



GIDALARIN ENERJİSİNİ AZALTMA DA UYGULANABİLECEK ALTERNATİF YAKLAŞIMLAR

Şebnem ŞİMŞEK, Sedef Nehir EL

Gıda Mühendisliği Bölümü, Beslenme Bilim Dalı
İzmir, 2012



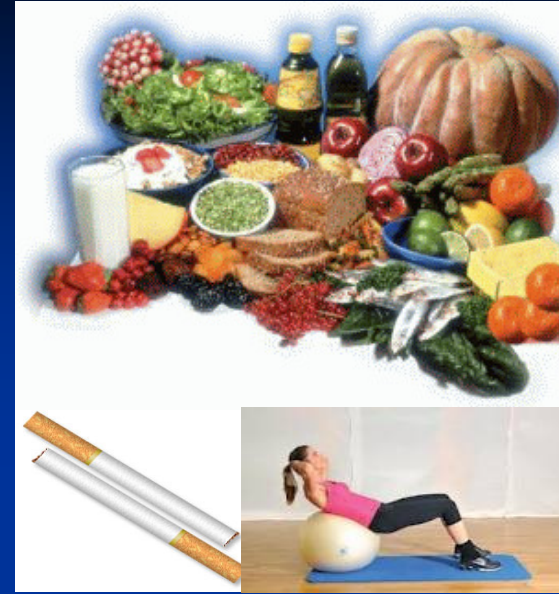
Sağlık bakımı

% 10



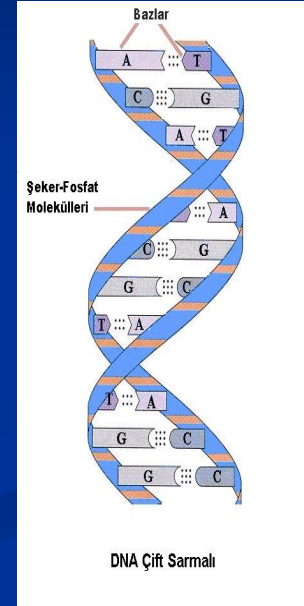
Çevresel faktörler

% 20



Yaşam tarzı

% 51



Genetik

% 19

Yaşam tarzı, sağlığı ve yaşam süresini etkilemektedir!

OPTİMUM BESLENME YAKLAŞIMI

Optimum beslenme günlük beslenme modelinin, oluşabilecek hastalık risklerini engelleme ve yaşamın sağlıklı olarak sürdürülmesini sağlamak amacıyla, besin ögesi olan ve besin ögesi olmayan bileşenleri içerecek şekilde optimizasyonu olarak tanımlanmaktadır.

- hastalıkların tedavi maliyetlerinin artması
- iş gücü kayıplarının artması
- insanların kaliteli bir yaşam sürme arzusu

DÜNYADAKİ BESLENME REHBERLERİNİN ORTAK GÖRÜŞÜ

1. Gıda çeşitliliğinin arttırılması
2. İdeal vücut ağırlığının enerji kontrolü ve fiziksel aktivite ile sağlanması
4. Kompleks karbonhidrat ve diyet lifi kaynakları olan tahıllı gıdaların, meyve ve sebze tüketiminin arttırılması
5. Kararında tuz (sodyum), kafein ve alkol tüketimi
6. Kararında yağ alımı
(Toplam yağ tüketimi <%30, Doymuş yağ tüketimi <%10)
7. Basit şekerlerin tüketiminin azaltılması
(Rafine şeker tüketimi <%10)

GIDALARIN ENERJİSİNİ AZALTMADA KULLANILAN TEMEL YAKLAŞIMLAR

- Kalori Seyreltimi
- Bileşen İkameleri
- Kalori Ekstraksiyonu

GIDALARIN ENERJİSİNİ AZALTMA KULLANILABİLECEK ALTERNATİF YAKLAŞIMLAR

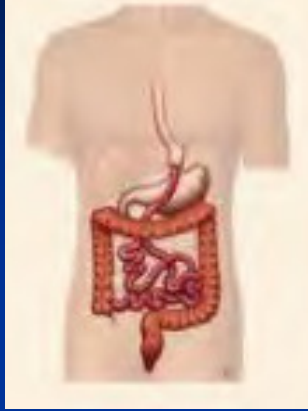
1. Düşük enerji yoğunluğuna sahip mikro yapıların oluşturulması
2. Alternatif karbonhidrat ve/veya yağ ikamelerinin kullanımı
3. Karbonhidrat ve/veya yağ sindirim enzimlerinin inhibisyonu

1. Düşük enerji yoğunluğuna sahip mikro yapıların oluşturulması

Emülsiyonlar, birbiriyle karışmayan iki sıvının birbiri içinde dağılmasından oluşmuş, homojen görünümlü heterojen sistemlerdir.



Yağın gıdaların duysal ve fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi

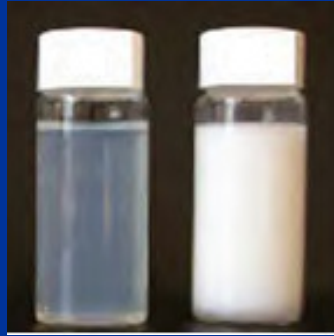


Tokluk



Lezzet

Yağ damlacıkları
(Boyut)



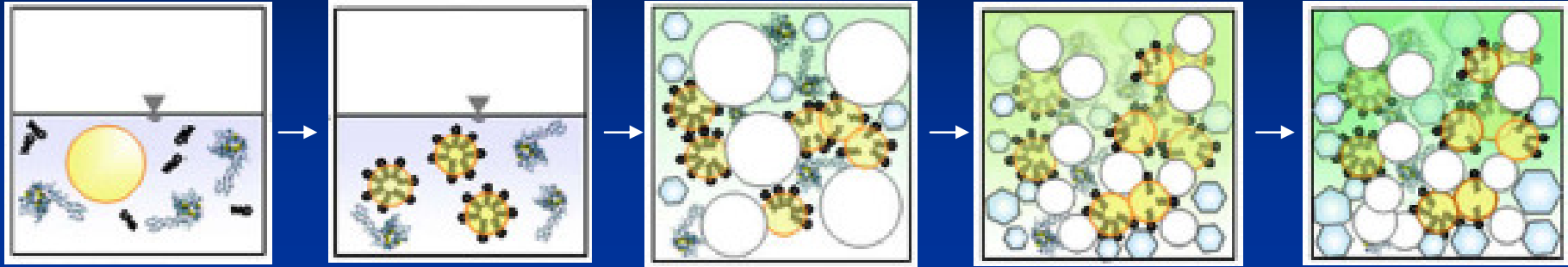
Görünüş



Doku

AZ YAĞLI DONDURMA

Yağ → ağız hissi, kremamsılık, aroma, erime hızı



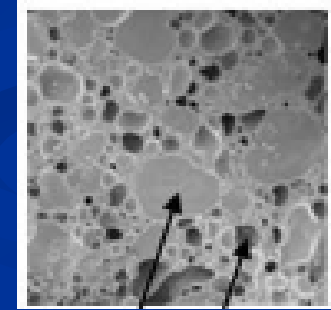
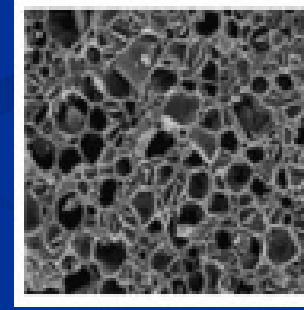
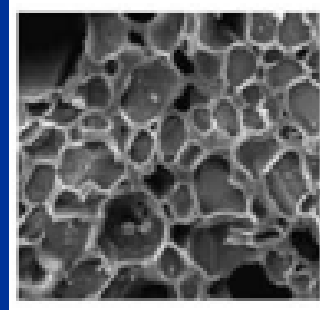
1

2

3

4

5

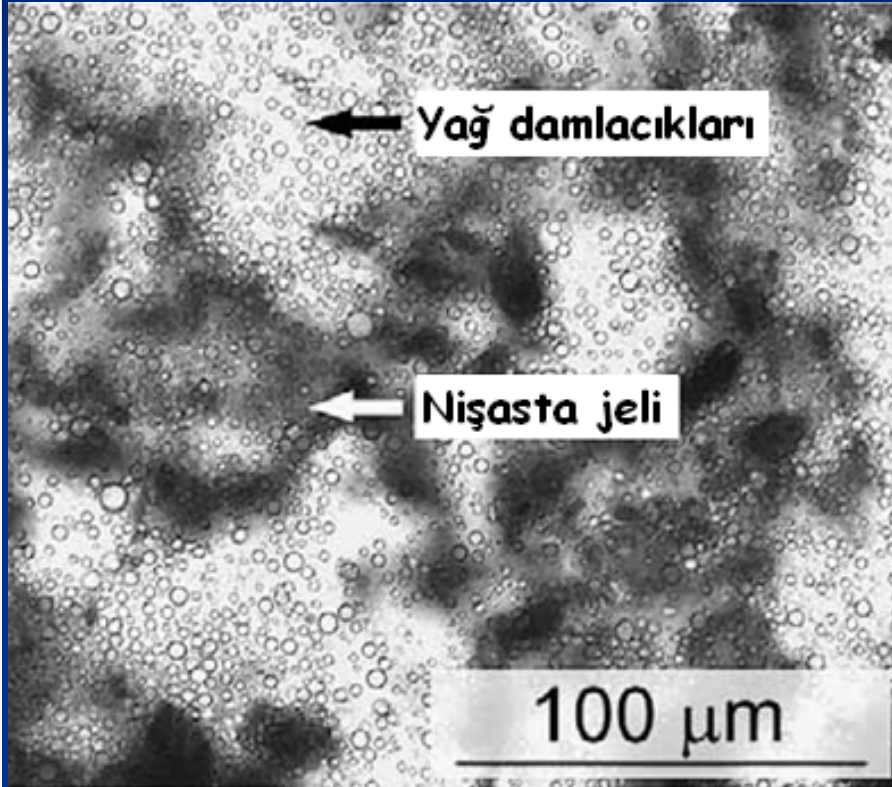


Buz
kristalleri

Hava
kabarcıkları

1. Karıştırma (65 °C), Pastörizasyon (80 °C)
2. Homojenizasyon (80°C, 105-115 bar)
3. Köpüklendirme ve dondurma işlemi (-6 °C)
4. Ekstrüzyon (-16, -18 °C)
5. Sertleştirme (-35, -40 °C)

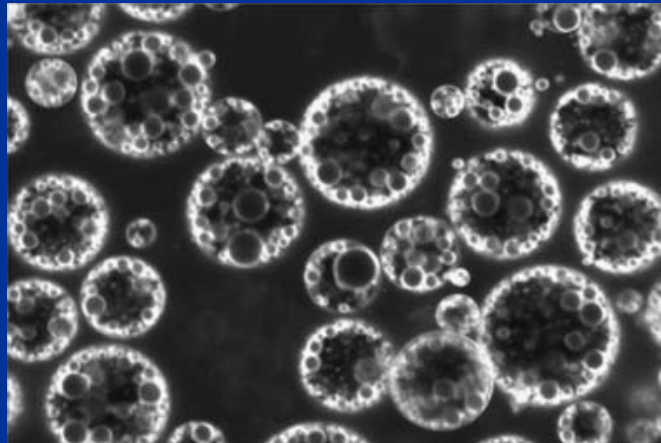
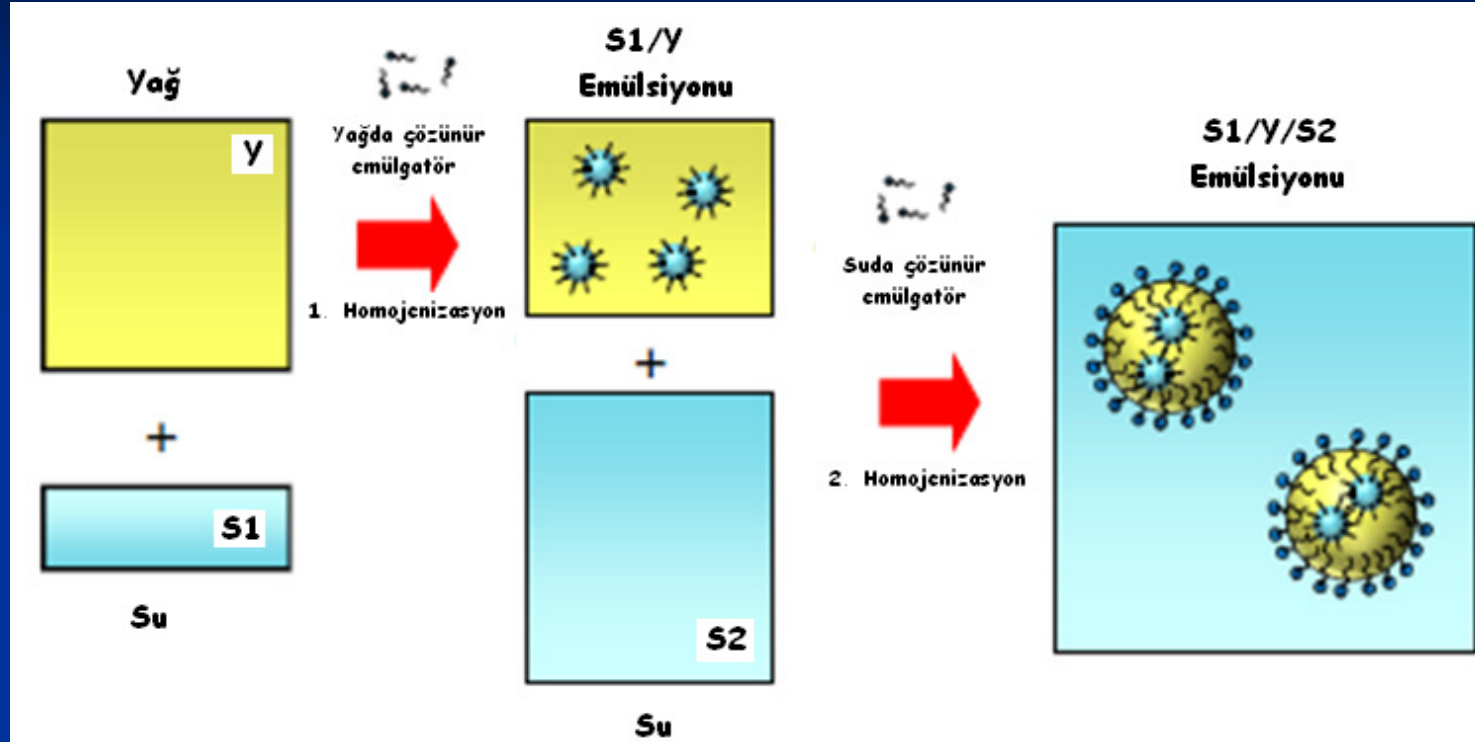
AZ YAĞLI MAYONEZ



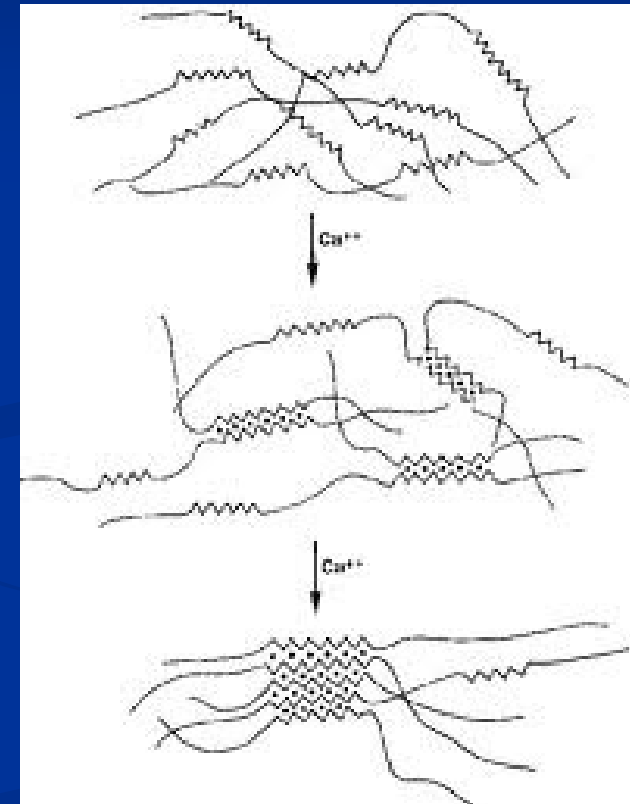
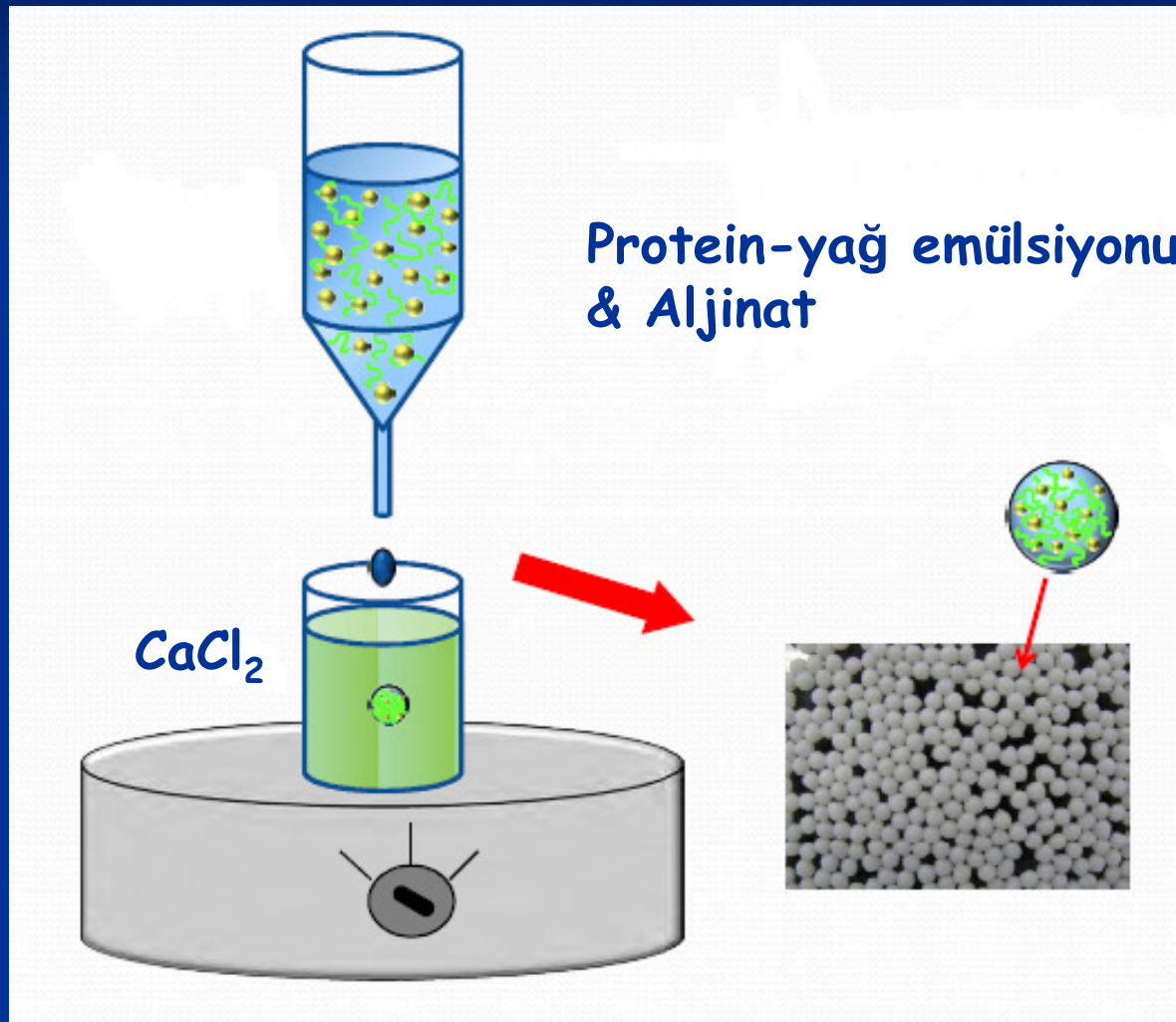
Az yağlı mayonezin
elektron mikroskobu görüntüsü

- Y/S emülsiyonu (%80-95 yağ)
- Vizkozite ve doku (emülsiyon kararlılığı), yağ damlacıkları arasındaki çekme kuvvetlerine bağlı olarak değişmektedir
- yağ içeriği ↓ $\rightarrow$ vizkozite ↓
- Çözüm: nişasta jeli

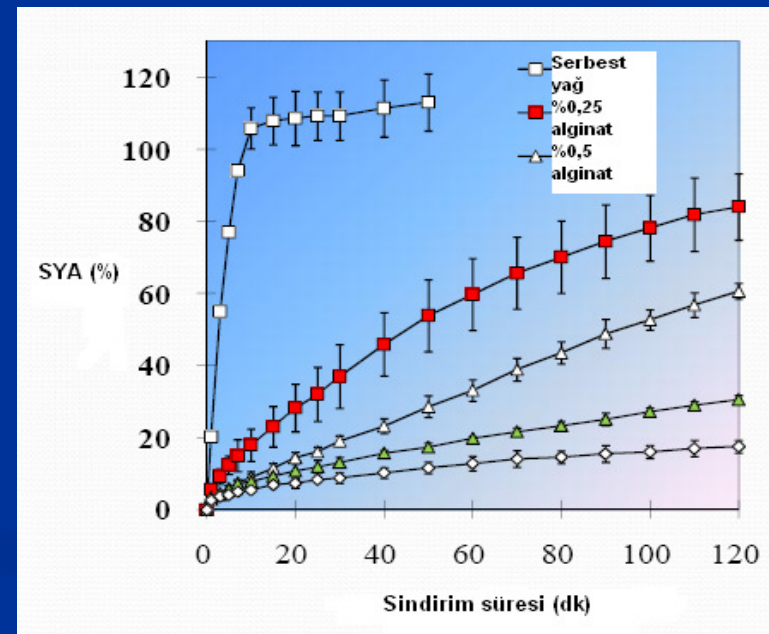
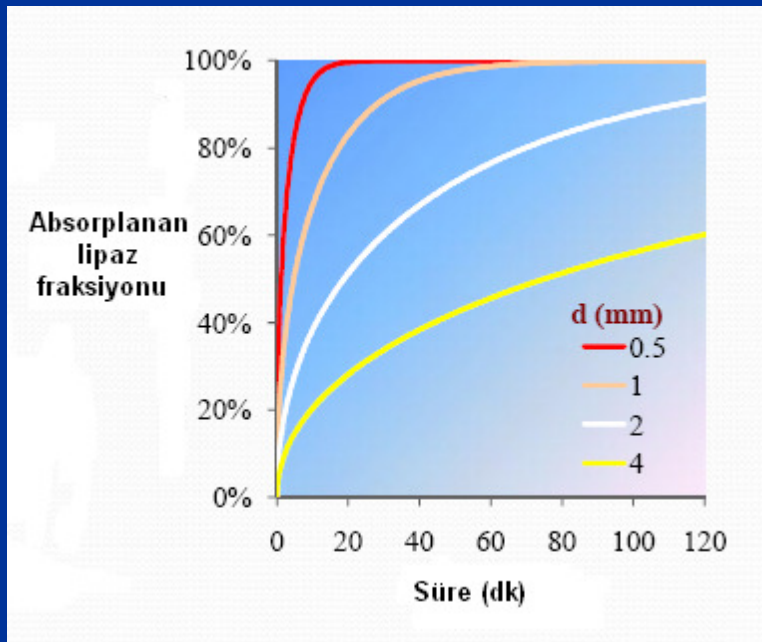
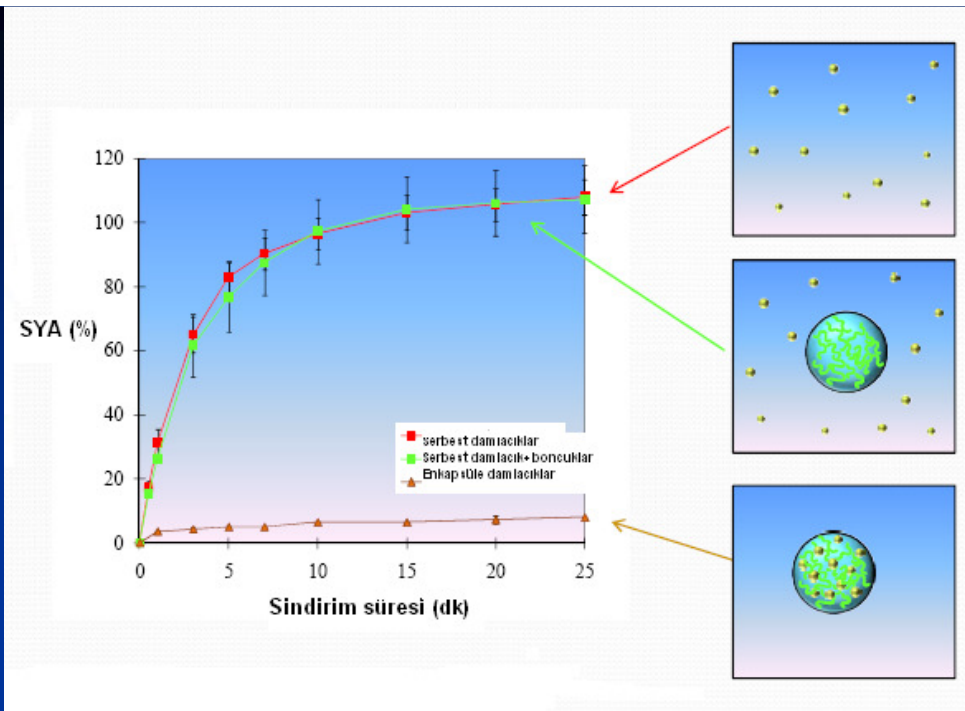
ÇOKLU EMÜLSİYONLAR



DOLGULU BİYOPOLİMER BONCUKLARI



McClements ve ark., 2011



boncuk çapı ↑ absorplanan lipaz miktarı ↓

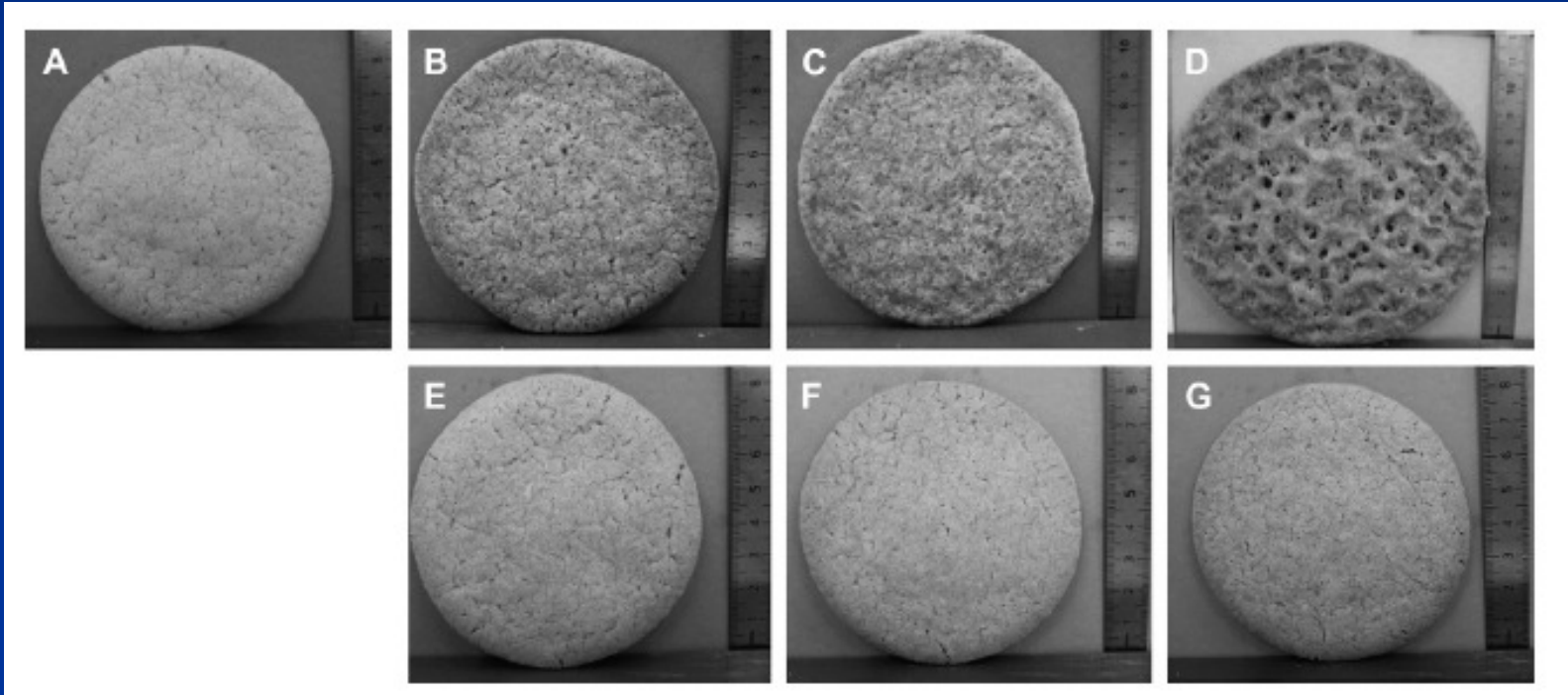
alginat miktarı ↑ SYA miktarı ↓

2. Alternatif karbonhidrat ve/veya yağ ikamelerinin kullanımı

- Arabinoksilan oligosakkaritleri
- İnülin
- β -glukan
- Kakao lifi
- Amorf selüloz
- Dirençli nişasta

ARABİNOKSİLAN OLİGOSAKKARİTLERİ

- Buğday kepeğinde bulunan arabiksilanın kısmi enzimatik hidrolizi ile elde edilir.



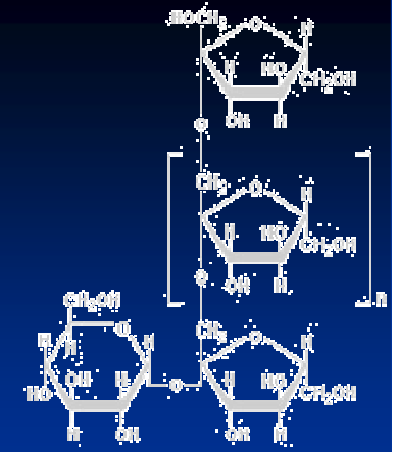
A: Kontrol, B-D: unun arabinoksilan oligosakkaritleri ile farklı oranlardaki ikamesi (B:12 g/100 g; C: 23,5 g/100 g; D: 34 g/100 g), E-G: sükrozun arabinoksilan oligosakkaritleri ile farklı oranlardaki ikamesi (E: 10 g/100 g; F: 20 g/100 g; G: 30 g/100g)

(Pareyt ve ark., 2011)

İNÜLİN



	Süt tozu (%)	İnülin (%)
Tam yağlı	16	-
Yağsız	16	-
Yağsız+TEX*	12	4
Yağsız+HPX*	12	4
Yağsız+IQ*	12	4



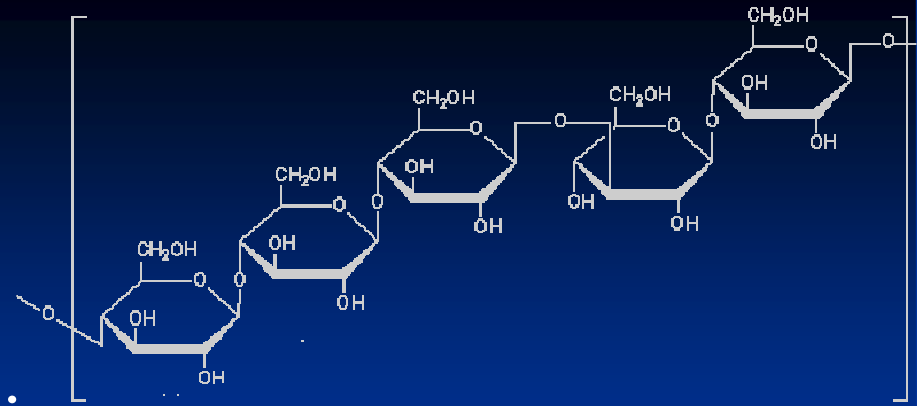
*Şikori köklerinden elde edilen ticari inülinler: TEX, HPX (PD≥23) ve IQ (PD ≥10).

- Duyusal değerlendirmede, inülin içeren örneklerde koku ve konsistenste belirgin bir farklılık saptanmamıştır.
- Aromada farklılık dikkat çekmiş olup yağsız süt ile üretilen kefir için de geçerlidir.
- İnülinin yağsız süt ile birlikte kullanımı yalnız yağsız süt ile yapılan ürüne kıyasla %15, tam yağlı süt ile yapılan ürüne kıyasla %37 kalori düşüşü sağlamıştır.

(Glibowski ve Kowalska, 2012)

β -GLUKAN

- Çözünebilir diyet lifi
- Karbonhidrat ve/veya yağ ikamesi
- Yoğurt, fırıncılık ürünleri, çikolata
- 2,5-3,5 kal/g

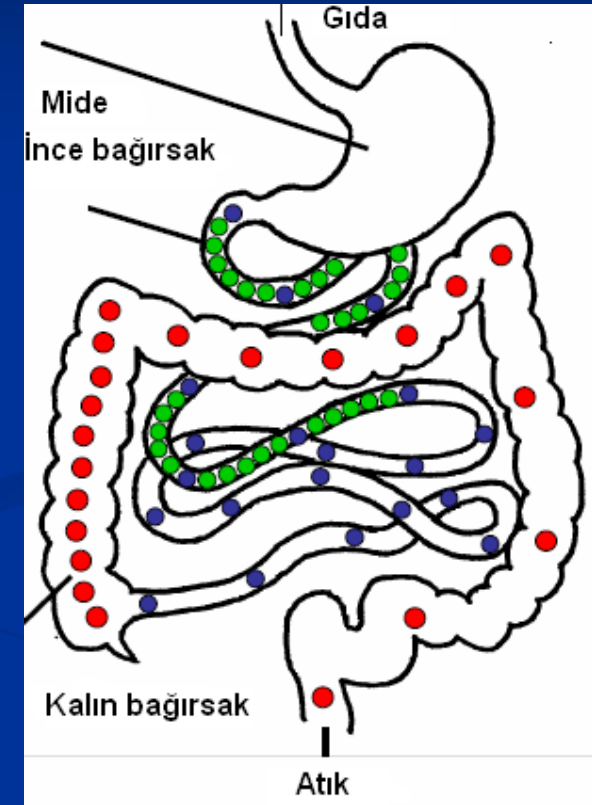


- CTrim-20 (20 g β -glukan/100 g)
- Kurabiyelerde CTrim-20 %10 oranında ikame edilebilmektedir.
- Fıstık ezmesindeki yağın % 9 oranında C-Trim 20 ile ikamesiyle ürünün kalorisi 50 kal/100 g oranında azalmıştır.

DİRENÇLİ NİŞASTA

Gıdadaki nişastanın yapısında yer alan ancak ince bağırsaktaki sindirim enzimlerine direnç göstererek sindirilmeden doğrudan kalın bağırsağa geçen nişasta ve/veya nişasta parçalanma ürünleri olarak tanımlanmaktadır.

- gıdaların yapısında doğal olarak bulunabilir
- evde ve/veya fabrikada üretim sırasında meydana gelebilir



DİRENÇLİ NİŞASTANIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

- küçük partikül boyutu
 - beyaz görünüş
 - hafif aroma
 - viskozite artışı sağlama
 - jel oluşturma
 - gevreklik, hacim ve dokuda iyileştirme
 - yüksek jelatinizasyon sıcaklığı
 - yüksek ekstrüzyon ve film oluşturma kalitesi
 - düşük su tutma kapasitesi
- } Unu 1:1 oranında ikame edebilme

DN' NIN GIDA SANAYİNDE KULLANIMI



- fırıncılık ürünleri
- ekmek
- kahvaltılık gevrek
- makarna
- snack gıdalar
- çorbalar
- süt ürünleri



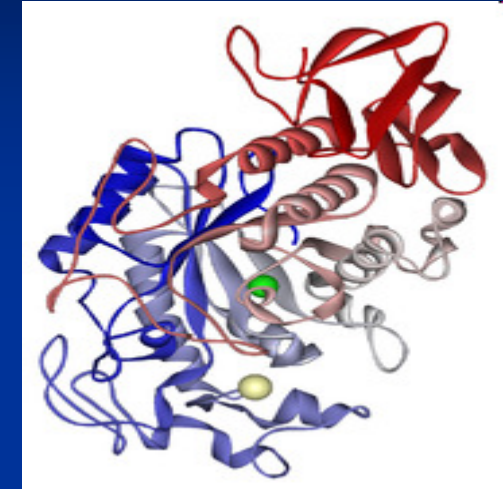
3. Karbonhidrat ve/veya yağ sindirim enzimlerinin inhibisyonu

α -amilaz

- Nişasta ve oligosakkarit sindirimi
- Ağızda ve ince bağırsakta

α -glukosidaz

- Nişasta ve oligosakkarit sindirimi
- ince bağırsaktaki epitel hücrelerde yer alır

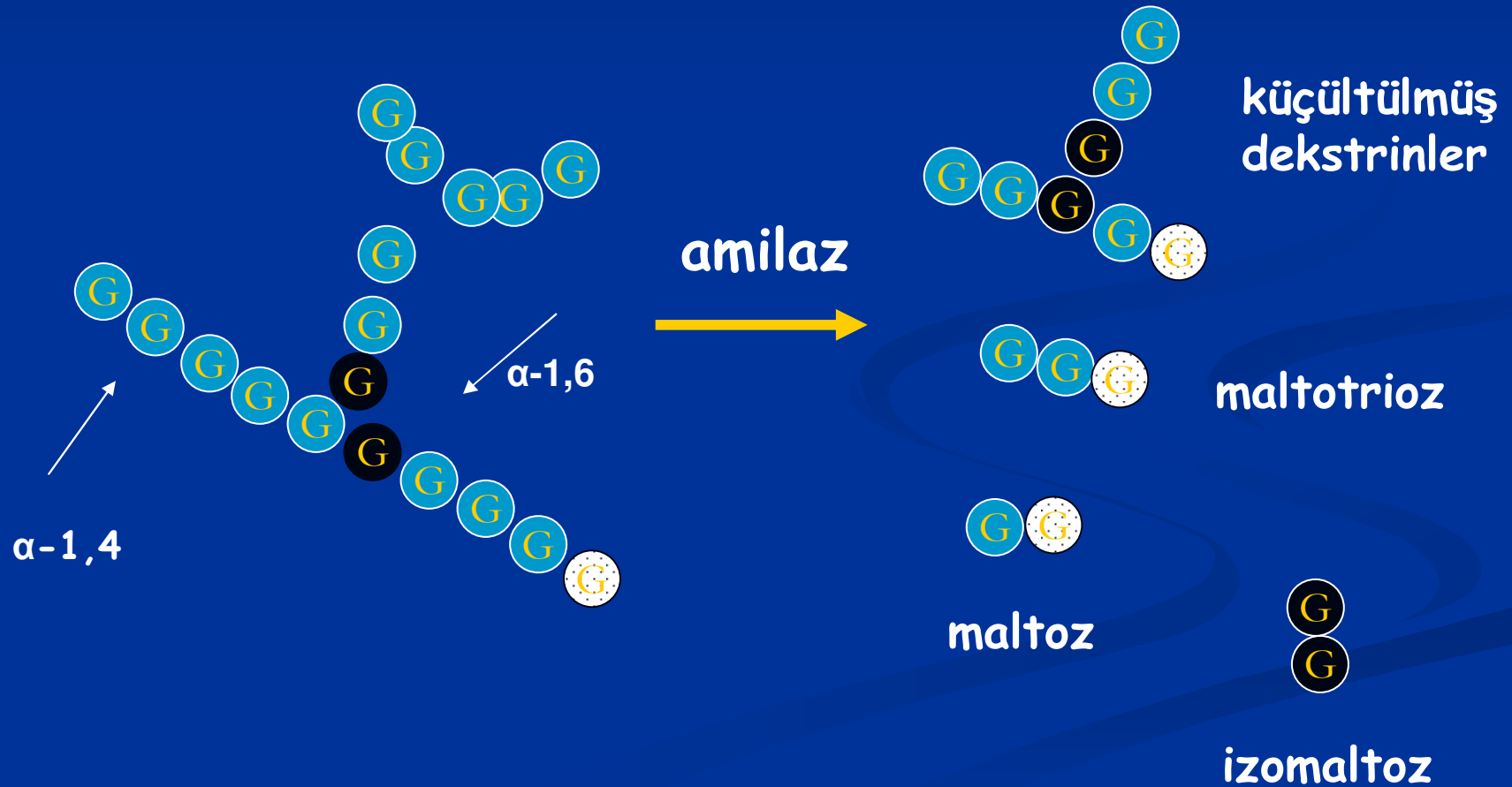


Lipaz

- Trigliserit sindirimi
- Ağızda (dil lipazı), midede (gastrik lipaz) ve ince bağırsakta (pankreatik lipaz) yer alır

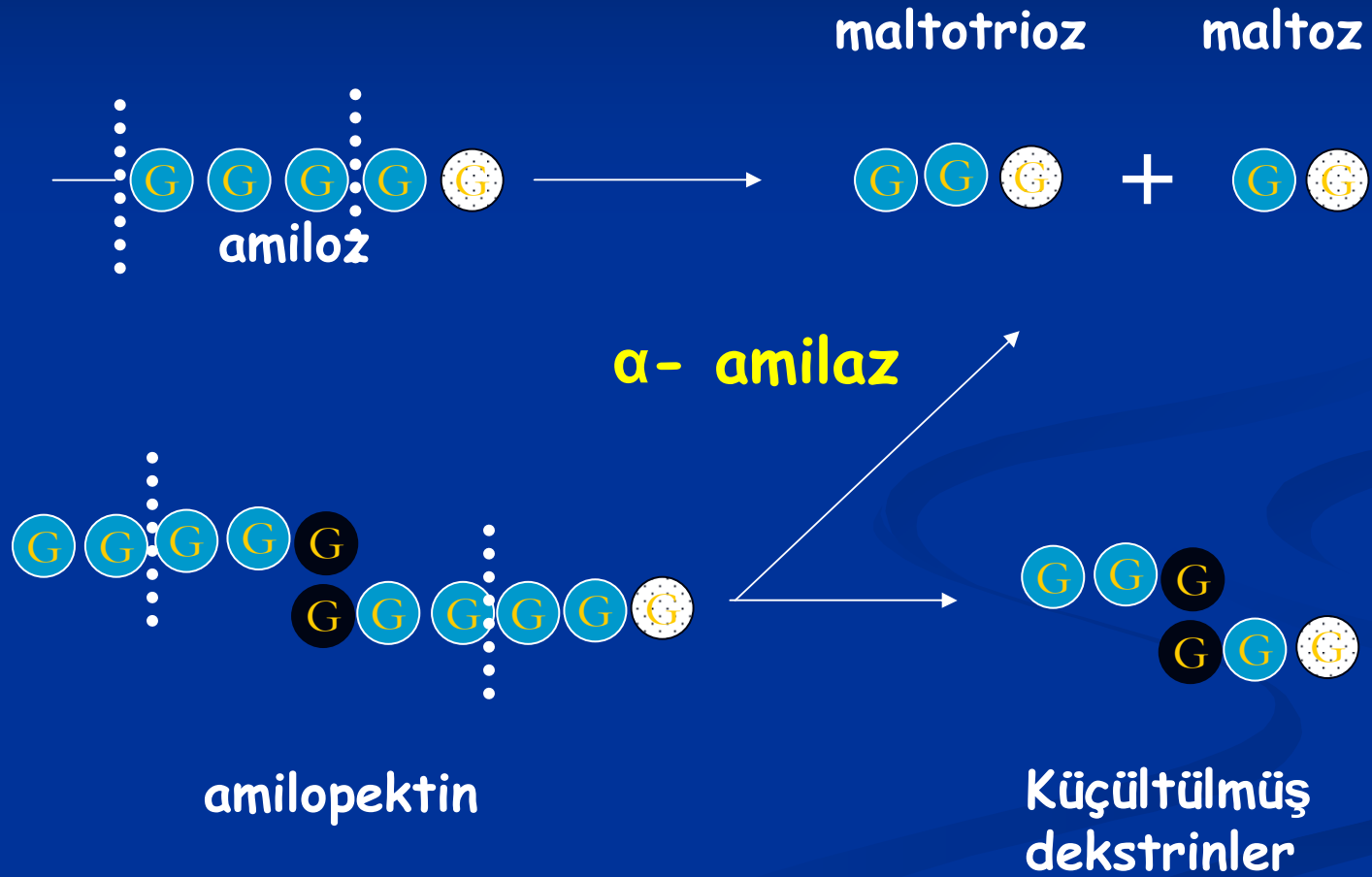
KARBONHİDRAT SİNDİRİMİ

Ağızda ve mide başlangıcında:



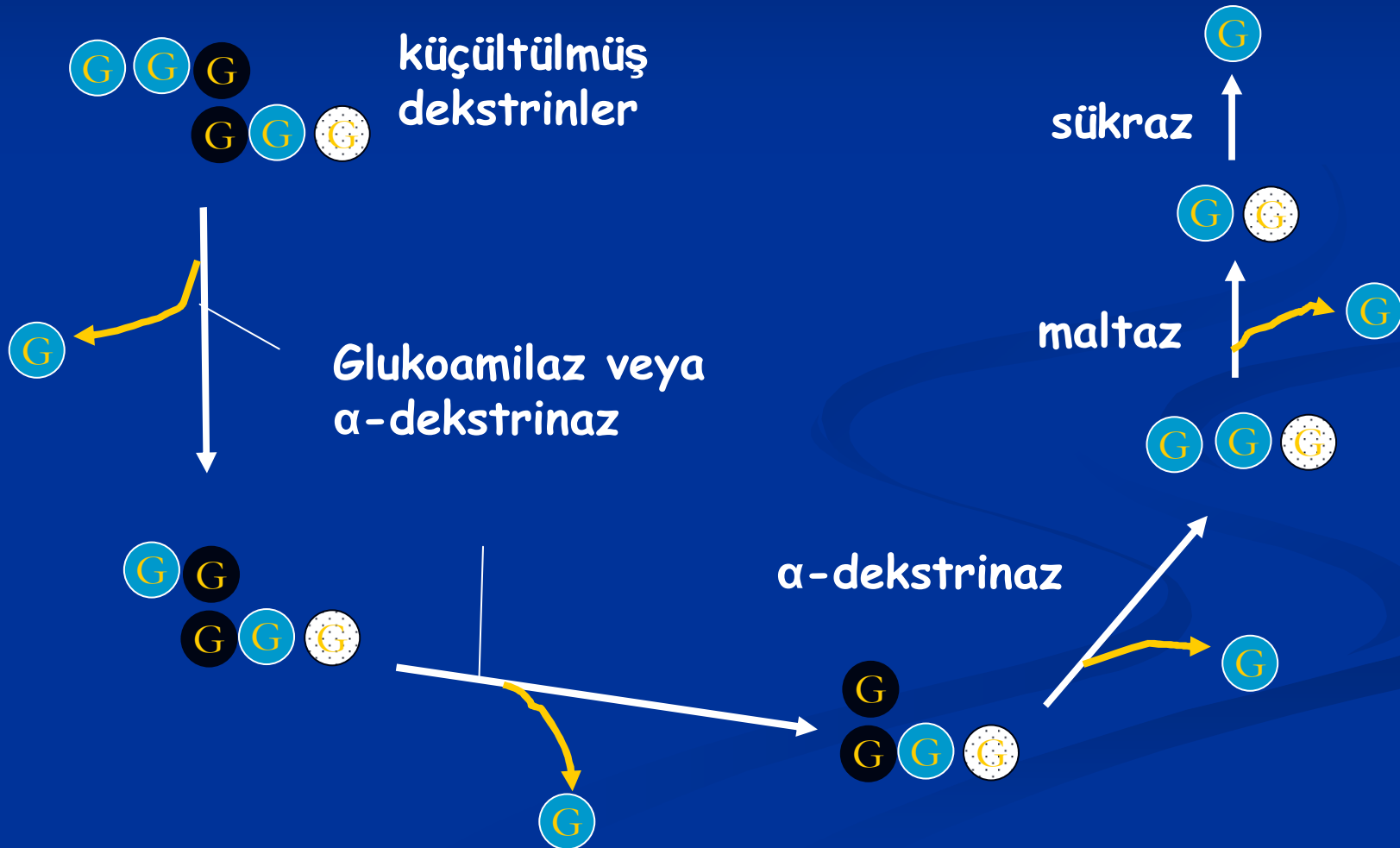
KARBONHİDRAT SİNDİRİMİ (devam)

İnce bağırsakta (α -amilaz):



KARBONHİDRAT SİNDİRİMİ (devam)

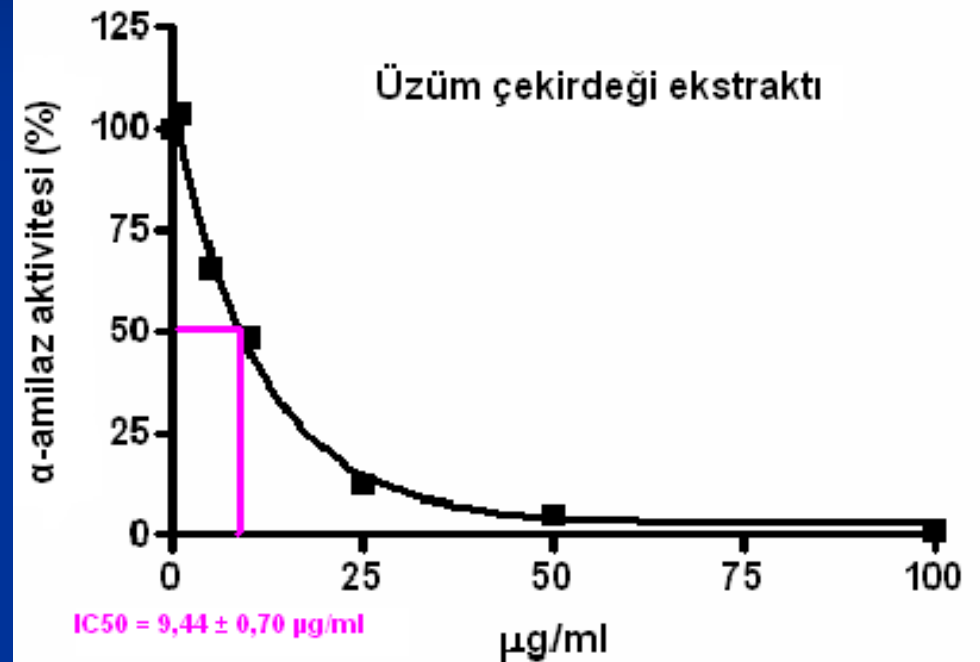
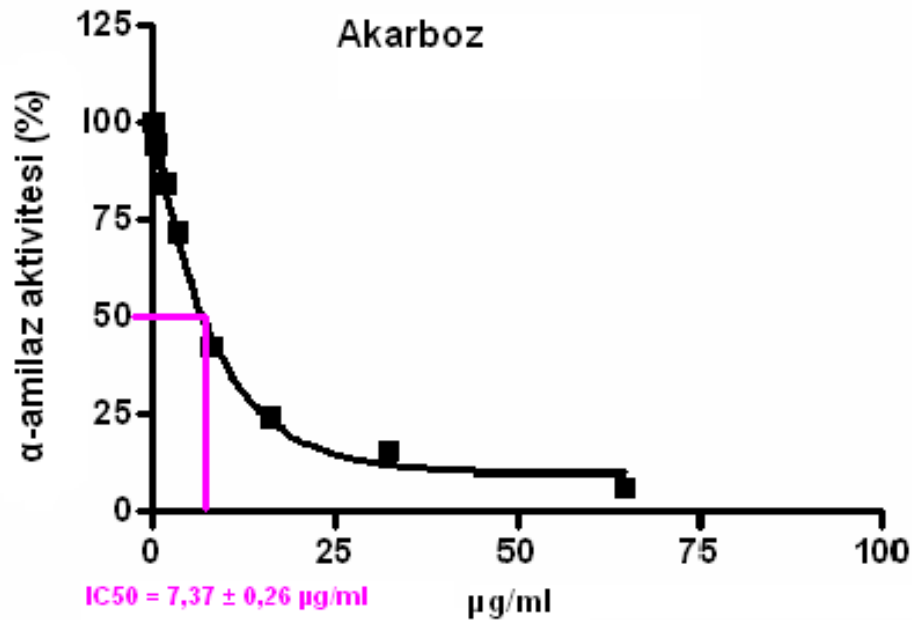
İnce bağırsakta oligosakkarit sindirimi:



KARBONHİDRAT SİNDİRİM ENZİMLERİ İNHİBİTÖRLERİ

- Polifenoller
- Biyoaktif peptitler
- Fitik asit

α -amilaz inhibisyonu



IC_{50} : Enzimin %50'sinin inhibisyonu için gerekli konsantrasyon

Tucker ve ark., 2010

α -amilaz ve α -glukosidaz enzim inhibisyonu

Enzim: insan tükürük α -amilazı (İTA) ve memeli α -glukosidazı (MG)

İnhibitör	IC ₅₀		Toplam fenolik madde içeriği (g GAE/ g çay yaprağı)
	İTA	MG	
Akarboz	5,7 μ M	3,8 μ M	-
Teaflavin digallat	2,9 μ M	165 μ M	-
Teaflavin monogallat	5,5 μ M	310 μ M	-
Teaflavin	67 μ M	> 400 μ M	-
Epikateşin gallat	1,5 mM	330 μ M	-
Kateşin hidrat	> 20 mM	540 μ M	-
Siyah çay L(LS)	0,42 mg/mL	0,56 mg/mL	0,115 $\pm$ 0,004
Oolong çayı L (LO)	3 mg/mL	0,98 mg/mL	0,134 $\pm$ 0,005
Yeşil çay L (LY)	4,2 mg/mL	2,8 mg/mL	0,106 $\pm$ 0,002
Siyah çay D (DS)	0,67 mg/mL	0,58 mg/mL	0,101 $\pm$ 0,003
Oolong çayı D (DO)	4,4 mg/mL	1,05 mg/mL	0,113 $\pm$ 0,004
Yeşil çay D (DY)	4,4 mg/mL	3,4 mg/mL	0,125 $\pm$ 0,004

İnhibisyonda etkili olan fenolik maddeler

- Teaflavin
- Kateşin

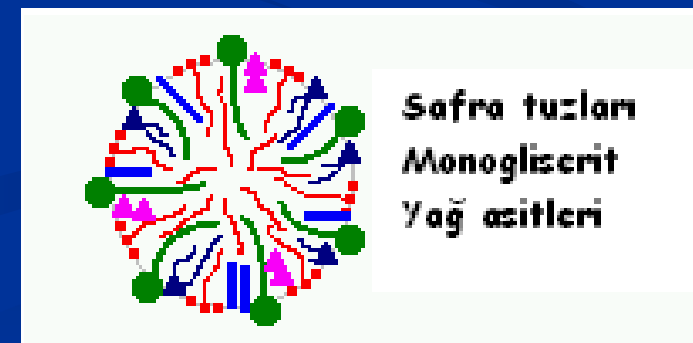
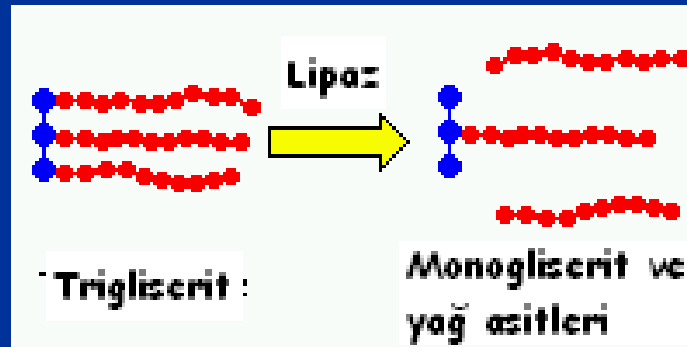
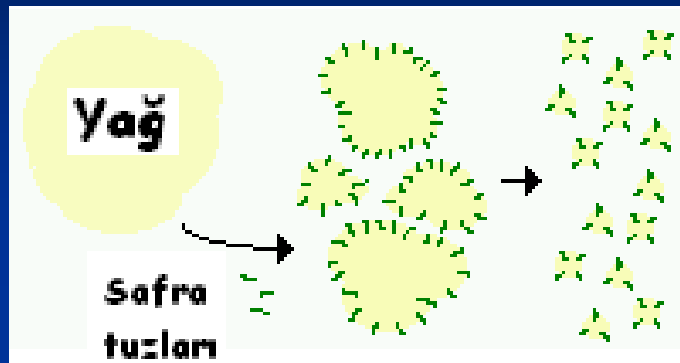
Koh ve ark., 2010

% 50 inhibisyon sağlamak için gerekli inhibitör konsantrasyonları (IC₅₀)

Diğer örnekler...

Bitki adı	Etken bileşen	α -amilaz inhibisyonu (IC_{50})	α -glukosidaz inhibisyonu (IC_{50})	Kaynaklar
Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Protein hidrolizatı	2,5 mg/ml (%50-68) (1,25 mg/ml = 1 mg/ml akarboz)	-	Sarmadi ve ark., 2012
Albumin hidrolizatı	KLPGF peptidi	120.0 $\pm$ 4.0 μ mol/L	59.5 $\pm$ 5.7 μ mol/L Akarboz (IC_{50} = 60.8 μ mol/L)	Yu ve ark., 2012
Kuş üzümü Üvez Akarboz	Antosiyanin Klorojenik asit	-	20 μ g GAE/ml 30 μ g GAE/ml ~ 40 μ g/ml	Boath ve ark., 2012

YAĞLARIN SİNDİRİMİ



BİTKİSEL LİPAZ İNHİBİTÖRLERİ

- 106 bitki ve medikal otlardan elde edilen 132 bitkisel ekstraktın potansiyel lipaz inhibisyon aktivitesi taranmıştır. Ekstraktların 100 kadarı farklı derecelerde inhibisyon aktivitesi göstermiştir.

- Turpgiller (*Brassicaceae*), baklagiller (*Fabaceae*), gülgiller (*Rosaceae*) ve patlıcangiller (*Solanaceae*)'den elde edilen ekstraktların hepsi inhibitör aktivite göstermiştir.

Botanik ismi	İsmi	Etkin kısmı
<i>Pistacia vera</i>	Antepfıstığı	Meyve kabuğu
<i>Eleutherococcus senticosus</i>	Sibirya ginsengi	Yaprak
<i>Helianthus annus</i>	Ayçiçeği	Tohum
<i>Brassica oleracea capitata</i>	Lahana	Yaprak
<i>Raphanus sativus</i>	Turp	Kök
<i>Cucurbita pepo</i>	Balkabağı	Tümü
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Yaban mersini	Meyve
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fasulye	Bütün
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Biberiye	Yaprak
<i>Thymus pulegoides</i>	Zahter	Tümü
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Tarçın	Kabuk
<i>Asparagus cochinchinesis</i>	Kuşkonmaz	Kök
<i>Solanum tuberosum</i>	Patates	Çiçek
<i>Olea europeae</i>	Zeytin	Yaprak
<i>Rubus idaeus</i>	Frambuaz	Meyve
<i>Malus domestica</i>	Elma	Meyve

BİTKİSEL LİPAZ İNHİBİTÖRLERİ

- Saponinler
- Polifenoller
- Terpenler
- Fitik asit

SAPONİNLER

Bitki adı	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Sibirya ginsengi (<i>Eleutherococcus senticosus</i>)	IC ₅₀ 0,22-0,29 mM	- Sıçanlarda (12 mg/kg, 12 hafta) Yağ depolanması, serum TG, LDL ↓, HDL ↑ - Menopoz sonrası dönemdeki kadınlarda (1500 mg/gün, 6 ay) LDL ve LDL/HDL ↓
Çin çayı (<i>Camellia sinensis</i>)	IC ₅₀ 0.091 mg/mL	-

POLİFENOLLER



Bitki	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Elma (klorojenik asit, kateşin, epikateşin, rutin, prosiyanidin)	IC ₅₀ 5.6 µg/mL	- Mısır yağı yüklemesi sonrasında 200 mg/kg düzeyinde verilen elma polifenolleri plazma TG↓ - Prosiyanidin fraksiyonu kontrol gruba kıyasla TG emilimini inhibe etmiştir.
Üzüm çekirdeği (kondense taninler veya proantosiyanidinler)	1 mg/mL üzüm çekirdeği ekstresi → % 80 inhibisyon	-

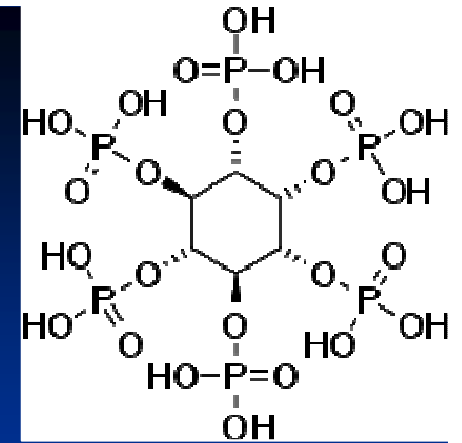
TERPENLER



Bitki adı	<i>in vitro</i>	<i>in vivo</i>
Adaçayı (<i>Salvia officinalis</i> L. (sage))	IC ₅₀ 36 μ M (karnosik asit) IC ₅₀ 13 μ M (karnosol)	Sıçanlarda yüksek yağ içerikli diyetle birlikte karnosik asit (20 mg/kg/gün) → kilo artışında azalma, epididimal yağ birikiminde azalma
<i>Gardeniae fructus</i>	IC ₅₀ 2.1 mg/mL Krosin ve krosetin	-

FİTİK ASİT

Miyo-inositol (1,2,3,4,5,6) heksakisfosforik asit ilk olarak 1855 yılında tanımlanmıştır.



Gıda	Fitat (mg/g kuru madde)
Tam tahıl ekmeği	4.3-6.8
Mısır	11.5-14.2
Nohut (pişmiş)	4.9-6.1
Fasülye (pişmiş)	8.5-11.3
Mercimek (pişmiş)	6.5-9.3
Bezelye (pişmiş)	5.7-7.8
Yerfıstığı	16.5-19.1
Susam tohumları	43.2-55.1



Fitik Asitin Mineral, Protein, Karbonhidrat ve Yağlar ile İnteraksiyonu

Besin öğeleri	Etkisi
Mineraller (çinko, demir, kalsiyum, magnezyum, manganez ve bakır)	Fitat-mineral kompleksinin oluşumuna bağlı olarak mineral biyoyararlılığının azalması
Protein	Proteolitik enzimler ile hidrolize olmayan fitat-protein kompleksi oluşumu
Karbonhidrat	Karbonhidrat sindirirliğinde azalma, kalsiyum iyonu ile kompleks oluşturarak amilaz aktivitesinin inhibisyonu
Yağ	"lipofitin" kompleksinin oluşumu, yağların sindirirliğinde azalma

KAYNAKLAR

Crilly, J., Russell, A., Cox, A. and Cebula, D. (2008). Designing Multiscale Structures for Desired Properties of Ice Cream. *Ind. Eng. Chem. Res.* 47, 6362-6367.

Dickinson, E. (2009). Food emulsions and foams: Stabilization by particles. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*.

Palzer, S. (2009). Food structures for nutrition, health and wellness. *Trends in Food Science & Technology* 20, 194-200.

Singh, H., Ye, A., Horne, D. (2009). Structuring food emulsions in the gastrointestinal tract to modify lipid digestion. *Progress in Lipid Research* 48,92-100.

McClements, D.J., Li, Y., (2010), Structured emulsion-based delivery systems: Controlling the digestion and release of lipophilic food components, *Advances in Colloid and Interface Science* 159, 213-228.

Lundin L, Golding M, Wooster TJ. 2008. Understanding food structure and function in developing food for appetite control. *Nutr Diet* 65:79-85.

Simo, O.K., Mao, Y., Tokle, T., Decker, E.A., and McClements, D.J., 2012, Novel strategies for fabricating reduced fat foods: heteroaggregation of lipid droplets with polysaccharides, *Food Research International*, 48: 337-345

Le Reverend, B.J.D., Norton, I.T., Cox, P.W., and Spyropoulos, F., 2010, Colloidal aspects of eating, *Current Opinion in Colloid&Interface Science*, 15: 84-89.

Golding, M., and Wooster, T.J., 2010, The influence of emulsion structure and stability on lipid digestion, *Current Opinion in Colloid&Interface Science*, 15: 90-101.

McClements, D.J., 2012, Advances in fabrication of emulsions with enhanced functionality using structural design principles, *Current Opinion in Colloid&Interface Science*, 17: 235-245.

Tucci SA, Boyland EJ, Halford JCG. 2010. The role of lipid and carbohydrate digestive enzyme inhibitors in the management of obesity: a review of current and emerging therapeutic agents. *Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther* 3:125-143.

Li, Y., Hu, M., Xiao, H., and McClements, D.J., 2011, Control of lipase digestibility of emulsified lipids by encapsulation within calcium alginate beads, *Food Hydrocolloids*, 25:122-130.

El, S.N., and Simsek, S., 2011, Food Technological Applications for Optimal Nutrition: An Overview of Opportunities for the Food Industry, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11:1-12.

Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. 2006. Resistant starch: a review. *Compr Rev Food Sci Food Safety* 5:1-17.

Sarmadi, B., Aminuddin, F., Hamid, M., Saari, N., Abdul-Hamid, A., and Ismail, A., 2012, Hypoglycemic effects of cocoa (*Theobroma cacao* L.) autolysates, *Food Chemistry* 134:905-911.

Pareyt B, Goovaerts M, Broekaert WF, Delcour JA. 2011. Arabinoxylan oligosaccharides (AXOS) as a potential sucrose replacer in sugar-snap cookies. LWT - Food Sci Technol 44(3):725-28.

Lee, S., Inglett, G.E., Palmquist, D., and Warner, K., 2009, Flavor and texture attributes of foods containing β -glucan-rich hydrocolloids from oats, LWT - Food Science and Technology 42 (2009) 350-357.

Glibowski, P., and Kowalska, A., 2012, Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin, Journal of Food Engineering 111 (2012) 299-304.

Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L., and Fiszman, S.M., 2012, Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins, LWT - Food Science and Technology 44:729-736.

Campagnol, P.C.B., dos Santos, B.A., Wagner, R., Terra, N.N., Pollonio, M.A.R., 2012, Amorphous cellulose gel as a fat substitute in fermented sausages, Meat Science 90:36-42.

Konietzny U, Grenier R. 2003. Phytic acid, nutritional impact. In: Encyclopedia of human nutrition. San Francisco, Calif.: Elsevier Science Ltd. p 4555-63.

Oatway L, Vasanthan T, Helm JH. 2001. Phytic acid. Food Rev Int, 17(4):419-31.

Yu, Z., Yin, Y., Zhao, W., Liu, J., and Chen, F., 2012, Anti-diabetic activity peptides from albumin against α -glucosidase and α -amylase, Food Chemistry 135:2078-2085.

Koh, L.W., Wong, L.L., Loo, Y.Y., Kasapis, S., and Huang, D., 2010, Evaluation of Different Teas against Starch Digestibility by Mammalian Glycosidases, J. Agric. Food Chem. 58:148-154.



TEŞEKKÜR EDERİM