, balık doku proteininin fonksiyonel özelliklerini koruyabildiği sıcaklık derecesinin altında bir sıcaklığa soğutulabilir. Tavsiye edilen sıcaklık derecesi 10°C veya daha düşük bir derecedir. Ca/Mg ve Fe/Mn'in minimum seviyelerine sahip yumuşak su yıkama için tavsiye edilir. Sert su, donmuş depolama süresince tekstür ve renk kalitesinin bozulmasına neden olur. Ca/Mg tekstür değişiminden, Fe/Mn renk değişiminden sorumludur. Balık etine maksimum su tutma kapasitesi vermek için pH 6,5-7,0 civarında olmalıdır ve son yıkama suyu % 0,1-0,2 oranında tuzlu olmalıdır.

Süzme: Filtrasyon işleminden sonra su süzülür. Katı madde kaybının çoğu bu basamakta gerçekleşir. Katı madde kaybı yaklaşık olarak kıyılmış etin % 30'u kadardır ve 1,7 kısım suda çözünür protein, 1 kısım myofibriller proteinden ibarettir (Şekil 5).

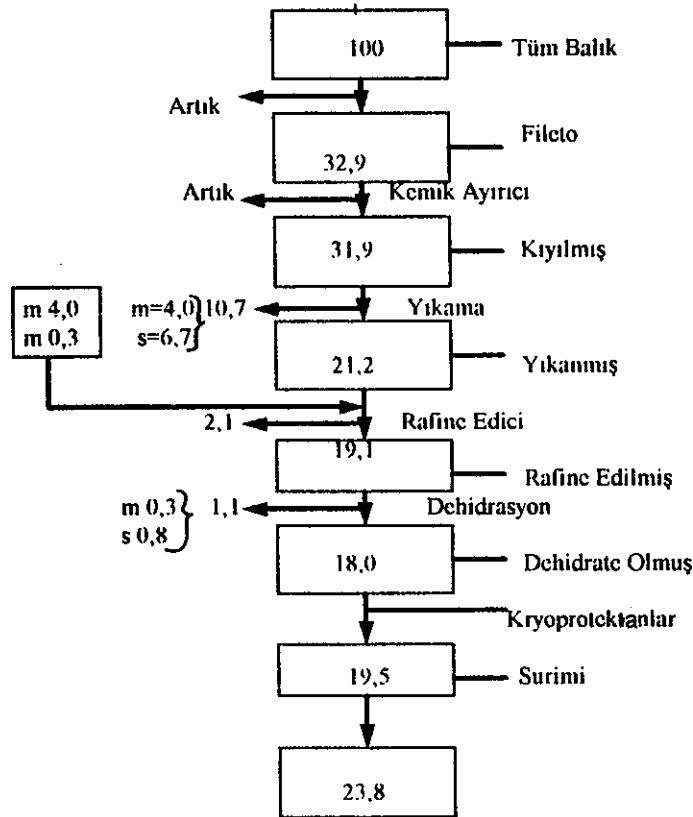
Teorik olarak bu gibi kayıplar silindirik döner eleğin küçük ve uygun sayıda delik içermesiyle azaltılabilirse de, deliklerin büyüklüğü kolay drenaj için uygun genişlikte olmalıdır. Bir eksen etrafında dönen tipik ticari eleğin yüzeyinin % 24'ü 28 mesh'lik delikler içermelidir. Bu deliklerden geçen et partikülleri santrifüjleme ile tekrar geri kazanılabilir ve bunların jel oluşum yeteneği tutulan etle aynı olup surimi hattına geri dönebilir. Filtrasyon ve dehidrasyondan elde edilen atık su içindeki katı maddelerin geri kazanılması ürün miktarını % 22 oranında artırır.

Ters Akımlı Filtrasyon İşlemi İle Filtrasyon Suyunun Yeniden Kullanışlı Hale Getirilmesi: Filtrasyon suyu Şekil 6'da görüldüğü üzere ters akımlı ekstraksiyon prensibiyle yeniden kullanılır hale getirilebilir. Böylece su kullanımında önemli ölçüde azalma olur.

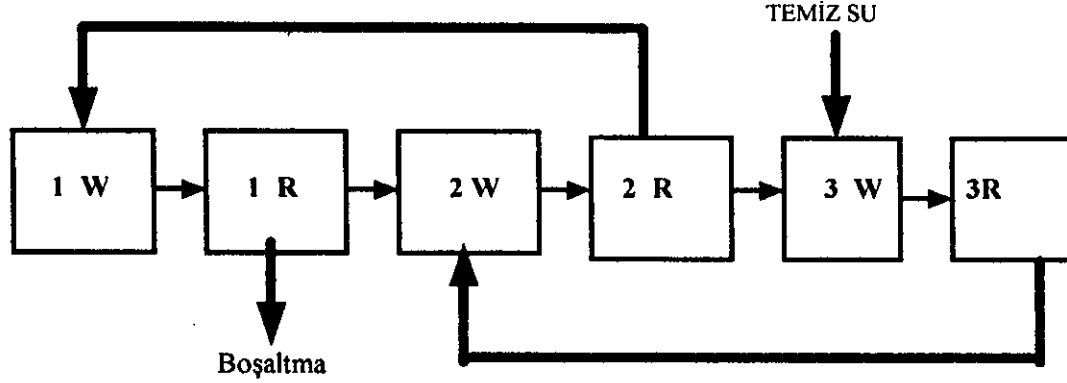
İlk filtrasyon suyu, yağlı maddeler, kan, enzimler gibi arzu edilmeyen kirlilik unsurlarını yüksek oranda içerdiğinden atılmalıdır. Suyun ters akım ile akması ve ilk filtrasyon döngüsünden elde edilen suyun atılması ile filtrasyon suyunda atık materyalin sürekli toplanma problemi ortaya çıkmaz.

Rafinasyon: Rafinasyonun amacı (aynı zamanda süzgeçten geçirme olarak da adlandırılır) beyaz eti koyu kas ve konnektif dokudan ayırmaktır. Süzgeç deliği küçüldükçe elde edilen doku beyazlaşır, fakat ürün miktarı azalır. Ürün miktarı ve kalitesi açısından 2 mm'lik delik çapı tavsiye edilir.

Kryoprotektanların ilavesi: Bu konuda en önemli problem kullanılacak mikserin tipinin seçimidir. Et dokusu içinde kryoprotektanların üniform olarak dağılımına olanak sağlayan her tip kabul edilebilir, fakat teknik olarak kesici tip mikser, blender tip mikserden daha iyi kabul edilir. Zira kryoprotektanın ürün içinde homojen dağılımı karıştırma sistemine bağlı olarak sürenin bir fonksiyonudur. Kesici tip mikserle bu homojen dağılım 30 sn'ye ihtiyaç gösterirken, blender tipinde 3 dak'ya ihtiyaç duyulur. Bu uzun sürede sıcaklık yükselmesi kaçınılmaz olduğundan işlem 15 sn aralıklarla durarak tamamlanır.



Şekil 5. Surimi üretiminde materyal dengesi (m= Myofibriller protein, s= Sarkoplazmik protein)(LEE, 1986)



Şekil 6. Ters akımlı ekstraksiyon ile filtrasyon suyunun yeniden kullanış hale getirilmesi (W= Yıkama, R= Dönel çalkalama)(LEE, 1986)

Surimi Bazlı Ürünlerin Kalitesini Etkileyen Faktörler

Surimiden imitasyon kabuklu eti yapımında fiberizasyonun amacı et tekstürü oluşturmaktır. Et tekstürü sadece fiberizasyonla değil aynı zamanda nişasta ve albumin (yumurta akı veya laktoalbumin) gibi katkıların kullanımıyla sağlanan tekstürel modifikasyonla da kazanılır. Bu iki katkının uygun oran ve kombinasyonunun birleşimi surimi jelinin elastikiyetini değiştirir. Katkıların tekstür değiştirici etkisi sıcak-katılaşma, son pişirme süresi ve sıcaklığından olduğu gibi nem düzeyinden de etkilenir. Fiberizasyon tekniği endüstrinin her yerinde nispeten standarttır ve bu konunun odağı katkıların tekstür geliştirici rolü, termal işleme ve donma-çözünme stabilitesi üzerinde toplanabilir.

a) Katkılar

Surimi bazlı ürünlerde kullanılan asıl katkılar nişasta ve yumurta akıdır. Yağ özellikle şekillendirilmiş karides analogları gibi ürünlerde kullanılır. Duyusal bakımdan nişasta surimi jelinin elastikiyetini korurken, yumurta akı elastikliği azaltır. Arzu edilen tekstürel özelliğe, yeterli düzeyde nem içeren surimiye ilave edilecek katkıların oranı yaklaşık olarak ayarlanarak ulaşılabilir.

Nişasta: Surimi jelinin tekstürü, nişastanın jelatinize olmuş durumdaki reolojik özellikleri, amilopektin içeriği ve modifikasyonun doğası ile ilişkisi olarak nişastanın tipi tarafından etkilenebilir.

Surimi jellerin kıvamı ve bağlılığı nişastanın amilopektin içeriğinin artmasıyla yükseldiği gibi, jelatinize olmuş nişastanın su bağlama kapasitesi ve viskozitesinin artmasıyla artar. Soğuk depolama süresince elastikiyet ve uzaklaştırılabilir nem nişastanın amiloz fraksiyonundaki artışla yükselir.

Tekrar ısıtılan surimi jellerinin tekstürel özelliklerindeki en önemli rolü nişasta oynar. Bu nedenle ısıtılmış surimi jelinin tekstürü, nişastanın tipi ve uygun seviyesinin seçimi yoluyla optimize edilebilir. Genellikle surimi bazlı ürünlerde nişasta % 5 ile % 10 seviyesinde yaygın kullanılır. Örneğin ısıtılmış surimi bazlı ürünlerin lastiksiliği nişasta seviyesinin yükseltilmesiyle azaltılabilirken, soğutulmuş ürünün lastiksiliği yumurta akı veya diğer tip albuminin birlikte kullanılmasıyla giderilebilir.

Albuminler: Ticari olarak kullanılabilen üç tip albumin vardır. Bunlar yumurta akı, laktoalbumin ve soya proteini izolatıdır. Farklı kaynaklardan elde edilen bu albuminler, benzer karakteristikleri oluştururlar. Yumurta akı püskürtülerek kurutulmuş veya dondurulmuş formlarda kullanılabilir. Yalnız daha yüksek fonksiyonelliğe sahip olan dondurulmuş formun daha iyi olduğu unutulmamalıdır.

Katı yağ/sıvı yağ: Bitkisel sıvı yağ surimi ağırlığının % 3-4'ü oranında şekillendirilmiş ürünlerde kullanılır. Bu donma-çözünme stabilitesini artırarak süngerimsi tekstür gelişimini engeller ve pişmeden kaynaklanan tekstürel varyasyonları minimuma indirir. Bugün U.S. Diyet Tüzüklerine göre bitkisel/balık bazlı yağ veya az doymuş yumuşak yağdan fonksiyonel ihtiyaçları sağlayacak seviyede kullanılması gerekir.

b) Su

Surimi jelinin tekstürel karakteristikleri sadece katkılar tarafından değil aynı zamanda formülasyondaki su miktarıyla da değiştirilebilir. Ticari formüllerin nem içeriği % 72-78 arasında değişir. Su aynı zamanda donma-çözünme stabilitesinde en önemli rolü oynar. Her bir formülün ürünün donma-çözünme stabilitesini koruyan su tolerans seviyesi vardır. Su yükseldikçe daha duyarlı olur.

Su seviyesini azaltmadan donma-çözünme stabilitesini sağlamak için kryoprotektif katkılar kullanılır. Bunun da iki tipi vardır.

- Pişirilmiş ve dondurulmuş ürünler için hazırlanmış modifiye nişasta,
- Pişirilmeden donmuş depolanacak ürünler için hazırlanan sorbitol vb.

c) Sıcaklık-zaman ilişkisi

Surimi jellerinin tekstürü önemli oranda pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi tarafından etkilenir. Optimum sıcaklık-zaman ilişkisinin belirlenmesi arzu edilir tekstürü sağlamak için çok önemlidir.

Surimiden lifli ürünlerin imalinde genellikle iki aşamalı pişirme uygulanır. İlk aşamada extrudat bir tabaka halinde katılaştırmak için ısıtılır. Liflerine ayırma sırasında bu yapışkan olmamalıdır. Katlama ve ikinci basamakta yapılan sonraki ısıtma süresince birbirine bağlanmalıdır. Optimum sonuçlar, yüzey kurumaması önlemek için kuru (gaz/elektrik) ve ıslak (buhar) ısı kombinasyonu orta derecede ısı uygulamasıyla elde edilir. Doğru sıcaklık-süre ilişkisini sağlamak için üretim hızının yavaş tutulduğu kısa ısıtma ünitesine ihtiyaç duyulur. Böylece ilk ısıtmada yeterli gerilme direnci olan ekstrudat oluşur. İkinci ısıtmada liflerine ayrılmış ve katlanmış ürün 20-30 dak için 80-90°C de sıcak su veya buhar uygulamasıyla pişirilir. Bu basamakta fazla ısıtma istenmez. Aksi halde hem sert-lastiksi hem de daha düşük donma-çözünme stabilitesi olan ürün elde edilir.

d) Donma-çözünme stabilitesi

Surimi bazı ürünlerin büyük bir kısmı pişmiş formda hazırlanır ve soğuk veya donmuş depolanır. Bununla beraber, bazı şekillendirilmiş ürünler pişirilmemiş halde dondurulur. Bu sebeple donmuş depolama boyunca ürünlerde uygun kryoprotektan kullanılmış olmasına rağmen süngerimsi tekstür gelişir ve sızıntı kaybına bağlı olarak donma-çözünme bozulmaları görülür. Sızıntı, ürün yanlış olarak depolanır ve çözündürülürse koku meydana getirir. Genellikle şekillendirilmiş ürünler donma-çözünme değişikliklerine karşı lifli ürünlerden daha hassastır. Ayrıca pişirilmemiş ürünler pişirilmişlere göre dondurma için daha az stabildirler. Sıcaklık uygulaması (yani pişirme) protein-jel ağ örgüsünü sıkıştırarak buzun olduğu matriksi stabilize eder. Jel matriksinde oluşan buz kristallerinin büyümesi üründe bulunan katkıları yanında neme de bağlıdır.

Şekillendirilmiş ürünlerde dondurmaya oluşan arzu edilmeyen tekstürel değişiklikler modifiye nişasta ve/veya kryoprotektanların uygun tiplerinin kullanımıyla veya düşük su düzeyinde, düşük oranda sıvı yağ, nişasta ve yumurta akının uygun formülasyonu ile kontrol edilebilir.

e) Flavor

Surimiden üretilen yeni ürünlerin başarısı için anahtar faktörler formülasyon ve flavordur. Doğal flavorlar kabul edilebilirliğinin fazla olmasından dolayı, sentetik flavordan daha çok kullanılır. Yalnız doğal flavorun stabil olmadığı unutulmamalıdır. Stabil olmayan flavorla üretilen ürünlerde genelde depolama sürecinde flavor değişimine uğrar.

KAYNAKLAR

- CHENG, C.S., HARMANN, D.D. and WEBB, N.B. 1979. Effect of thermal processing on minced fish gel texture. *J. Food Sci.*, 44, 1080.
- CHUNG, K.H. and LEE, C.M. 1990. Relationships between physicochemical properties of non-fish proteins and textural properties of protein-incorporated surimi gel. *J. Food Sci.*, 55, 972-975.
- CHUNG, K.H. and LEE, C.M. 1991. Effect of water binding and dispersion pattern of ingredients on the textural properties of surimi gel. *J. Food Sci.*, 56, 1263-1266.
- HSU, S.Y. 1990. Effect of frozen storage and other processing factors on the quality of surimi. *J. Food Sci.*, 55, 661-665.
- KIM, J.M. and LEE, C.M. 1987. Effect of starch on textural properties of surimi gel. *J. Food Sci.*, 52, 722-725.
- LANIER, T.C. 1986. Functional properties of surimi. *Food Technol.*, 40, 107-114.
- LEE, C.M. and TOLEDO, R.T., 1976. Factors affecting textural characteristics of cooked comminuted fish muscle. *J. Food Sci.*, 41, 391-397.
- LEE, C.M. 1984. Surimi process technology; mechanically deboned, washed and stabilized fish flesh is being increasingly used as a functional ingredient in fabricated of seafood. *Food Technol.*, 38, 69-80.
- LEE, C.M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based product. *Food Technol.* 40, 115-124.
- MARTIN, R.E. and FLICK, G.J. 1990. *The Seafood Industry*, Van Nostrand Reinhold, New York., p. 445.
- REGENSTEIN, J.M., 1986. The potential for minced fish, *Food Technol.*, 3, 101.
- SHAHIDI, F. and BOTTA, J.R. 1994. *Seafoods Chemistry Processing, Technology and Quality*. Chapman and Hall, London, p. 342.
- SIKORSKI, Z.E. 1990. *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, p. 288.

GIDA Dergisi 1997 Yılı Reklam Fiyatları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Fiyatlar bir sayı için olup KDV dahil değildir.

Trikrom ofset baskıya uygun filmlerin gönderilmesi gereklidir.

Arka Kapak : 15.000.000 TL.

Kapak İçeri : 12.000.000 TL.

İç Sayfa (1/1): 8.000.000 TL.

**Gıda Teknolojisi Derneği
Yönetim Kurulu**

GIDA Dergisi 1997 Yılı Dizgi Ücreti 2.000.000 TL. olarak yeniden belirlenmiştir.

Ayrı basım; talep eden araştırmacılara 500.000 TL. ek ücret karşılığında verilecektir.

**Gıda Teknolojisi Derneği
Yönetim Kurulu**