

KİMYASAL KABARTILAN ÜRÜNLERDE KABARTMA ASİTLERİNİN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Önder Yıldız¹, İsmail Sait Doğan²

¹ Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Iğdır

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / Received: 11.03.2008

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 10.04.2009

Kabul tarihi / Accepted: 12.04.2009

Özet

Kimyasal olarak kabartılan ürünlerde kullanılan kabartma tozları sodyum bikarbonat (soda) ve bir ya da birden fazla kabartma asidinin birleşmesinden oluşur. Fırın ürünlerinin iç yapısına katkıda bulunan koşulları ve reaksiyonları harekete geçiren kabartma asitleri tat, gözenek özelliklerini, kabuk ve iç rengini etkiler. Ayrıca, diğer bileşenler üzerine yaptıkları anyonik ve katyonik etkileşim vasıtasıyla pişmiş ürün kalitesi de değişir. Kalsiyum ve alüminyum iyonlarını içeren kabartma asitleri ince gözenek duvar kalınlığı sağlar ve gluten gelişimine katkıda bulunarak kek tekstürüne esneklik kazandırır. Sonuçta küçük hava kabarcıklarının birleşerek büyük gözenek oluşturma eğilimi azalır. Diğer yandan sülfat ve fosfatları içeren kabartma asitleri gluten gelişimini ve gaz tutulmasını olumsuz etkilerler. Her bir asidin farklı reaksiyon hızı ve CO₂ salınım süresine sahip olması son ürün özelliklerine yansır. Son ürünün pH'sı da kek iç rengini etkiler. Düşük pH daha beyaz kek rengi verirken, yüksek pH daha koyu renk verir. Bu çalışmada kimyasal kabartılan ürünlerde kabartma asitlerinin fonksiyonel özellikleri tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Kimyasal kabartma, kabartma asidi, fosfat, sülfat, soda

FUNCTIONAL PROPERTIES OF LEAVENING ACIDS USED IN CHEMICALLY LEAVENED PRODUCTS

Abstract

Baking powders used in chemically leavened products consist of sodium bicarbonate (soda) and one or more leavening acids. Leavening acids, stimulating the conditions and reactions contributing to the crumb properties, affect the taste, crumb grain properties, and the color. It also alters the baked product quality through anionic and cationic interactions with the other components. Leavening acids containing calcium and aluminum ions ensure formation of a thin crumb cell wall and increase the elasticity of the cake structure contributing to gluten development. As a result, the tendency of coalescence of small cells to large bubbles is reduced. On the other hand, sulphate and phosphate containing leavening acids have an adverse effect on gluten development and gas retention. Different leavening acids have different rates of reactivity and CO₂ release times which affect the final product attributes. The pH of the final product affects the crumb color. A low pH from low soda gives whiter crumb color while higher pH results in darker colors. In this study functional attributes of leavening acids on chemically leavened products were discussed.

Keywords: Chemical leavening, leavening acids, phosphate, sulphate, baking soda

* Yazışmalardan sorumlu yazar/ Corresponding author;

✉ isdogan@yyu.edu.tr, ☎ (+90) 432 225 1024/ 2718, 📠 (+90) 432 225 1104

GİRİŞ

Kabartıcı maddeler pişen ürünün hafif ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar. Oluşan yeknesak gözenek yapısı, parlak ve yumuşak doku gibi arzu edilen nitelikler son ürünün yenme kalitesini artırır.

Kimyasal kabartılan ürünlerde kullanılan kabartma tozları, bir karbondioksit kaynağı ve bir ya da birden fazla kabartma asidinden oluşur. Sodyum bikarbonat (soda), maliyetinin ucuz olması, ticari preperatlarının yüksek saflığı, toksik olmaması, kullanımının kolaylığı ve mamul ürünün tadını fazla etkilememesi nedeniyle en çok tercih edilendir (1). Soda yerine amonyum bikarbonat veya potasyum bikarbonatta kullanılabilir. Amonyum bikarbonat çok düşük neme sahip olan ürünlerde tercih edilirken, potasyum bikarbonat daha ziyade düşük sodyum uygulamalarında kullanılır. Kabartma tozları soda ve asidin yanı sıra genellikle nişasta olan inert seyreltici madde de içerir. Nişastanın fonksiyonu soda ile asitlerin fiziksel olarak birbirinden uzak durmasını sağlayarak, kullanılmadan önce reaksiyona girmelerine engel olmaktır. Bazı araştırmacılar nişasta yerine kalsiyum karbonatın kullanılabilirliğini bildirmektedir (2, 3). Kalsiyum tuzları ilk zamanlarda U.S. Pat. No. 315,831'de belirtildiği gibi kabartma sistemlerinde kullanılmıştır. Fakat bu tuzlar, alkali metal tuzları ile karşılaştırıldığında memnun edici performans göstermezler. Bu nedenle U.S. Pat. No. 4,388,336 ve 4,526,801'de belirtildiği üzere kalsiyum karbonat, kabartma asitlerini erken reaksiyondan korumak için de kullanılmaktadır (4). Öte yandan Brose ve Becker (2001) ise kalsiyum karbonatın soda yerine kullanılabilirliğini ifade etmektedir (5).

Kabartma tozları üstleneceği fonksiyona bağlı olarak tek ve çift etkili olarak üretilebilir. Tek etkili kabartma tozları bir kabartma asidi içerirken, çift etkili kabartma tozları en az iki kabartma asidi içerirler. Bunlardan birisi oda sıcaklığında reaksiyona girerken diğeri ise pişme sıcaklığında reaksiyona girer. Bu yüzden kabartma asitleri reaksiyon hızlarına göre hızlı (fast-acting) ve yavaş (slow-acting) olarak sınıflandırılır. Hızlı reaksiyon hızına sahip kabartma asitleri oluşturdukları gazın çoğunu oda sıcaklığında üretir. Yavaş reaksiyon hızına sahip kabartma asitleri ise mevcut CO₂ gazının bir kısmını hamurun karıştırılması sırasında serbest bırakırken, çoğunluğunu ise yüksek sıcaklıklarda salıverir. Seçilen asit oluşacak karbondioksitin oranını da belirler. Kullanılacak kabartma asidi seçiminde

nötralizasyon değeri, reaksiyon hızı ve iyonik etki gibi birkaç faktör temel alınır (6).

Kullanılan karbondioksit kaynağı ve kabartma asitlerinin farklı karakteristik özellikleri son ürün özellikleri üzerine önemli derecede etkilidir. Karışım içerisindeki bu bileşenlerin miktarlarının doğru ayarlanması, uygun asit seçimi önemlidir. Ayrıca karışım sırasında oluşan hava kabarcıklarının sistem içerisinde tutulması için, kullanılan un ve diğer bileşenlerin özellikleri, hamur viskozitesi oldukça önemlidir (2).

Bu çalışmada kimyasal kabartılan ürünlerde yaygın olarak kullanılan kabartma asitlerinin fonksiyonel özellikleri ve asit seçerken göz önünde bulundurulması gereken hususlar tartışılacaktır.

NÖTRALİZASYON DEĞERİ

Formülde kullanılacak asit miktarı, kullanılan soda miktarına ve asidin nötralizasyon değerine (ND) bağlıdır (1). ND değişik kabartma asitlerinin mevcut asitliklerini hem karşılaştırmak hem de uygun kullanım seviyelerini belirlemek için geliştirilmiştir. Bir asidin ND 100g asit tarafından tamamen nötralize edilen (gaz formuna dönüştürülen) soda miktarını ifade eder. Farklı kabartma asitlerinin ND, sodyum bikarbonat ile reaksiyonlarına ait kimyasal denklem üzerinden hesaplanmıştır (Çizelge 1). Diğer bikarbonat kaynakları kullanıldığında ND değişir. Çizelge 1'deki ND amonyum bikarbonat kullanıldığında 0.93, potasyum bikarbonat kullanıldığında ise 1.19 ile çarpılmalıdır. Hesaplanan bu değerler titrasyon yöntemi ile bulunan değerlerle karşılaştırıldığında, özellikle MCP için ND değişmektedir. Bu farklılık kullanılan bileşiklerin çözünürlüğü ve saflık derecesindeki farklılıklardan ve titrasyon sırasında yapılabilecek hatalardan kaynaklanabilmektedir.

Sodyum bikarbonat suda kolay çözüldüğü için hamur hazırlama sırasında kolayca ortama karışır. Eğer ortamda bileşenlerden gelen doğal asit yok ise, çoğu üründe istenmeyen yüksek pH oluşur (1). Bu yüzden son üründe arzu edilen kalite ve pH'nın sağlanması için kullanılacak asit miktarının doğru hesaplanması önemlidir. Aksi takdirde üründe arzu edilmeyen tat, koku, renk ve tekstür problemleri ortaya çıkar (7). Bileşiminde fazla soda içeren keklerde oluşan yüksek pH sebebiyle, sabunumsu tat, kalın gözenek duvarına sahip koyu renkli kek içi elde edilir. Asit içeriğinin fazla olması durumunda ise düşük pH oluşur. Sonuçta yeterli olmayan iç

Çizelge 1. Yaygın olarak kullanılan kabartma asitlerinin nötralizasyon değerleri ve nispi reaksiyon hızları

| Kabartma Asitleri | Nötralizasyon Değeri* | Reaksiyon Hızı | Reaksiyon aşaması** |
|--|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Mono kalsiyum fosfat mono hidrat (MCP) | 88.80 | Hızlı | 1 |
| Mono kalsiyum fosfat anhidrat (AMCP) | 95.72 | MCP'den daha yavaş | 1 |
| Sodyum asit piro fosfat (SAPP) | 75.67 | Çok yavaş - yavaş | 1-2 |
| Sodyum alüminyum fosfat (SALP) | 101.68 | Yavaş | 2 |
| Sodyum alüminyum sülfat (SAS) | 104.10 | Yavaş | 1-2 |
| Dikalsiyum fosfat dihidrate (DCPD) | 35.22 | Çok yavaş | 3 |
| Glukono-delta-lakton (GDL) | 47.19 | Yavaş | 1-2 |

*Sodyum bikarbonat için kimyasal denklem üzerinden hesaplanmıştır

** Reaksiyon aşaması 1= hamur hazırlama, 2= pişirme, 3= pişirmenin sürecinin sonlarına doğru

rengi ve ekşi tat meydana gelir (3). Eğer farklı nötralizasyon değerlerine sahip iki kabartma asidi kullanılacak ise, ilave edilecek toplam soda miktarının hesaplanmasında her bir asidin nötralize edeceği soda dikkate alınmalıdır (6). Bu yüzden son üründe arzu edilen kek özelliklerini sağlamak için tercih edilen kabartma sisteminde soda ve asit dengesi mutlaka kurulmalıdır.

Unlu mamullerde kullanılan ekşi yoğurt ve asidik meyve gibi katkı maddeleri ortamın asitliğini artırır. Kabartma asitleri kullanılmadığında un ve sütteki mevcut asitlerle soda reaksiyona girerek toplam potansiyel karbondioksitin yaklaşık %25'ini oluşturur. Formüle ilave edilecek kabartma asidi hesaplanırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bazen son ürünün pH'sının çok az alkali veya çok az asidik olması istenir. Örneğin çikolatalı keklerde arzu edilen iç rengi sağlamak için formüldeki soda miktarı arttırılarak alkali ortam hazırlanır. Benzer şekilde beyaz keklerin iç rengini iyileştirilebilmek için kabartma tozundaki asit oranı çok az arttırılabilir (8). Örnek olarak çikolatalı pandispanya türü bir kek üzerinde yapılan bir çalışmada pH'nın 8.5-9.0 arasında olması tavsiye edilmektedir (9).

Sonuçta son ürünün iç rengi pH ya bağlı olarak değişebilir. Düşük sodyum bikarbonat ilavesinden kaynaklanan düşük pH seviyelerinde kek gözenek rengi beyazlaşırken, yüksek sodyum bikarbonat ilavesinden kaynaklanan yüksek pH'da renk koyulaşır (2). Bu yüzden kimyasal kabartılmış ürünlerin özellikleri farklı nötralizasyon değerleri ile büyük oranda modifiye edilebilir.

REAKSİYON HIZI

Asitlerin reaksiyon hızı, sodyum bikarbonat ile kabartma asidi arasındaki reaksiyonun hızı ve asidin

çözünürlüğü hakkında bilgi verir. Normal şartlar altında reaksiyon hızı, spesifik bir kabartma asidi ile sodyum bikarbonatın reaksiyonunu takiben sekiz dakika içerisinde salınan %CO₂ miktarı olarak ifade edilir (10).

Hamur hazırlama sırasında sodyum bikarbonat suda kolay çözündüğü için ortama karışması hızlıdır. Kabartma asitlerinin ND, çözünme hızı ve sıcaklığı farklıdır. Bu yüzden asidin çözünme hızı kimyasal reaksiyonun hızını belirler. Kabartma asidinin çözünürlüğünü etkileyen en önemli faktör ise sıcaklık olup kabartma asitlerinin sınıflandırılmasında kullanılır (7). Kabartma asitleri reaksiyon hızları temel alınarak, hamur hazırlama sırasında reaksiyona girenler (nucleating agents), belirli bir süre sonra salınım yapanlar (time released agents) ve pişirme sırasında sıcaklık tarafından aktive olanlar (heat activated agents) olarak sınıflandırılabilir (5).

Hamur hazırlama süresi, bileşimdeki kalsiyum gibi iki değerlikli katyonların yüzdesi, şeker konsantrasyonu, su bağlayan bileşenlerin (nişasta ve gam) yüzdesi ve hidrasyon seviyesi gibi faktörler de reaksiyon hızını etkiler (10). Ayrıca soda ile asidin granül büyüklüğü ve kaplanması (encapsulation) gibi özel uygulamalar da reaksiyon hızını değiştirir (2). Yüksek sıcaklık ve nem seviyeleri reaksiyonu hızlandırırken, ilave edilen şeker ortamdaki su için rekabet ettiğinden reaksiyonu %5-10 oranında azaltır (10). Çoğunlukla sert sular ve süt ürünlerinde bulunan çözünür kalsiyum iyonları ile sodyum asit pirofosfatın interaksiyonu da reaksiyon hızını azaltır (7).

Bir kabartma asidi seçiminde CO₂'in salınmaya başlama zamanı ve hızı son derece önemlidir. Kabartma asitlerinde bu değerler farklı olduğu için üretimin hangi aşamasında gazın serbest kalacağını

arzu edildiği bilinmelidir (10). Çizelge 2'de Labaw (1982) tarafından belirtilen, farklı kabartma asitlerine ait CO₂ üretme zamanı ve miktarları gösterilmiştir (11).

GRANÜL BÜYÜKLÜĞÜ

Soda ve kabartma asitlerinin granül büyüklüğü yukarıda ifade edildiği gibi reaksiyon hızını etkiler. Kabartma tozu ve kabartma asidi üreten firmalar CO₂ gazının salınım oranını değiştirmek için sodanın granül büyüklüğünü ayarlarlar. Sodanın granül büyüklüğü 25-250 mikron arasında değişmekle birlikte gıda sanayinde tercih edilenler ortalama granül büyüklüğü 65, 85 ve 115 mikrondur (Grade 1, 2, 4) (12). Granül büyüklüğünün artmasıyla reaksiyon hızı düşer. Bu yüzden ticari kabartma tozlarının başarısı için granül büyüklüğünün kontrol edilmesi gerekir. İnce ve iri granüller beraber bir karışım halinde kullanılarak arzu edilen kabartma sistemleri oluşturulur.

Grade 1 olarak adlandırılan granül büyüklüğü hamur hazırlama sırasında çok hızlı çözünür. Kurabiye, kimyasal kabartılan ekmek ve birçok kek türü için idealdir. Grade 2 olarak adlandırılan granüller yoğurma sırasında ve pişinceye kadar geçen sürede minimum kabarmanın arzu edildiği ürünlerde kullanılır. Grade 4 ise son ürüne işlemeden önce soğutularak muhafaza edilecek hamurlarda ve donat (kimyasal kabartılmış lokma tatlısı) karışımlarında kullanılır (13).

Granül büyüklüğü toplam salınan CO₂ miktarını etkilemezken, ortam şartlarına bağlı olarak salınım süresini, aynı zamanda depolama süresince sodyum bikarbonatın stabilitesini etkiler. Hazır karışım ürünleri için asidin büyük granülleri raf ömrü stabilitesini sağlayabilir. Fakat granüllerin çok büyük olması durumunda sodyum bi-

karbonatın yeterince çözünmemesi sonucu fırın ürünlerinin yüzeyinde kahverengi noktalar oluşabilir (10).

Literatürde granül büyüklüğü bakımından sınıflandırılan en yaygın kabartma asidi mono kalsiyum fosfattır (MCP). Kullanılan MCP'in %75'ten daha fazlasının optimum granül büyüklüğü 150 mikrondan daha az olmalıdır. Belirtilenden daha büyük granül boyutu raf ömrünü uzatır ve daha küçük boyutlar ise kabartma tozunun stabilitesini azaltır (14). Sodyum asit piro fosfat (SAPP) tercihen 1-100 mikron arasında değişen granül büyüklüğüne sahiptir (15). SALP granül büyüklüğü ise yaklaşık 100-250 mikron arasında değişmektedir. Eğer SALP'in nispeten büyük granülleri kullanılırsa arzu edilmeyen kumlu yapının oluşacağı bildirilmektedir. Diğer taraftan çok ince SALP kullanımında toz haline gelmesi söz konusudur. SALP tozu çok hafiftir ve gıda işletmelerindeki havaya karışarak temizlik, sanitasyon problemlerine ve çalışanlar için uygun olmayan çalışma şartlarına neden olabilir (16).

KAPLAMA (ENCAPSULASYON)

Sodyum bikarbonat ve asitlerin reaksiyon hızları granüllerinin kaplanması ile değiştirilebilir. Böylece soda ile asit arasındaki reaksiyonun arzu edilen zamanda gerçekleşmesi sağlanır. Örneğin kaplanmış susuz MCP, MCP mono hidrattan daha yavaş reaksiyona girer. Bu yüzden genellikle ev tipi etkili kabartma tozlarında kullanılabilir (8). Sodyum bikarbonatın kaplanması sonucu asit ya da su ile reaksiyonu kontrol altına alınarak kontrollü gaz salınımı sağlanır. Ekmek ve tortilla hamurlarında, karbondioksitin prematüre oluşumunu engellemek için MCP, sitrik ve fumarik asit de kaplanır. Kaplama materyali yağ, emülgatör, yağsız süt tozu ve şeker ya da un gibi bileşenlerden oluşabilir (17,

Çizelge 2. Yaygın olarak kullanılan kabartma asitlerinin CO₂ gazı üretimi (%)

| Kabartma Asitleri | Yoğurmadan 2 Dakika Sonra | 10- 15 Dakika Bekleme Sonrası | Pişirme Esnasında |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Mono kalsiyum fosfat monohidrat (MCP) | 60 | 0 | 40 |
| Mono kalsiyum fosfat anhidrat (AMCP) | 15 | 35 | 50 |
| Sodyum asit fosfat (SAPP) | 28 | 8 | 64 |
| Sodyum alüminyum fosfat (SALP) | 22 | 8 | 69 |
| Sodyum alüminyum sülfat (SAS) | 0 | 0 | 100 |
| Dikalsiyum fosfat dihidrat (DCPD) | 0 | 0 | 100 |
| Glukono-delta-lakton (GDL) | 25 | 40 | 35 |

18). Kaplamada kullanılacak kaplama materyali seçiminde, materyalin erime noktası kritiktir ve üretimin arzu edilen noktasına kadar kimyasal reaksiyonun oluşumunu engellemelidir (10).

İYONİK ETKİ

Kabarma reaksiyonu sonucunda açığa çıkan su buhar haline dönüşürken oluşan tuz son ürünün nem, iç görünüş, renk, koku ve tat gibi özelliklerini etkiler (10). Ayrıca, yüksek hamur sıcaklığı oluşan tuz miktarını etkiler. Çünkü sıcaklık kabartma bileşenlerinin çözünürlüğünü arttırarak çok değerlikli iyonlar içeren tuz oluşumunu arttırır. Bu tuzlar ve kabartma reaksiyonu sonucu oluşan pH seviyeleri hamur özelliklerini değiştirir (19).

Kabartma asitlerinin diğer bileşenler üzerine anyonik ya da katyonik etkilerinden dolayı fırın ürünlerinin içyapılarına katkıda bulunabilir. Fosfatlı kabartma asitlerinde mevcut olan sodyum, kalsiyum ve alüminyum iyonlarından son ikisi güzel gözenek ve ince gözenek duvar kalınlığı açısından önemli derecede yapıya katkıda bulunur. Küçük hava kabarcıklarının birleşerek büyük gözenek oluşturma eğilimi azaltırlar (6). Fosfatlı kabartma asitlerinin orto ve piro iyonları proteinlerle reaksiyona girer. Ayrıca, orto-fosfatlar gıdalarda pH'nın stabilize edilmesine yardım ederler (20). Fırın ürünlerindeki gözenek yapısı sadece hoş görünüme değil, bunun yanında tekstüre katkıda bulunur ve sindirim sistemi enzimlerinin çalışmaları için yüzey alanını genişleterek sindirime yardımcı olurlar. Sülfat iyonları glütteni zayıflatılırken, krem tartar ve fosfatlar glütteni güçlendirir (21).

Ürün iç özellikleri kullanılan asit tuzuna bağlı olarak inceden kabaya doğru değişim gösterir. Nemlilik değeri, gözenek yapısı, tekstür, reaksiyon sonucu ortaya çıkan tuzun su bağlama özellikleri ve asidik tuzun proteinler üzerine etkisi ile ilişkilidir (10). Örneğin piro-fosfatla kabartılmış ürün ortofosfata karşı daha fazla nemli tekstüre sahip olur (20).

YAYGIN OLARAK KULLANILAN KABARTMA ASİTLERİ

Kullanılan kabartma asidi son ürünün tadını, tekstürünü, spesifik hacmini ve iç rengini önemli derecede etkiler. Yapılan bir çalışmada hamur ve tortilla özellikleri, formülde kullanılan kabartma asit

miktarından daha çok çeşidinden etkilenmiştir (21). Örneğin pirofosfat ve sülfatlar son ürünlerde buruk tada sebep olurken, organik asitler kendilerine özgü eşsiz tat karakteristiklerini sağlayabilir. Amonyum tuzlarının reaksiyonu sonucu oluşan amonyak tamamen buharlaşmaz ise olumsuz tada sebep olur (10).

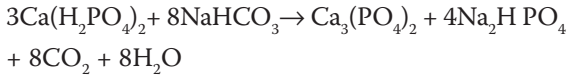
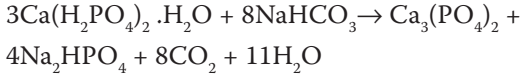
Üretilen ürünün tekstürel özellikleri açısından hamurun hazırlanması sırasında gaz tutulması ve gaz hücrelerinin stabilizesi oldukça önemlidir. Çünkü bu hava kabarcıkları (bubbles) asit ve soda reaksiyonu sonucu oluşan karbondioksit ile genişleyerek arzu edilen gözenek yapısını sağlar. Hamura karışan hava miktarı unun kalitesine, ilave edilen katkı maddelerinin miktarına, yoğurucu özelliklerine bağlı olarak değişir. Yoğurma boyunca az bir miktar karbondioksitin salınımı sadece yoğurma sürecinde meydana gelen bu hava kabarcıklarının yapılanmasını arttırır. Bu nedenle bu aşamada gaz salınımı yapacak asit seçimi zorunludur (22).

Fırın ürünlerinin sağlığa katkısını geliştirmenin önemliliği kimyasal kabartma sistemlerini etkilemiştir. Sodyum bikarbonat ve sodyum tabanlı fosfatlar gibi yaygın olarak kullanılan kabartma sistemleri, bazı tüketiciler için istenmeyen sodyumu önemli oranlarda içerir. Özellikle kalp-damar rahatsızlığı olan kişiler diyetlerinde sodyumu azaltmalıdır. Kimyasal kabartıcı üreticileri bu amaçla yeni kalsiyum tabanlı fosfatlar önermektedir. Fakat sodyum tabanlı fosfatların, kalsiyum tabanlı fosfatlarla yer değiştirmesi birçok uygulamada zordur. Çünkü kalsiyum tabanlı fosfatların reaksiyonları genellikle hızlıdır. Bu amaçla kalsiyum asit pirofosfat ve MCP'nin eşit oranlardaki karışımı sodyum asit pirofosfat ile yer değiştirilir. Bu karışım sodyum içermediği gibi fırın ürünlerini önemli bir kalsiyum kaynağı yapabilir (13, 23).

Mono Kalsiyum Fosfat (MCP)

Çift etkili kabartma tozlarında, çok hızlı reaksiyona giren MCP, yavaş reaksiyon hızına sahip SAPP gibi kabartma asitleri ile birlikte yaygın olarak kullanılır. Farklı granül büyüklüğüne sahip olan MCP, serbest bıraktığı gazın büyük kısmını hamurun hazırlanma sürecinde gerçekleştirir. Kaplanmış susuz mono kalsiyum fosfat (AMCP), MCP'den daha yavaş reaksiyona girer, ev tipi tek etkili kabartma tozlarında kullanılabilir. AMCP yalnız başına mısır ekmeği ve mufin gibi birçok ürünlerde de etkili bir şekilde kullanılır. MCP ile SAPP'ın büyük oranda

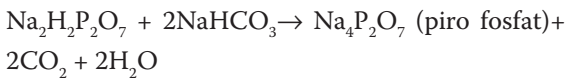
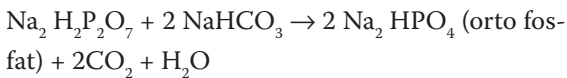
kullanıldığı alanlardan birisi de dondurulmuş hamurlardır (10). MCP ve sodanın reaksiyonu aşşıda gösterilmiştir. Bu reaksiyon sonucunda yüksek viskozite ve hacim oluşur (24). Bu viskozitenin oluşmasında kalsiyum fosfatın proteinlerle olan interaksiyonunun önemli olduğu düşünülmektedir. MCP, aynı zamanda pH'yı düşürerek, antimikrobiyal maddelerin etkinliğini artırır.



Sodyum Asit Pirofosfat (SAPP)

Reaksiyon hızları farklı olan ve SAPP 21, 26, 28, 37, 40, 43 ve 45 olarak numaralandırılan çeşitleri vardır. Verilen numara o çeşidin oda sıcaklığında, sodyum bikarbonat ile verdiği reaksiyondan 8 dakika içerisinde oluşan % CO₂ miktarını gösterir. Sayının artması sodyum bikarbonat ile meydana gelen reaksiyonun hızlandığını ifade eder. Reaksiyonu hızlı olan SAPP türleri kek ve kek donatlarında kullanılırken, yavaş reaksiyon hızına sahip olanlar dondurulan bisküvi ve kek karışımlarında kullanılır. Ticari kabartma tozlarında çoğunlukla SAPP 28 kullanılmaktadır (10). SAPP ve sodanın reaksiyonu sonucunda muhtemelen ürün üzerinde farklı etki gösteren disodyum orto-fosfat veya normal sodyum piro-fosfat tuzları oluşmaktadır (11).

SAPP ve Glukono-Delta-Lakton (GDL) beraber kullanıldığında bazı uygulamalarda üründe acı tat bırakabilir; fakat formüle kalsiyum iyon kaynağı, şeker ya da lezzet verici maddeler ilave edilerek ve yeteri sodyum bikarbonat kullanılarak bu durum maskelenebilir (2).



Glukono Delta Lakton (GDL)

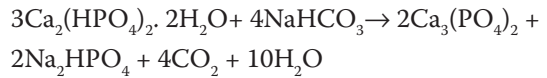
GDL bir asit değildir, fakat aşağıdaki denklemde gösterildiği şekilde çözüldüğünde glukonik aside dönüşür. Daha sonra sodyum bikarbonat ile reaksiyona girerek CO₂ oluşturur. Avantajlarından birisi ağızda olumsuz tat bırakmamasıdır (25). Çok pahalı olmasına rağmen, pizza hamuru ve donat gibi bazı ürünlerde kullanılabilir (26). Soda ile reaksi-

yonu yavaş olmasına rağmen gaz oluşumu üretim boyunca devam eder (8). Bu nedenle tatlılarda yağ absorpsiyonunu azaltmak için önerilebilir (24). Burada etkili olan muhtemel mekanizma ise ortamdaki bulunan serbest suyun tutulmasıdır. Aynı zamanda GDL, glüten gelişimine katkıda bulunur ve maya ile kabartılan ekmek benzeri ürünlerde kabul edilebilir iç özelliklerinin oluşmasını sağlar (2).



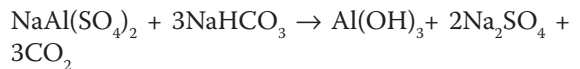
Dikalsiyum Fosfat Dihidrat (DCPD)

Reaksiyon hızı çok yavaş olduğundan, DCPD hamur sıcaklığı 60 °C ye ulaşmadan soda ile reaksiyona girmez (24). Özel formüle edilen dondurulmuş kek hamurlarında kullanılır (6). Yüksek şeker içeren ürünlerde yapının sabitlenmesi geciktirici için DCPD hacmi korumak için anahtar bir bileşendir. Pişmenin son aşamalarında ürün yapısı sabitleninceye kadar kabarmayı sürdürerek karbon-dioksit üretir. Diğer bir özelliği ise düşük sodyum uygulamalarında kullanılmasıdır (21).



Sodyum Alüminyum Sülfat (SAS)

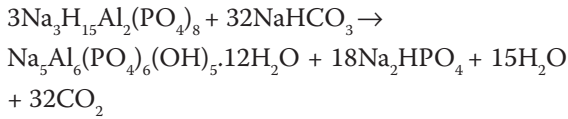
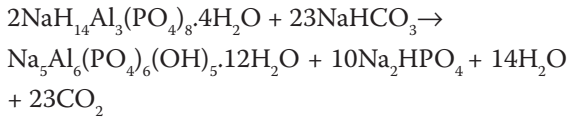
Aşağıdaki denklemde gösterilen SAS ile soda reaksiyonu pişme öncesinde çok az gerçekleşir. Bu nedenle çift etkili kabartma tozlarının hazırlanmasında, hızlı reaksiyon hızına sahip MCP gibi kabartma asitleri ile birleştirilerek kekler için memnun edici kabartma tozu üretiminde kullanılır (8). SAS çikolatalı kek gibi özel uygulamalarda, arzu edilen karakteristik renge katkı sağlamak amacıyla ve bazı ürünlerde tercih edilen büyük gaz tünellerinden sorumlu olarak kullanılmaktadır (24). MCP'ye göre nispeten daha yüksek oranda SAS içeren kabartma tozları pişmiş ürünlerde istenmeyen tat oluşturabilir (11), yağlı ürünlerde acılaşmayı hızlandırabilirler (6).



Sodyum Alüminyum Fosfat (SALP)

Yaygın olarak kullanılan SALP'in Brose ve Becker (2001) tarafından belirtilen SALP-H (Hidro) ve SALP-A (Anhidro) formları vardır. Aşağıda gösterilen ve sıcaklık tarafından tetiklenen reaksiyonlardan SALP-A'nın soda ile reaksiyonu SALP-H'a

göre daha yavaştır. Bu nedenle SALP-A fırın sıçraması arzu edilen bazı fırın ürünlerinde tercih edilmez (5). Ama yine de tek etkili kabartma tozlarında ya da MCP veya SAS ile çift etkili kabartma tozlarında sıklıkla kullanılabilir. Günümüzde ticari kek karışımlarının çoğunda kullanılmaktadır. Pişirme aşamasında çok hızlı reaksiyona girer, lezzet değişikliğine neden olmaz ve keklerde tünel oluşumunu azaltarak çok ince gözenek oluşumunu sağlarlar (24).



SONUÇ

Kimyasal kabartılan ürünlerde kullanılan kabartma asitleri pişmiş ürün üzerine önemli etkilerde bulunan farklı özelliklere sahiptirler. Aynı zamanda çeşitli ürünlerde arzu edilen spesifik özelliklerde farklıdır. Dolayısıyla uygun kabartma sistemlerinin seçilebilmesi için hem kabartma asitlerinin ve hem de üründe arzu edilen özelliklerin bilinmesi gerekir. Bunlar kabartma asitlerinin ND, reaksiyon hızı, diğer bileşenlerin kabartma asitleri üzerine etkisi, proses şartları, üründe arzu edilen özelliklerdir. Doğru seçim yapabilmek için temel alınan bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Hoseney RC. 1996. *Principles of Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chem.: Inc. St. Paul, MN. 247-251p.
- Anon 2007. Chemical leaveners. Lallemand Baking Update 1(12).
- Donald KD. 1981. Chemical leavening. AIB Technical Bulletin. Volume III, issue 9. Manhattan, Kansas, USA.
- Chung FHY. 1998. Leavening acids composition. US Patent 6.080.441.
- Casso JG. 2003. Effects of amounts and types of sodium bicarbonate in wheat flour tortillas. MS Dissertation. Texas A&M University: College Station, TX.
- Faridi H, Gaines CS, Strouts BL. 2001. Soft Wheat Products. In *Handbook of Cereal Science and Technology*, K. Kulp and JG Ponte (eds), Markel Dekker, Inc., New York, NY, 575-580 p.

- Reiman HM. 1981. Chemical leavening. American Society of Baking Technical Papers, pp 83-90.
- Labaw G. 1977. Chemical leavening agents defined. American Society of Baking Technical Papers, pp 77-81.
- Chung FHY. 1981. Method for improving the yield of chocolate cake. US Patent 4.421.777.
- Heidolph BB. 1996. Designing chemical leavening systems. *Cereal Foods World* 41:118-126.
- Çelik İ, Kotancılar HG. 1995. Kimyasal kabartıcılar ve fırın ürünlerindeki fonksiyonları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(3): 451-459.
- Anon 2007. Sodium bicarbonate/Baking soda from sodium. United States Pharmacopeia / Food Chemical Codex (Accessed 12.12.2007).
- Seiz K. 2005. New chemical leaveners, new formulations. http://bakingmanagement.bakery-net.com/article_search.php (Accessed 15.10.2007)
- Heidolph BB, Jakse FP. 1990. Chemical leavening system. US. Patent. 4,966,782.
- Launk RM, Tieckelmann RH. 1988. Alkali metal acid pyrophosphate leavening acid compositions and methods for producing the same. US. Patent. 4,741,917.
- Benjamin RE, Anglea JC, Edging TE, Griffith JD, Patterson AJ, Webster TA. 1977. Sodyum alüminyum fosfat. US. Patent. 4,054,678.
- Gibbs BF, Kermasha S, Alli I, Mulligan CN. 1999. Encapsulation in the food industry: A Review. *Int J Food Sci Nutr*, 50: 213-224.
- Onwulata CI, Konstance RP, Smith PW, Holsinger VH. 1997. Effect of coencapsulating milk fat and leavening agents on batter rheology. *Cereal Foods World*, 42(10): 826-829.
- Holmes JT, Hoseney RC. 1987. Chemical leavening: Effect of pH and certain ions on breadmaking properties. *Cereal Chem*, 64(4):343-348.
- Anon 2007. Phosphates, course notes, www.class.fst.ohio-state.edu. (Accessed 10.09.2007).
- Cepeda M, Waniska RD, Rooney LW, Bejosano FP. 2000. Effects of leavening acids and dough temperature on wheat flour tortillas. *Cereal Chem*, 77: 489-494.
- Doğan İS. 2002. Hamurda gaz tutulmasını kontrol eden faktörler, Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs 2002 Ankara. s 701-708.
- Seiz K. 2006. 5 Phosphate applications, http://bakingmanagement.bakery-net.com/article_search.php (Accessed 15.10.2007)
- Michaelides J. 2006. Chemical leaveners. GFTC Bakers' Journal Story on Chemical Leaveners, <http://www.gftc.ca/index-e.cfm> (Accessed 15.10.2007)
- Duncan M. 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
- Francis FJ. 1999. Acidulants. In, *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology*. Second Edition, Vol. 1. John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, NJ. 1-5 p.

GIDA



Yazım Kuralları

GIDA (2009) 34 (1): 55-58

www.gidadernegi.org / Gıda Dergisi / Yayın kuralları

Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

GIDA (2009) 34 (1): 65

www.gidadernegi.org / Gıda Dergisi / Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu

Son Kontrol Listesi

GIDA (2009) 34 (1): 66

www.gidadernegi.org / Gıda Dergisi / Son Kontrol Listesi

adreslerinden erişilebilir. Yazarlar, makale göndermeden önce yazım kurallarını tam olarak okumalı ve makalelerini burada verilen kurallara göre hazırlamalıdır.