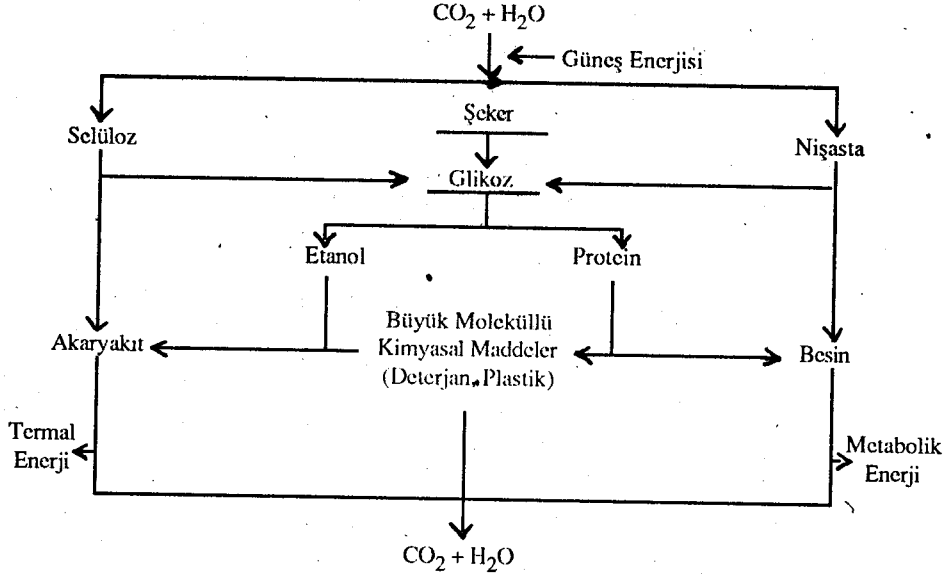


## ŞEKER ŞURUPLARININ MİKROPSAL ÜRETİMİ: I

Dr. Necdet SAĞLAM (\*)

### Fruktoz Şuruplarının Önemi ve Glikoz İzomeraz Enzimi

Son zamanlarda şekere duyulan gereksinimin artmasına paralel olarak fiyatının yükselmesi, yeni alternatif tatlandırıcıların araştırılıp bulunması üzerindeki çalışmalara oldukça yoğunluk kazandırmıştır (1, 2). Nişastalı ve selülozlu maddelerin mevsimsel olarak yinelenmesi ve bol miktarda bulunması bu maddelerin besin ve enerji kaynağı olarak yararlanmayı hedefleyen bilimsel çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Bilindiği gibi nişastalı ve selülozlu hammadde ve artıkları, mikropsal olarak çeşitli endüstriyel fermantasyonlarda kolay kullanılabilir karbon alt birimlerine dönüştürülebilmektedir (3, 4). Bu maddelerin biyolojik yollarla teknolojik yönden kullanılması farklı amaçlar içermektedir (Bkz. Şekil 1).



Şekil 1  
Ekolojik Karbon Dengesi

(\*) H.Ü. Eğitim Fakültesi Araştırma Görevlisi

Nişastalı ve selülozlu maddelerin enzimatik hidrolizi ile oluşan glikoz; karbon ve enerji kaynağı olarak çeşitli endüstriyel fermantasyonlarda, tek hücre proteini üretiminde, etil alkol üretiminde vb. kullanılmaktadır (4,5). Elde edilen glikozun uygulama alanlarından bir tanesi de şeker şuruplarının üretiminde kullanılmasıdır. Birçok ülkelerde nişastalı ve selülozlu maddelerden biyolojik olarak endüstriyel ölçeklerde şeker şurupları üretilmektedir (6, 11, 12).

İzoşurup olarak tanımlanan saf glikoz, glikoz-fruktoz, glikoz-maltoz şurularının, şeker yerine geçebilecek en ideal kaynaklar olduğu saptanmıştır (6, 7). Bunlar arasında yer alan fruktoz şuruplarının üretimi oldukça önemli ve yaygındır.

Fruktoz, yüksek tatlılık indeksine (sükrozdan 1.7 kez daha tatlı) ve arzu edilen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması nedeniyle ideal bir şeker kaynağıdır (8, 9, 10). Uygulama alanında en geniş ve önemli fruktoz şurubu üretimi, mısır kökenli glikoz şuruplarının enzimatik olarak fruktoza dönüştürülmesiyle elde edilir. Yüksek miktarda fruktoz içeren mısır şuruplarının dünyadaki yıllık üretimi 1985 yılı itibarıyla  $3.4 \times 10^9$  kg. olarak tahmin edilmiştir (1, 11, 12). Bu şurubu üreten ülkeler arasında A.B.D., Avrupa ve uzak doğu ülkeleri sayılabilir. A.B.D.'de başlıca mısır nişastası üreten firmalar, nişasta dekstrozu enzimatik olarak izomerize edip fruktoz şurubu üretebilen yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerle elde edilen şurup, invert sükroz şurubu ile rekabet edecek niteliktedir. Fruktoz şurublarının uygulama alanlarını; dondurma, reçel, çocuk maması, gıda rejimine ait besinlerin yapımı ve ilaç formülasyonu olarak saymak mümkündür (10, 11).

Nişastanın enzimatik hidrolizi ile dünyada her yıl milyonlarca ton dekstroz üretilmektedir. Dekstroz, sükroz gibi tatlı bir molekül olmadığından dolayı ideal bir şeker kaynağı olmamaktadır. Bu nedenle elde edilen dekstroz, enzimatik olarak fruktoza çevrilmektedir (6,7).

Bu aşamada görev alan enzim glikoz izomeraz (E.C. 5.3.1.5) olup glikozu geri dönüşümlü olarak fruktoza çevirmektedir (13). Bu nedenden dolayı glikoz izomerazın üretimi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalar enzimin genellikle hücre içi karakterde sentezlendiği ve aktivatör olarak  $Mg^{+2}$  ile  $Co^{+2}$  gibi iki değerlikli katyonlara gereksinim duyduğunu göstermiştir (14). Ne var ki, Kobalt çevresel bir tehlike oluşturduğu için bu katyona gereksinim duymayan mikroorganizmaların araştırılıp bulunması amaçlanmıştır.

Glikoz izomeraz enzimi birçok prokaryotik mikroorganizma tarafından üretilmekte, serbest veya tutuklanmış şekilde fruktoz şuruplarının üretiminde kullanılmaktadır (7, 15).

En yaygın fruktoz şurubu; (kuru ağırlık olarak) % 42 fruktoz, % 53 glikoz, % 5 oligosakkaritleri (maltoz ve izomaltoz) içermektedir. Monosakkaritlerin fazla olması nedeniyle oluşan ozmotik basınç, mikropsal üremeye karşı şuruba dayanıklılık kazandırmaktadır. Bu tip şuruplara "Yüksek fruktoz şurupları ya da Yüksek Fruktoz içeren Mısır şurupları" denir (16). Bilindiği gibi günlük beslenmemizde fruktozun yaklaşık 50 gr. civarında bulunması gerekmektedir. Glikoza nazaran çok çabuk meta-

bolize olmaktadır. Bu nedenle şeker hastalarında hiperglisemi ve insülin salınımını önlemektedir. Aşırı açlık durumlarında ve şeker hastalarında kan ve karaciğerde keton cisimciklerinin önemli miktarda arttığı saptanmıştır. Fruktozun antiketogenik özelliği öteden beri bilinmektedir. Fruktoz karaciğer hücrelerinde hızla glikojene dönüşerek glikoneogenezi"i de önlemektedir. Bu ve buna benzer nedenlerle şeker hastaları, safra kesesi ve kalp hastalarının beslenmesinde fruktozun önemli bir yeri vardır. Ayrıca şeker hastalarının % 80'nde şişmanlık önemli bir sorundur.

Fruktoz sükroza benzer tatlılığı, glikozdan daha hızlı metabolize olması ve düşük kalori vermesi nedeniyle diette kullanılmaktadır (17). Gerek tıp gerekse çeşitli endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılması, bu şurupların üretilmelerindeki önemi açıkça göstermektedir. Elde edilen fruktoz şurubunun ekonomik yönden ucuz olması, kolay ve sürekli üretilmeleri, uygulama alanlarında bol bulunur ve de ucuz olmalarını sağlayacaktır.

Yurdumuzda geniş ölçüde tarımı yapılan nişastalı ve selülozlu hammadde ve atıklarının ancak bir kısmı besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmakta, önemli bir kısmı ise çevreye atılarak veya yakılarak mevcut potansiyel enerjinin geri kazanımı olanaksız kılınmaktadır (18).

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de, selülozlu ve nişastalı hammadde ve atıklarından biyolojik yöntemlerle teknolojik boyutlarda yararlanmak ve ülkemiz ekonomisine bir oranda katkıda bulunmak mümkündür.

#### KAYNAKÇA

1. Chen, W.P. (1975). Glucose isomerase Process Biochemistry June-July, 1-5.
2. Kolankaya, N., Sağlam., N. (1988) Biodelignifikasyon ve Biyolojik Önemi. Hacettepe Üniv. Eğitim Fak. Dergisi 3, 251-256.
3. Pathak, A.N. and Ghose, T.K. (1973). Cellulase-I sources, technology. Process. Bio. Chem.- April, 35-38.
4. Reese, E.T. (1975). Summary statement on the enzyme system Biotechnology and Bioengineering Symp. 5, 77-80.
5. Humprey, E.H. (1975): Economical factors in the assisment of various cellulosic substance as a chemical and energy resources. Biotechnol and Bioeng. Symp. 5, 49-65.
6. Aschengreen, N.H. (1975): Production of glucose isomerase syrup. Process. Bio. Chem. 10, 4, 17-23.
7. Palmer, T.J. (1975): Glucose syrups in food and drink. Process. Bio. Chem. 10, 19-20.
8. David, A., Henry, L. and David, C. (1979). Proteolytic denaturation methods of improving the stability of glucose isomerase preparations. Biotechnol. and Bioeng. 21, 1345-1359.
9. Bhatia, M. and Prabhu, K.A. (1980): Production of high fructose syrup by a heat-fixed *Lactobacillus sp.* Biotechnol and Bioeng. 22, 1957-1977.

10. Ryu, Y. and Chung, H. (1977): Performance of the continuous glucose isomerase reactor system for the production of fructose syrup. **Biotechnol and Bioeng.** **19**, 159-184.
11. Novo Enzymes in the starch industry (1981): Use of the sweetzyme type Q production of Fructose syrup. **April**, 1-5.
12. Gray, F. (1978): Sugar and sweetener report. U.S. Department of Agriculture. **3**, 4-10.
13. Huitron, C. and Limon-Lason, J. (1978): Immobilization of glucose isomerase to ion-exchange materials. **Biotechnol and Bioeng.** **20**, 1377-1391.
14. Bucke, C. (1977): Industrial glucose isomerase, In A. Wise man (edition), **Topics in enzyme and fermentation biotechnology.** Ellis Horwood Limited Chichester, England Vol: 1 147-171.
15. Sanchez, S. and Smiley, K.L. (1975): Properties of D-xylose isomerase from Streptomyces albus. **Applied Microbiology.** **29** (6), 745-750.
16. Novo Enzymes in starch industry (1978): Fructose syrups. **April**, 1-15.
17. Barker, S.A. (1976): Pure fructose syrups. **Process. Biochem.** **11**, (10) 20-26.
18. Sağlam, N. (1982): Fungus kökenli glikoz izomeraaz enzimi üzerine çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi, G. Bioloji Bilim Dah Master tezi (Ocak).