



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Dondurma üretiminde konjak sakızının kullanılabilme imkânları

K. Kaan Tekinşen*, Ahmet Güner, Gürkan Uçar

Özet

Tekinşen KK, Güner A, Uçar G. Dondurma üretiminde konjak sakızının kullanılabilme imkânları. *Eurasian J Vet Sci*, 2011, 27, 4, 199-206

Amaç: Araştırma, konjak sakızının ve konjak sakızına karragenan ile ksantan sakızı ilavesinin dondurma üretiminde kullanılabilme imkânlarının araştırılması amacıyla yapıldı.

Gereç ve Yöntem: Araştırmada %0.8 oranında yalnızca salep kullanılan bir kontrol grubu ve %0.35 oranında yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızına %10 ve %20'sini oluşturacak şekilde karragenan ve ksantan sakızının ilave edildiği 5 deneme grubu oluşturuldu. Dondurma karışımı üretimden önce, dondurma numuneleri ise üretimden sonra muhafazalarının 1., 15. ve 30. günlerinde analizlere tabi tutuldu.

Bulgular: Dondurma karışımlarında, konjak sakızına %10 ve %20 düzeyinde ksantan sakızı ilavesinin pH değerlerini düşürdüğü ($p<0.05$) saptandı. Yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör maddeleri içeren karışımların viskozite değerleri yüksek ($p<0.001$) bulundu. Konjak sakızına %10 oranında karragenan ve ksantan sakızı ilavesinin hacim genişlemesini saleple benzer duruma getirdiği belirlendi. Yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör maddelerin karışımını içeren gruplarda ilk damlama süreleri ile tamamen erime süreleri yüksek ($p<0.001$) bulundu. Yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör madde karışımlarının dondurmaların renk-görünüm, yapı-kıvam ve tat-koku özelliklerini iyileştirdiği ($p<0.001$) tespit edildi.

Öneri: Dondurma üretiminde konjak sakızı ve/veya konjak sakızına %10 ve %20'sini oluşturacak şekilde karragenan ve ksantan sakızı kombinasyonları kullanımı salebe alternatif olabilir.

Abstract

Tekinşen KK, Guner A, Ucar G. The possible usage of konjac gum in ice-cream production. *Eurasian J Vet Sci*, 2011, 27, 4, 199-206

Aim: This investigation was done to determine the effect of konjac gum and combination of the konjac gum with carragenan and xanthan gum the possible usage on the ice-cream production.

Materials and Methods: In the research, the control group was formed using only salep with 0.8% and five experimental groups were formed as; only konjac gum with 0.35% and addition of the carragenan and xanthan gum with 10% and 20% proportions of the konjac gum. Analysis of the ice cream mixes before the production and ice cream samples after the production at 1, 15 and 30th day of the storage period were done.

Results: Addition of xanthan gum to konjac gum at 10% and 20% reduced the pH value of the ice-cream mix ($p<0.05$). Viscosity values of the ice-cream mix were found higher ($p<0.001$) in only konjac gum and konjac gum with the other stabilizers. Addition of 10% carragenan and 10% xanthan gum increased overrun value of ice-cream mix like as seen in mix with salep. First dropping and complete melting time of the ice-cream with only konjac gum and konjac gum having the other stabilizers were found higher ($p<0.001$). Konjac gum and konjac gum with other stabilizers improved ($p<0.001$) the colour-appearance, structure-consistency and taste-smell characteristics of the ice-cream.

Conclusion: Konjac gum and/or combination of konjac gum with carragenan and xanthan gum at the 10% and 20% levels on the ice-cream production could be an alternative to the salep.

*Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kampüs, 42075, Konya, Türkiye

Geliş:30.05.2011, Kabul:29.06.2011

*kktkinsen@selcuk.edu.tr

Anahtar kelimeler: Dondurma, konjak sakızı, salep, kalite

Keywords: Ice-cream, Konjac gum, salep, quality

► Giriş

Dondurmanın kalitesini başlıca lezzeti, yapı ve kitlesi ile erimeye karşı gösterdiği direnç belirler. Kaliteli bir dondurma düşük sıcaklıkta (-18 °C civarında) muhafaza sırasında fiziksel yapısını korumalıdır. Bu nedenle üstün fiziksel kalite niteliklerine sahip dondurma üretimi için, karışımın dengede olması ve etkin bir şekilde işlenmesi ile karışımın fonksiyonel özelliğe sahip stabilizatör ve emülgatör maddelerin kullanılması gerekmektedir. Bu maddeler karışıma çok az miktarlarda, genellikle birlikte, katılır; dondurmanın fiziksel kalitesinin ve yapısının sağlanmasında ve muhafazasında etkin rol oynarlar (Marshall ve ark 2003, Tekinşen ve Tekinşen 2008). Türkiye’de dondurma üretiminde stabilizatör madde olarak salep, Maraş dondurmasına kazandırdığı üstün niteliklerden (özgülü biraz çignenebilen elastik-sert, esnek-tekstürü, erimeye karşı dayanıklı olması ve düşük sıcaklıkta niteliklerini uzun süre muhafaza etmesi vs) dolayı tercih edilmekte tek başına veya diğer bazı stabilizatör maddelerle (keçi boynuzu sakızı, karragenan vs) birlikte kullanılmaktadır (Tekinşen ve Tekinşen 2008). Salebin gıda katkı maddesi olarak kullanımı Türkiye’ye özgüdür. Salep bazı yabancı orkide türlerinin kök yumrularından bir dizi işlemlerden sonra öğütülerek elde edilir. Kullanım özelliği başlıca içerdiği glikomannan kaynaklıdır (Sezik 1967, Tekinşen 2006a). Kimyasal bileşimi ve nitelikleri, özellikle elde edildiği türe bağlı olarak, farklılık gösterir ve dondurmanın niteliklerini etkiler. Kaliteli, diğer bir ifadeyle glikomannan bakımından zengin olanlar genellikle dondurma yapımında bir litre süte 7-8 g düzeyinde katılır (Tekinşen ve Karacabey 1984, Tekinşen ve Tekinşen 2005). Türkiye’de yılda yaklaşık 50 ton yerli salep ticareti yapılmakta; başka bir anlatımla yılda 45-180 milyon yabancı orkide, yumruları için tahrip edilmektedir (Tekinşen 2006b, Tekinşen 2006c). Avrupa’da koruma altına alınmış bu doğa harikası bitkinin nesli tehlike altındadır. Neslinin korunması için toplanmasının ve ticaretinin kontrollü yapılması zorunluluğu vardır (Sezik 1990, Kreutz 2002, Tekinşen 2006b). Bu sebeple salebin yerini alabilecek etkin maddesi glikomannan olan ve kültürü yapılabilen bitkilerin tarımının yapılması ve teşvik edilmesi gerekir (Tekinşen 2006b, Tekinşen 2006c). Konjak sakızı, yüksek düzeydeki glikomannan içeriği ve elde edildiği bitkinin tarımının yapılabilir olması nedeniyle son yıllarda birçok ülkenin gıda sanayisinde kullanılmaktadır (Renewable Bioproducts Research in Europa 2001, Chan 2003, Zhang ve ark 2005, Yang ve Zhu 2006). Ticari salepler elde edildiği türe ve yöreye bağlı olarak %12-44 düzeyinde glikomannan içerirken (Sezik 1967) doğal orijinli bir katkı maddesi olan ve endüstriyel düzeyde üretilen konjak sakızı [E 425 (i)] % ≥75 glikomannan içermektedir (Türk Gıda Kodeksi 2002).

Konjak sakızı, güneydoğu Asya ülkelerinde, Japonya ve Çin’in güneydoğu bölgesinde geniş alanlarda yetiştirilen Araceae familyasına ait *Amorphophallus* cinsin-

deki konjak bitkilerinin (*A. konjac* K. Koch, *A. bulbifer* Bl., *A. oncophyllus* Prain ex Hook. f., *A. variabilis* Blume vs) kurutulmuş yumrularından elde edilen doğal bir polisakkarittir (Takigami 2000, Bryan 2005, Hongu ve ark 2005). Konjaktan Japonya ve Çin’de 1000 yılı aşkın süredir fonksiyonel gıda maddesi ve bitkisel ilaç olarak yararlanılmaktadır. Konjağın özellikle kronik birçok hastalık (arterioskleroz, diyabet, yüksek tansiyon, konstipasyon vs) ve şişmanlık üzerine olumlu etkilerinin bilim adamları tarafından onaylanması bu bitkinin işlenmesine yönelik Çin ve Japonya’da büyük tesislerin kurulmasını sağlamıştır (Akesowan 2002, Zhang ve ark 2005, Yang ve Zhu 2006). Konjaktan, kullanılacağı amaca uygun olarak başlıca konjak nişastası, konjak unu ve konjak çözünür lifi elde edilmekte ve bu ürünler birçok ülkede tanınmaktadır. Konjak ürünleri içinde önemli bir paya sahip olan ve konjak, konjac mannan, konnyaku olarak da bilinen (Food Chemicals Codex 2004) konjak unundan sulu ekstraksiyonla elde edilen un formundaki konjak sakızı (rafine konjak unu) gıda endüstrisinde, çeşitli gıdaların üretiminde, zengin glikomannan içeriği nedeniyle kıvam ve tekstürel özelliklerin kazandırılmasında tek başına veya diğer hidrokoloidlerle kullanılmaktadır. Konjak sakızı beyaz renkte, kokusuz, tatsız, amorf ve nötral bir polisakkarittir (Renewable Bioproducts Research in Europa 2001, Chan 2003, Huang ve Lin 2004). Konjak sakızı, çeşitli gıda maddelerinin üretiminde farklı fonksiyonları için, genellikle %0.2-0.5 düzeyinde, kullanılmaktadır (Renewable Bioproducts Research in Europa 2001, Chan 2003). Nitekim FAO/WHO’nun gıda katkı maddeleri uzman komitesi tarafından yayınlanan raporda (Codex Alimentarius Commission 2003) konjak sakızının, jelleştirici, kalınlaştırıcı ve stabilizatör özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

Dondurma üretiminde konjak sakızı, karragenan ile birlikte kullanıldığında (%0.15-0.35 konjak sakızı + %0.015 karragenan) viskoziteyi artırarak dondurmayı erimeye ve yumuşamaya karşı korumakta (Renewable Bioproducts Research in Europa 2001), karragenanın tek başına ısıya gösterdiği dirençten daha fazla direnç ve elastikiyet göstermektedir. Akesowan (2008) konjak sakızının kapp karragenanı içeren farklı kombinasyonları (%0.27 + %0.03; %0.24 + %0.06; %0.21 + %0.09) içinde konjak sakızını daha yüksek oranda içeren karışımların daha yüksek viskozite ve sertlik derecesine sahip olduğunu, 80:20 oranında (%0.24 + %0.06 miktarlarda) kullanılan konjak sakızı ve kapp karragenan kombinasyonunun ise, duyu nitelikler bakımından toplamda en fazla puanı aldığını belirtmektedir.

Türkiye’de son 25 yılda, ileri üretim tekniğinin, soğutma ve derin dondurucu sistemlerdeki gelişmelerin uygulamaya aktarılması, dondurma tüketim alışkanlığının artmasının yanı sıra dondurma kalitesinin artırılmasına yönelik bazı çalışmaların yapılmasına da neden olmuştur (Tekinşen ve Tekinşen 2005). Diğer taraftan salep yerine kullanılacak uygun stabiliza-

tör madde ve/veya karışımları üzerine oldukça kısıtlı sayıda araştırma (Tekinşen ve Karacabey 1984, Güven ve ark 2002, Güven ve ark 2003a, Güven ve ark 2003b, Keçeli ve Konar 2003) bulunmaktadır.

Araştırma dondurma üretiminde yaygın olarak kullanılan salebe alternatif olarak, saleple aynı etken maddeyi (glikomannan) içeren, konjak sakızının [E 425 (i)] ve bazı stabilizatör maddelerle (karragenan [E 407], ksantan sakızı [E 415]) uygun karışımlarının kullanılabilme imkânlarını ve bu stabilizatörün dondurmanın kalite niteliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı.

► Gereç ve Yöntem

• Ham maddelerin temini

Dondurma karışımlarının hazırlanmasında kullanılan inek sütü Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden, krema Şeker Süt Gıda Mamülleri San. ve Tic. A. Ş.'den (Konya), şeker ve yağsız süt tozu Konya piyasasından, stabilizatör ve emülgatör maddeler ise farklı firmalardan (konjak sakızı [E 425 (i)] Behr, Wunderlich & Co., Hamburg, karragenan [E 407] ve ksantan sakızı [E 415] Çağdaş Kim. ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul, salep ve gliserol monostearat [E 471] Üçyiğitler Past. Malz. San. ve Tic. Ltd. Şti., Konya) temin edildi.

• Dondurma numunelerinin yapımı

Deneyisel dondurma numuneleri, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Et ve Süt Ürünleri Araştırma Geliştirme ve Uygulama Ünitesi'nde, Tekinşen ve Karacabey (1984) tarafından bildirilen dondurma karışımının formülü (Tablo 1) temel alınarak, hazırlanan karışımın yavaş dikey tip dondurma makinesinde (Uğur C-40) işlenmesiyle üretildi.

Dondurma karışımının hazırlanmasında kullanılan maddelerin (süt, süt tozu ve krema) miktarları yüzde bileşimleri dikkate alınarak, karışımın yüzde formülüne (Tablo 1) göre, "Serum Noktası Metodu"yla (Tekinşen ve Tekinşen 2005) hesaplandı. Kontrol ve deneme gruplarında kullanılan stabilizatör maddeler ve karışımlarına göre 6 grup oluşturuldu (Tablo 2). Deneyisel üretim farklı zamanlarda üç kez 10'ar kilogramlık miktarlarda gerçekleştirildi.

Tablo 1. Dondurma karışımının yüzde formülü*.

Madde	Miktar (%)
Süt yağı	8.0
Yağsız süt kuru maddesi	10.4
Şeker	18.0
Emülgatör [E 471]	0.3

*; stabilizatör madde miktarı dışında.

Dondurma numuneleri kimyasal ve fiziksel analizler ile duyu muayene için 200-250 g miktarlarında polistiren kutulara alındı ve analizler yapıncaya kadar yaklaşık -25 °C'deki derin dondurucuda saklandı. Dondurma karışımı üretimden önce, dondurma numuneleri ise üretimden sonra muhafazanın 1, 15 ve 30. günlerinde analizlere tabi tutuldu.

Tablo 2. Dondurma üretiminde kullanılan stabilizatör madde grupları ve miktarları.

Grup	Stabilizatör	Miktar (%)	Miktar (%)
Kontrol	Salep	(100)	0.800
I	Konjak sakızı	(100)	0.350
II	Konjak sakızı Karragenan	(90) (10)	0.315 0.035
III	Konjak sakızı Karragenan	(80) (20)	0.280 0.070
IV	Konjak sakızı Ksantan sakızı	(90) (10)	0.315 0.035
V	Konjak sakızı Ksantan sakızı	(80) (20)	0.280 0.070

(); stabilizatör karışımının yüzdesi.

• Dondurma karışımının kimyasal ve fiziksel analizleri

pH tayini: pH değerleri pH metrede (inoLab-Series WTW pH 720) 25±1 °C'de (Marshall 1992) saptandı.

Viskozite tayini: Viskozite ölçümleri, Tuning-Fork Titreşim Metodu'yla (sensor levhalarının sabit 30 Hz frekansında tınlatılması için gerekli elektrik akımının tespit edilmesi esasıyla) çalışan viskozimetrede (SV-10 Sine-Wave Vibro) 30±0.5 °C sıcaklıkta (A&D Company Limited 2005) gerçekleştirildi.

Hacim genişlemesi (overrun) tayini: Hacim genişlemesi yüzde olarak 100 mL hacim içerisindeki dondurma karışımı ve dondurmanın ağırlıkları belirlenerek formül yardımıyla (Tekinşen ve Tekinşen 2005) hesaplandı.

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{\text{Karışımın ağırlığı} - \text{Dondurmanın ağırlığı}}{\text{Dondurmanın ağırlığı}} \times 100$$

• Dondurmanın kimyasal ve fiziksel analizleri

pH tayini: pH değerleri pH metrede (inoLab-Series WTW pH 720) 25±1 °C'de (Marshall 1992) saptandı.

Erime oranı tayini: Erime oranının tayini için, dondurma numunesi geniş süzme hunisi üzerine yerleştirilen 2.5 mm boyutlarında gözeneklere sahip tel süzgece konularak 30±1 °C'de erimeye bırakıldı. Erimenin 6., 30., 60. ve 90. dakikalarında eriyen kısmın ağırlığı

numunenin ağırlığına göre yüzde olarak hesaplandı (Cottrell ve ark 1979). Erime oranı tayini sırasında numunelerin ilk damlama ve tamamen erime süreleri de tespit edildi.

• Dondurmanın duyuusal analizi

Dondurma numunelerinin duyuusal analizi Uluslararası Sütçülük Federasyonu'nun (International Dairy Federation 1981) önerdiği ilkeler çerçevesinde, renk-görünüş, yapı-kıvam ve tat-koku yönünden, uzman on kişilik kantitatif test paneli tarafından (Tekinşen ve Keleş 1994) TS 4265 Dondurma Standardı'nda (Türk Standartları Enstitüsü 1992) belirtilen 15 puanlı değerlendirme kartına göre yapıldı.

• İstatistiksel analiz

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS paket programından yararlanarak varyans analizi uygulandı. Varyans kaynakları arasındaki farkların önemi Duncan testiyle belirlendi.

► Bulgular

Araştırma, dondurma üretiminde salebin yerine aynı etken maddeyi (glikomannan) içeren konjak sakızının tek başına ve farklı kombinasyonlarla kullanımının muhafaza süresince dondurmanın niteliklerine etkisini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirildi.

Dondurma karışımlarının pH, viskozite ve hacim genişlemesi bulguları Tablo 3'de, dondurma numunelerinin muhafaza süresince pH değerleri Tablo 4'de, ilk damlama, tamamen erime süreleri ile 30. ve 60. dakikalarda erime oranlarına ilişkin bulgular Tablo 5'de, duyuusal muayene bulguları ise Tablo 6'da gösterildi.

► Tartışma

Deneysel olarak hazırlanan dondurma karışımı numunelerinin pH değerleri 6.35-6.41 aralığında belirlendi (Tablo 3). Salep ve sadece konjak sakızı kullanımının pH değerleri üzerine benzer etkiye sahip olduğu, konjak sakızına %10 karragenan ilavesinin (II nolu grup) pH değerini yükseltirken ($p<0.05$) ksantan sakızı ilavesinin (IV ve V nolu gruplar) düşürdüğü ($p<0.05$) görüldü. Bu durum konjak sakızının nötral bir polisakkarit olması (Huang ve Lin 2004) yanı sıra karragenanın kuvvetli düzeyde anyonik (negatif yük-

Tablo 4. Dondurma numunelerinin muhafaza süresince pH değerleri.

Gün	Grup	pH*
1.	Kontrol	6.46±0.04
	I	6.52±0.03
	II	6.50±0.04
	III	6.49±0.03
	IV	6.45±0.03
15.	Kontrol	6.50±0.03
	I	6.52±0.03
	II	6.50±0.04
	III	6.49±0.03
	IV	6.47±0.03
30.	Kontrol	6.53±0.04
	I	6.50±0.04
	II	6.56±0.05
	III	6.48±0.04
	IV	6.45±0.03
	V	6.47±0.03

*; $p>0.05$.

lü) özellikte olması (Imeson 2000), diğer taraftan mikrobiyel fermentasyonla elde edilen ksantan sakızının (Sworn 2000) hidrojen iyon konsantrasyonunu daha fazla arttırmasıyla açıklanabilir. Konjak sakızı kappa karragenan kombinasyonlarında kappa karragenan oranı arttıkça dondurma numunelerinin pH değerinde düşüş ile %20 kappa karragenan içeren konjak sakızı kombinasyonu kullanılarak yapılan dondurmanın pH değerinin sadece konjak sakızı kullanılarak yapılan dondurmanın pH değeriyle benzerlik göstermesi de Akesson (2008) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarını doğrulamaktadır.

Dondurma karışımı numunelerinin 222-802 cP aralığında tespit edilen viskozite değerleri incelendiğinde (Tablo 3), yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile %10 ve %20 oranında karragenan ve ksantan sakızı karışımını içeren gruplarda (II, III, IV, V) viskozite değerleri salep içeren kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($p<0.001$) yüksek bulundu. Konjak sakızına karragenan ilavesinin viskozite değerlerini düşürdüğü ($p<0.001$), bu düşüşün katılma oranıyla birlikte arttığı, buna karşın ksantan sakızı ilavesinin konjak sakızının viskozite değerlerini katılma oranına paralel olarak arttırdığı ($p<0.001$) tespit edildi. Bulgular, kıvam verme özelliği diğer doğal hidrokolloitlerin tamamından yüksek olan konjak sakızının ksantan sakızıyla en yüksek viskozite değerine 8:2 oranındaki kombinasyonuyla ulaşıldığı, kappa karragenan ile kombinasyonunda ise konjak sakızı miktarı arttıkça viskozite değerinin arttığı bilgisiyle (Takigami 2000) uyusmaktadır. Benzer şekilde, konjak sakızıyla aynı etken maddeye (glikomannan) sahip, salebin ksantan sakızıyla kombinasyonunda oranı arttıkça tespit edilen viskozite değerini arttırdığı Kayacier ve Doğan (2006) tarafında da ortaya konmuştur.

Salep içeren dondurma karışımının hacim genişlemesi (%27.89) yalnızca konjak sakızı ve %20 karragenan ve ksantan sakızı içeren karışımların (I, III ve IV nolu

Tablo 3. Dondurma karışımlarının pH ve viskozite değerleri ile hacim genişlemesi oranları.

Grup	pH	Viskozite (cP)	Overrun (%)
Kontrol	6.38±0.02 ^{abc*}	222±2.08 ^{***}	27.89±0.88 ^{****}
I	6.39±0.02 ^{abc}	555±3.18 ^c	25.17±0.61 ^b
II	6.41±0.02 ^a	521±7.77 ^d	26.87±0.64 ^{ab}
III	6.40±0.02 ^{abc}	357±5.61 ^e	24.60±1.05 ^b
IV	6.35±0.01 ^c	756±13.45 ^b	25.80±0.83 ^{ab}
V	6.35±0.01 ^c	802±6.94 ^a	19.38±0.45 ^c

^{a-f}; aynı sütündeki farklı harfler istatistiki açıdan önemlidir. (*, $p<0.05$, ***, $p<0.001$).

gruplar) hacim genişlemelerinden önemli düzeyde ($p<0.001$) yüksek bulundu (Tablo 3). Konjak sakızına %10 oranında karragenan ve ksantan sakızı ilavesinin hacim genişlemesi değerlerini saleple benzer duruma getirdiği, buna karşın %20 düzeyinde ksantan sakızı katılmasının (V nolu grup) hacim genişlemesi değerlerini bütün gruplara göre önemli düzeyde ($p<0.001$) düşürdüğü tespit edildi. Beş nolu grubun hacim genişlemesinin diğer gruplardan daha düşük düzeyde bulunması, bu kombinasyonla hazırlanan karışımın yüksek viskozite değerine sahip olması, dolayısıyla da plastik benzeri akışkan bir yapı sergileyen ksantan sakızı çözeltilerinin (Sworn 2000, Sadar 2004) karışımının dondurulması işlemi sırasında şekillenen hacim genişlemesini düşük tutmuş, olmasıyla açıklanabilir. Nitekim yavaş dondurucularda işlenen karışımın kuru madde düzeyinin yüksek ve stabilizatör maddenin kuvvetli (yüksek jel kuvvetine ve kıvam verme özelliğine sahip) olması yapının sakızimsı ve ağır olmasına bu da hacim genişlemesinin düşük olmasına neden olmaktadır (Tekinşen ve Tekinşen 2008). Bulgular Akesowan'ın (2008) sonuçlarından yüksek, dondurma üretiminde salebin yanı sıra farklı stabilizatör madde ve/veya kombinasyonlarının etkisini inceleyen araştırmacıların (Güven ve ark 2003a, Keçeli ve Konar 2003) bulgularından düşük bulunmuştur. Bu durum, bazı araştırmacılar (Tekinşen ve Karacabey 1984, Güven ve ark 2002, Marshall ve ark 2003, Tekinşen ve Tekinşen 2008) tarafından da belirtildiği gibi, dondurma üretiminde stabilizatör maddelerin değişik miktarlarda ve/veya kombinasyonlarla kul-

Dondurma numunelerinin pH değerlerindeki farklılığın önem arz etmediği ve muhafaza süresince meydana gelen değişikliklerin oldukça dar sınırlar içerisinde seyrettiği (Tablo 4) tespit edildi. Bulgular Akesowan'ın (2008) ve Kahramanmaraş tipi dondurma üretiminde farklı stabilizatör maddelerin kombinasyonlarını deneyen ve muhafaza süresince pH değerlerinde önemli bir değişikliğin olmadığını belirleyen Güven ve ark. (2003a)'nın sonuçlarıyla uyumlu bulundu. Bununla birlikte dondurma numunelerinde muhafaza süresince belirlenen pH değerleri (6.44-6.56) Keçeli ve Konar (2003) ile Güven ve ark. (2002)'nin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Dondurma numunelerinde muhafaza süresince ilk damlama ve 30. dakikadaki erime oranlarına ait bulgular (Tablo 5) incelendiğinde, ilk damlama sürelerinin yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör maddelerin karışımını içeren gruplarda salep içeren gruba göre önemli düzeyde ($p<0.001$) yüksek, 30. dakikadaki erime oranlarının ise ilk damlama süreleriyle orantılı olarak düşük olduğu ($p<0.001$) gözlemlendi. Konjak sakızına %20 oranında karragenan ilavesinin ilk damlama süresini olumsuz, 30. dakikadaki erime oranını ise olumlu etkilediği ($p<0.001$), buna karşın ksantan sakızı ilavesinin diğer konjak sakızlı gruplara göre ilk damlama süresini önemli düzeyde ($p<0.001$) arttırırken, 30. dakikadaki erime oranını azalttığı tespit edildi. 60. dakikadaki erime oranları incelendiğinde ise 30. dakikadaki erime oranları bakımından farklılık gösteren ve karragenanı %10 ve %20 oranında içeren II ve III

Tablo 5. Dondurma numunelerinin muhafaza süresince erime nitelikleri.

Gün	Grup	İlk daml. (dk)	Erime Oranı (%)		Tam. Erime (dk)
			30. dk	60. dk	
1.	Kontrol	6.87±0.24 ^{e***}	25.56±0.38 ^{a***}	79.79±0.61 ^{a***}	66.43±0.15 ^{e***}
	I	9.70±0.21 ^c	14.59±0.21 ^c	73.84±0.90 ^b	78.23±0.30 ^{bc}
	II	9.37±0.19 ^c	15.48±0.25 ^c	75.04±0.53 ^b	75.87±0.70 ^{cd}
	III	8.40±0.17 ^d	16.93±0.71 ^b	76.34±1.21 ^b	71.17±1.44 ^d
	IV	14.77±0.20 ^b	12.14±0.15 ^d	65.67±0.95 ^c	79.20±0.40 ^b
15.	Kontrol	9.00±0.21 ^e	23.95±0.55 ^{a***}	78.04±0.51 ^{a***}	69.07±0.47 ^{e***}
	I	11.47±0.15 ^c	12.98±0.06 ^c	71.11±0.79 ^c	80.37±0.70 ^{bc}
	II	11.43±0.19 ^c	13.72±0.36 ^c	72.51±0.41 ^c	78.50±0.58 ^c
	III	9.93±0.19 ^d	15.85±0.63 ^b	75.40±0.91 ^b	74.53±1.65 ^d
	IV	16.80±0.46 ^b	11.17±0.22 ^d	64.36±0.87 ^d	81.77±0.49 ^{ab}
30.	Kontrol	9.10±0.15 ^{e***}	24.17±0.57 ^{a***}	78.03±0.53 ^{a***}	69.27±0.57 ^{e***}
	I	11.40±0.06 ^c	12.73±0.27 ^c	71.05±0.81 ^b	80.77±0.79 ^{bc}
	II	11.30±0.21 ^c	13.73±0.36 ^c	72.58±0.80 ^b	78.40±0.53 ^c
	III	10.07±0.22 ^d	15.72±0.66 ^b	75.90±1.34 ^a	74.77±1.71 ^d
	IV	16.97±0.32 ^b	11.26±0.27 ^d	64.18±0.2 ^c	82.73±0.12 ^{ab}
V	18.37±0.27 ^a	4.36±0.32 ^c	52.39±0.87 ^d	84.60±0.61 ^a	

^{a-f}; aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir (***, $p<0.001$).

Not: Dondurma numunelerinin hiçbirinde altıncı dakikada erime gözlenmedi.

lanımı ile karışımın toplam kuru madde düzeyinin ve kullanılan dondurma makinesi tipinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

nolu numunelerin muhafazanın 1. gününde farklılık göstermediği, 30. gününde de salep içeren kontrol grubu ile III nolu numunelerin benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. İlk damlama sürelerinin muhafaza-

nın birinci gününe göre bütün gruplarda daha yüksek olduğu, tamamen erime sürelerinin de ilk damlama sürelerinde görülen benzerlik ve farklılıklarla benzer şekilde seyrettiği saptandı. Grupların erime süreleri ve oranlarında muhafaza süresince meydana gelen değişimler incelendiğinde bu niteliğin özellikle grupların hacim genişlemesi özellikleriyle (Tablo 3) ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Dondurmanın erimeye karşı dayanıklı olması başlıca kuru maddenin fazla olmasına, düşük hacim genişlemesine, stabilizatör sistemleri ile ilgili jelleşme oluşmasına bağlıdır (Rothwell 1985, Marshall ve ark 2003, Tekinşen ve Tekinşen 2008). Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde karragenan ve ksantan sakızı içeren grupların salep içeren kontrol grubuna nazaran daha geç sürede eridiği ve farklı zamanlarda daha düşük erime oranına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle IV ve V nolu deneme gruplarının çok daha geç sürede ve az oranda erime özelliği göstermesi, bu gruplarda kullanılan ksantan sakızının konjak sakızıyla yüksek jelasyon kabiliyetine sahip olmasından (Sworn 2000, Takigami 2000) kaynaklanabilir. Takigami (2000) konjak sakızının ksantan sakızı ile kombinasyonunda ksantan sakızı miktarının %20-60 aralığında artırılarak, kappa karragenan miktarının ise %80-60 aralığında azaltılarak kullanılmasının jelasyon kuvvetini arttırdığını bildirmektedir. Dondurma numunelerinin 30. ve 60. dakikadaki erime oranları Tekinşen ve Karacabey (1984)'in yaptığı modifiye Kahramanmaraş tipi dondurma numuneleriyle benzerlik gösterirken bazı araştırmacıların (Güven ve ark 2002, Güven ve ark 2003a, Güven ve ark 2003b, Keçeli ve Konar 2003,

yonlarını ve benzer dondurma karışım formülünü, diğer araştırmacıların ise dondurma numunelerini toplam kuru madde düzeyi farklı karışım formüllerinden farklı stabilizatör maddeler kullanarak yapımlarıyla açıklanabilir.

Duyusal değerlendirmeler sonucunda dondurma numunelerinde tespit edilen renk-görünüm puanları (Tablo 6) incelendiğinde, yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör madde karışımlarını içeren grupların salep içeren gruba göre önemli düzeyde ($p<0.001$) yüksek puan aldığı tespit edildi. Konjak sakızına %10 ve %20 karragenan ilavesinin, renk-görünüm özelliklerini önemli düzeyde ($p<0.001$) iyileştirdiği, buna karşın ksantan sakızının %20 düzeyinde katılmasının renk-görünüm özelliklerini önemli düzeyde ($p<0.001$) düşürdüğü saptandı. Bulgular alışıl gelen tekniklerle sadece salep kullanılarak yapılan dondurma numunelerinin görünüm bakımından oldukça düşük bir puan aldığını bildiren Tekinşen ve Karacabey (1984) ile konjak sakızının ve karragenanla kombinasyonunun dondurmanın yüzey düzgünlüğü üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirleyen Akesowan (2008)'nin sonuçlarıyla uyusmaktadır. Ksantan sakızının konjak sakızına özellikle %20 düzeyinde ilavesinin renk ve görünümü olumsuz yönde etkilemesi ise ksantan sakızının karragenana göre konjak sakızıyla daha yüksek bir kıvam oluşturması ve dolayısıyla meydana gelen plastik benzeri (sakızimsi) bir yapının (Takigami 2000) dondurmanın görünüm özelliklerini de etkilemiş olmasıyla izah edilebilir. Bununla birlikte veriler, saleple yapılan dondurmaların

Tablo 6. Dondurma numunelerinin muhafaza süresince duyusal muayene bulguları.

Gün	Grup	Renk-görünüm	Yapı-kıvam	Tat-koku	Toplam
1.	Kontrol	2.90±0.06 ^{d***}	3.17±0.09 ^{d***}	2.90±0.0 ^{d***}	8.97±0.15 ^{d***}
	I	4.07±0.07 ^b	3.80±0.12 ^c	4.07±0.09 ^b	11.93±0.09 ^c
	II	4.33±0.03 ^a	4.27±0.09 ^{ab}	3.93±0.09 ^{bc}	12.53±0.03 ^b
	III	4.47±0.03 ^a	4.40±0.12 ^a	4.30±0.06 ^a	13.17±0.20 ^a
	IV	4.17±0.03 ^b	4.13±0.03 ^{ab}	4.07±0.07 ^b	12.37±0.07 ^b
15.	Kontrol	3.03±0.09 ^{d***}	3.50±0.06 ^{d***}	2.97±0.12 ^{c***}	9.50±0.12 ^{e***}
	I	4.30±0.6 ^{bc}	4.03±0.09 ^c	4.00±0.0 ^b	12.33±0.13 ^{cd}
	II	4.43±0.03 ^b	4.40±0.06 ^{ab}	4.13±0.12 ^{ab}	12.97±0.12 ^b
	III	4.70±0.06 ^a	4.60±0.06 ^a	4.40±0.12 ^a	13.70±0.20 ^a
	IV	4.13±0.07 ^c	4.37±0.12 ^{ab}	4.13±0.09 ^{ab}	12.63±0.12 ^{bc}
30.	Kontrol	3.00±0.10 ^{d***}	3.30±0.06 ^{d***}	3.07±0.07 ^{c***}	9.37±0.09 ^{d***}
	I	4.27±0.09 ^c	4.13±0.12 ^{bc}	4.00±0.15 ^b	12.40±0.31 ^c
	II	4.57±0.07 ^{ab}	4.40±0.06 ^a	4.13±0.22 ^b	13.10±0.21 ^{ab}
	III	4.63±0.07 ^a	4.53±0.03 ^a	4.53±0.07 ^a	13.70±0.15 ^a
	IV	4.37±0.09 ^{abc}	4.33±0.07 ^{ab}	4.33±0.09 ^{ab}	13.03±0.22 ^b
V	4.30±0.10 ^{bc}	4.07±0.03 ^c	4.00±0.06 ^b	12.37±0.19 ^c	

^{a-f}; aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir (***, $p<0.001$).

Şimşek ve ark 2006) deneysel olarak yaptıkları dondurma numunelerinin erime niteliklerinden düşük veya yüksek bulunmuştur. Bu durum Tekinşen ve Karacabey (1984)'in dondurma numunelerinin üretiminde sinerjik etkili stabilizatör madde kombinasyonları

farklı stabilizatör madde veya kombinasyonlarıyla yapılan dondurma numunelerinden daha düşük puan aldığını belirleyen bazı araştırmacıların (Güven ve ark 2003a, Güven ve ark 2003b) sonuçlarını doğru-

lamaktadır. Bu durum salebin kalitesine (özellikle gli-komannan düzeyi) bağlı olarak dondurma üretiminde tek başına kullanılmasının dondurmada arzulan bazı duyuşsal niteliklerin sağlanması açısından yeterli olmadığı (Tekinşen ve Karacabey 1984, Tekinşen ve Tekinşen 2008) ile açıklanabilir.

Dondurma numunelerinin yapı-kıvam puanları (Tablo 6) incelendiğinde, %10 oranında ksantan sakızı ile özellikle karragenanı %10 ve %20 oranında içeren konjak sakızı kombinasyonlarının (sırasıyla IV, II ve III nolu gruplar) yapı-kıvam özelliklerini iyileştirdiği ($p<0.001$) belirlendi. Bu durum konjak sakızının uygun oranlarda kullanımına bağlı olarak karragenan ve ksantan sakızı ile sinerjik etki göstermesiyle (Imeson 2000, Sworn 2000, Takigami 2000) ve salebin konjak sakızına göre çok daha düşük (≤ 50) gli-komannan oranına sahip olmasıyla açıklanabilir. Bulgular dondurma yapımında konjak sakızı ve karragenanla kombinasyonunu deneyen Akesowan (2008) ile saleple yapılan dondurma numunelerinin kullanılan diğer stabilizatör madde ve/veya kombinasyonlarına nazaran daha düşük puan aldığını belirleyen araştırmacıların (Tekinşen ve Karacabey 1984, Güven ve ark 2003b, Keçeli ve Konar 2003) sonuçlarıyla uyşmaktadır.

Dondurma numunelerinin tat-koku puanları (Tablo 6) incelendiğinde yalnızca konjak sakızı ve konjak sakızı ile diğer stabilizatör maddelerin karışımını içeren grupların salep içeren gruba göre önemli düzeyde ($p<0.001$) olumlu etkilerinin olduğu, konjak sakızına %20 ksantan sakızı katılmasının tat-koku niteliklerini önemli düzeyde düşürdüğü ($p<0.001$), %20 karragenan ilavesinin tat-koku niteliklerini yükselttiği ($p<0.001$) belirlendi. Saleple yapılan dondurma numunelerinin diğer bitkisel orjinli stabilizatör madde ve/veya kombinasyonlarıyla yapılan dondurma numunelerinden düşük puan aldığı bazı araştırmacılar tarafından (Tekinşen ve Karacabey 1984, Güven ve ark 2003b, Keçeli ve Konar 2003) da belirtilmektedir. Bulgular dondurmanın tat-koku nitelikleri üzerinde salebin beklenildiği gibi olumlu bir etkiye sahip olmadığı veya bu niteliğin hissedilemediği izlenimini vermektedir. Bu durum kendine özgü bir aromaya sahip olan salebin oldukça düşük oranda (%0.8) kullanılmasının yanı sıra dondurmanın yağsız süt kuru maddesinden kaynaklanan aromanın salebe ait tat ve kokuyu baskılamış (Tekinşen ve Tekinşen 2008), tatsız ve kokusuz olan konjak sakızının (Türk Gıda Kodeksi 2002) dondurmadaki tat ve koku niteliklerinin daha iyi algılanmasını sağlamış olabileceğiyle açıklanabilir. Konjak sakızına %20 ksantan sakızı ilavesinin tat-koku niteliklerini düşürürken, %20 karragenan ilavesinin ise tat-koku niteliklerini yükseltmesi ise dondurma numunelerinin erime nitelikleriyle izah edilebilir. Tekinşen ve Tekinşen (2008), geç erime özelliğinin lezzetin yavaş açığa çıkmasına neden olduğu bildirilmektedirler.

Konjak sakızına %10 ve %20 karragenan ile %10

ksantan sakızı katılmasının toplam puanları önemli düzeyde ($p<0.001$) arttırdığı ve bunun %20 karragenan ilave edilen grupta çok daha yüksek olduğu tespit edildi (Tablo 6). Bulgular dondurma yapımında 80:20 oranında (%0.24 + %0.06 miktarlarda) kullanılan konjak sakızı ve kapa karragenan kombinasyonunun, duyuşsal nitelikler bakımından toplamda en fazla puanı aldığını belirleyen Akesowan'ın (2008) bulgularıyla benzemektedir.

Sonuç olarak; dondurma üretiminde %0.35 düzeyinde konjak sakızı ile %10 ve %20 oranında karragenan ve ksantan sakızı içeren kombinasyonların kullanımının dondurma karışımının fiziksel, dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini salep içeren kontrol grubuna göre önemli düzeyde iyileştirdiği, konjak sakızına %10 oranında ksantan sakızı ve karragenan ilavesinin fiziksel ve duyuşsal, %20 karragenan ilavesinin de özellikle duyuşsal özellikleri önemli düzeyde olumlu yönde etkilediği tespit edildi.

► Öneriler

Endüstriyel bir gıda katkı maddesi olarak birçok kullanım alanı olan konjak sakızının, günümüzde varlığı tehlike altında olan orkide türlerinin korunması amacıyla, dondurma üretiminde salebin yerine yalnızca veya diğer stabilizatörlerle kombinasyonlarının kullanılmasının uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

► Teşekkür

Araştırma TÜBİTAK Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu tarafından 1070461 nolu proje ile desteklenmiştir.

► Kaynaklar

- Akesowan A, 2002. Viscosity and gel formation of a konjac flour from *Amorphophallus oncophyllus*. *AU J Technol*, 5, 52-59.
- Akesowan A, 2008. Effect of combined stabilizers containing konjac flour and kappa -carragenan on ice cream. *AU J Technol*, 12, 81-85.
- A&D Company Limited, 2005. SV-10 Vibro Viscometer Instruction Manual, Japan.
- Bryan JE, 2005. *Bulbs*, Timber Press Pocket Guides Series, Timber Press, Inc Oregon, USA.
- Chan APN, 2003. Konjak part I: Cultivation to commercialization of components, *The World of Food Science*, IFT and IUFoST Organization.
- Codex Alimentarius Commission, 2003. Konjac flour, Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Rome.
- Cottrell JIL, Pass G, Phillips GO, 1979. Assessment of polysaccharides as ice cream stabilizers. *J Sci Food Agric*, 30, 1085-1089.
- Food Chemicals Codex, 2004. Konjac flour, 5th edition, The National Academies Press, Washington, USA.
- Güven M, Karaca OB, Kacar A, Hayaloğlu AA, Yaşar K, 2002. Keçiboynuzu sakızı ile birlikte bazı stabilizerlerin kullanımlarının Kahramanmaraş tipi dondurmaların özellikleri üzerine etkileri. *Harran Üniv Zir Fak Derg*, 6,

- 31-38.
- Güven M, Karaca OB, Kacar A, 2003a. The effects of the combined use of stabilizers containing locust bean gum and of the storage time on Kahramanmaraş type ice creams. *Int J Dairy Technol*, 56, 223-228.
- Güven M, Karaca OB, Kacar A, Hayaloğlu AA, Yaşar K, 2003b. Farklı stabilizerlerle üretilen Kahramanmaraş tipi dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. *Çukurova Üniv Zir Fak Derg*, 18, 1-8.
- Hongu T, Phillips GO, Takigami M, 2005. *New millennium fibers*, CRC Press, Washington, USA.
- Huang HY, Lin KW, 2004. Influence of pH and added gums on the properties of konjac flour gels. *Int J Food Sci and Technol*, 39, 1009-1016.
- Imeson AP, 2000. Carrageenan, in; *Handbook of Hydrocolloids*, Ed; Phillips GO, Williams PA, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge, England.
- International Dairy Federation, 1981. *Sensory evaluation of dairy products*, IDF, Bruxelles.
- Kayacier A, Dogan M, 2006. Rheological properties of some gums-salep mixed solution. *J Food Engin*, 72, 261-265.
- Keçeli T, Konar A, 2003. Salep ve alternatif bazı stabilizatör maddelerin inek sütünden yapılan dondurmaların özelliklerine olan etkileri. *Gıda*, 28, 415-419.
- Kreutz CAJ, 2002. Türkiye'nin orkideleri. *Yeşil Atlas*, 5, 99-109.
- Marshall RT, 1992. *Standart method for the examination of dairy products*, 16th edition, APHA 1015, Washington, USA.
- Marshall RT, Goff HD, Hartel RW, 2003. *Ice cream*, 6th edition, Kluwer Academic/Plenum Publ, New York, USA.
- Renewable Bioproducts Research in Europa, 2001. Glucomannan: A new vegetal texturising agent for European food and non-food industries, European Commission Renewable Bioresources Epobio (Final Report) Proposal No: FAIR-CT98-4106, CNAP University of York, UK.
- Rothwell J, 1985. *Ice cream making*, College of Estate Management, Reading Univ, Reading.
- Sadar LN, 2004. *Rheological and textural characteristics of copolymerized hydrocolloidal solutions containing curdlan gum*. Department of Nutrition and Food Science University of Maryland, Master thesis, Baltimore, USA.
- Sezik E, 1967. Türkiye'nin salepgilleri ticari salep çeşitleri ve özellikle Muğla salebi üzerinde araştırmalar, İstanbul Üniv Ecz Fak, Doktora Tezi, İstanbul.
- Sezik E, 1990. Salep elde ediliş ve sonuçları. *Bilim ve Teknik Derg*, 270, 56-58.
- Sworn G, 2000. Xanthan gum, in; *Handbook of Hydrocolloids*, Ed; Phillips GO, Williams PA, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge, England.
- Şimşek O, Tuncay İ, Bilgin B, 2006. Endüstriyel dondurma üretiminde farklı stabilizatör kullanımının dondurma kalitesine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg*, 3, 55-63.
- Takigami S, 2000. Konjac mannan, In: *Handbook of Hydrocolloids*, Ed; Phillips GO, Williams PA, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge, England.
- Tekinşen KK, 2006a. Geçmişten günümüze ağızda uyanan lezzet Maraş dondurması. *Unlu Mamüller Teknolojisi Derg*, 15, 34-40.
- Tekinşen KK, 2006b. Salep. *Bilim ve Teknik Derg*, 463, 76-77.
- Tekinşen KK, 2006c. Dövme dondurmanın bedeli. *Geo*, 11, 28-30.
- Tekinşen OC, Karacabey A, 1984. Bazı stabilizatör karışımlarının Kahramanmaraş tipi dondurmanın fiziksel ve organoleptik nitelikleri üzerine etkisi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, VHAG Proje No: 594, Ankara.
- Tekinşen OC, Keleş A, 1994. *Besinlerin duyuşsal muayenesi*, Selçuk Üniv Vet Fak Yayın Ünitesi, Konya.
- Tekinşen OC, Tekinşen KK, 2005. Süt ve süt ürünleri: temel bilgiler teknoloji kalite kontrolü, Selçuk Üniv Basımevi, Konya.
- Tekinşen OC, Tekinşen KK, 2008. *Dondurma: temel bilgiler teknoloji kalite kontrolü*, Selçuk Üniv Basımevi, Konya.
- Türk Gıda Kodeksi, 2002. Renklendirici ve tatlandırıcılar dışındaki gıda katkı maddelerinin saflık kriterleri tebliği, Ek-1, Resmi Gazete Tebliğ No: 2002/28, 1. Değişiklik 06 Nisan 2005, Sayı: 25778, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1992. *Dondurma standardı*, TS 4265, TSE, Ankara.
- Yang XH, Zhu WL, 2006. Note: Modelling the rheological properties of the solution of konjac glucomannan and milk powder. *Food Sci Technol Int*, 12, 127-132.
- Zhang Y, Xie B, Gan X, 2005. Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives. *Carbohydrate Polymers*, 60, 27-31.