مجلة أسيوط للدراسات البيئية – العدد الثامن والثلاثون (يوليو ٢٠١٣)

القيمة التغذوية والصحية للمحليات الطبيعية والصناعية المستخدمة كبدائل للسكر (الجزء الأول)

الأستاذ الدكتور / محمد كمال السيد يوسف

أستاذ علوم وتكنولوجيا الأغذية – كلية الزراعة – جامعة أسيوط

عضو أكاديمية العلوم الأمريكية

Kyoussef7@yahoo.com

المقدمة :

من الجدير بالذكر أن كلمة سكر يقصد بها السكروز (سكر المائدة) بالنسبة لمعظم الناس باعتباره أكثر المحليات الطبيعية انتشاراً واستخداماً علي الرغم من أن السكروز غير مناسب لمرضي السكر فضلاً عن أن تناوله بكميات كبيرة يسبب زيادة الوزن والبدانة الغذائية وأمراض القلب وتسوس الأسنان مما دعا إلي استخدام بدائل السكر Sugar substitutes (١، ٢، ٣، ٤). وتتميز بدائل السكر بأنها عديمة اللون والرائحة وسريعة الذوبان ثابتة لا تعطي طاقة عند استخدامها أو تعطي سعرات قليلة وليس لها أضرار صحية للإنسان (٥، ٦، ٧) ويمكن للفرد خفض دخله السعرى في اليوم بنحو ٢٠٠ سعر إذا إستبدل استخدامه لـ ٥٠ جرام من السكر بأحد بدائل السكر منعدمة أو منخفضة السعرات .

المحليات الطبيعية والصناعية المستخدمة كبدائل للسكر:

تستخدم المحليات الطبيعية والصناعية كبدائل للسكر في إنتاج بعض المشروبات والمنتجات الغذائية لتميزها بقوة تحليه عالية مع انخفاض الطاقة الناتجة معها.

وتقسم المحليات الطبيعية والصناعية إلي قسمين رئيسيين :

١- المحليات الغذائية : Nutritive sweeteners

وهي مواد التحليه التي تمد الجسم بالطاقة بعد تمثيلها في الجسم ومن أمثلتها السكريات المختلفة، وأنواع الشراب (السيرب) المختلفة والمولاس والعسل ومحليات الذرة، والسكريات الكحولية ويندرج تحت هذا القسم ما يلي :

▪ السكر المكرر :	Refined sugar
▪ شراب الذرة عالي الفركتوز :	High fructose corn syrup
▪ الجلوكوز أو الدكستروز :	Glucose or Dextrose
▪ السكر المحول :	Inverted sugar
▪ الدبس (شراب البلح) :	Date syrup
▪ العسل :	Honey
▪ المولاس :	Molasses
▪ التريهالوز :	Trehalose
▪ السكريات الكحولية :	Polyols ، ومن أمثلتها : السوربتيول Sorbitol ، الزيلتول Xylitol ، المانيتول Mannitol ، المالتيتول Maltitol ، الارثيريتول Erythriol ، الأيزومولت Isomalt ، اللاكتيتول Lactitol .

٢- المحليات غير الغذائية:

وهي محليات طبيعية أو محليات صناعية غير غذائية تتميز بدرجة حلاوة تفوق كثيراً الطعم الحلو للسكروز لكنها لا تعطي طاقة مثل : السكروز، ولذا يطلق عليها محليات عديمة الطاقة Noncaloric sweeteners وهي تقسم إلي قسمين رئيسيين :

أ- المحليات غير الغذائية الطبيعية : Natural non-nutritive sweeteners

وهي محليات شديدة الحلاوة ومن مصادر طبيعية ومن أمثلتها ما يلي :

■ التجاتوز :	Tagatose
■ الثوماتين :	Thaumatin
■ المونيللين :	Monellin
■ الميراكيولين :	Miraculin
■ الإستيفوسيد :	Stevosides
■ الجليسيريزين :	Glycyrrhizin
■ الفيللودولسين :	Phyllodulcin

ب- المحليات غير الغذائية الصناعية : Synthetic non-nutritive sweeteners

وهي محليات شديدة الحلاوة عبارة عن مركبات عضوية لا تعطي سعرات حرارية وتستخدم بكميات متناهية في الصغر ولا ينجم عنها رفع مستوي جلوكوز الدم. ويندرج تحتها ما يلي :

■ السيكلامات :	Cyclmate
■ الإسبرتام :	Aspartame
■ السكارين :	Saccharin
■ الأسيسلفام بوتاسيوم :	Acesulfame-K
■ النوتام :	Notame
■ الداي هيدروشالكونات :	Dihydrochalcons

ونذكر فيما يلي نبذة مختصرة عن القيمة التغذوية والصحية لكل من هذه المحليات :

السكر المكرر:

يعتبر من الناحية التغذوية ذو سعرات فارغة Empty calories نظراً لفقد بعض العناصر التغذوية نتيجة لعملية التكرير .

شراب الذرة عالي الفركتوز:

يعتبر من أهم المحليات الطبيعية التي تنتج من نشا الذرة ويتميز بحلاوته العالية ويمكن اعتباره بديلاً اقتصادياً للسكروز وينتج عن طريق تحويل شراب الدكستروز إلي شراب

الفركتوز بواسطة إنزيم جلوكوز أيزوميريز الذي يقوم بتحويل جزء من سكر الجلوكوز إلي فركتوز وإنتاج شراب الذرة عالي الفركتوز (٤٢-٥٥% فركتوز) . (٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢). ودرجة حلاوة شراب الفركتوز ٤٢% تبلغ ١٠٠، ودرجة حلاوة شراب الفركتوز ٥٥% تبلغ ١٣٠ .

شراب الجلوكوز (الدكستروز):

يستخدم النشا في إنتاج سكر الجلوكوز الذي ينتج علي صورة شراب الدكستروز أو شراب الجلوكوز وهو ذو درجة حلاوة أقل من شراب الفركتوز. (١٣، ١٤). وتبلغ درجة حلاوته ٦٥ إذ قورن بدرجة حلاوة السكروز ١٠٠.

شراب السكر المحول : Invert sugar syrup

ويستخدم كبديل للسكر في كثير من المواد الغذائية وهو عبارة عن خليط من سكر الجلوكوز، والفركتوز وينتج من التحليل المائي للسكروز بواسطة الحامض والحرارة أو باستخدام إنزيم الأنفرتيز ومن أهم مميزاته تقليل النشاط المائي مما يقلل من النشاط الميكروبي في المنتجات الغذائية التي يضاف إليها (٥، ١٥).

شراب البلح (الدبس) : Date syrup

وهو شراب درجة حلاوته عالية. والكمية الكبيرة من الكربوهيدرات الموجودة (٧٣%) عبارة عن جلوكوز وفركتوز ويتم إنتاجه من البلح المفروم بغليانه مع الماء بنسبة ٢ : ١ وتركيزه حتي درجة ٦٥ بركس. (١٦، ١٧، ١٨) .

العسل : Honey

وهو يتكون من سكريات بسيطة مثل : الفركتوز بنسبة ٣٨%، والجلوكوز بنسبة ٣١% وبعض السكريات الثنائية مثل : السكروز (١.٥٠%) ، المالتوز (٧.٢%) ، السكريات الثلاثية (٤.٢%). (١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢) والعسل غذاء طبيعي وظيفي صحي ذو طعم حلو .

المولاس : Molasses

هو السائل المتبقي بعد بلورة السكروز من محلول قصب السكر أو بنجر السكر، وهو سائل لزج داكن اللون به نسب مختلفة من السكروز والسكريات المختزلة (٣٥% سكروز، ٢٠% سكريات مختزلة) ومواد نيتروجينية، وأملاح بوتاسيوم وفوسفات وبالتالي فهو مادة محلية عالية القيمة الغذائية (٢٢، ٢٣، ٢٤) .

التريهالوز : Trehalose

وهو عبارة عن سكر ثنائي درجة حلاوته تصل إلي ٧٠% من السكروز. والجرام منه يعطي طاقة قدرها ٤ سعر. ونظراً لعدم إحتوائه علي سكريات مختزلة فعند إضافته إلي الأغذية لا يحدث بها تفاعل ميلارد وبالتالي لا تتلون باللون البني وتحتفظ بلونها الطبيعي . (٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨).

السكريات الكحولية : Polyols (sugars alcohols)

هي محليات غذائية وهي عبارة عن كحولات عديدة الأيدروكسيل وتحمي الأسنان من التسوس وبالتالي فهي تحافظ علي صحة الفم وليس لها تأثير ضار علي صحة الإنسان. وهي مفيدة عند استخدامها كمحليات بديلة للسكروز لأنها عند تناولها في الغذاء فإن الجسم يقوم بتحويلها أولاً إلي فركتوز الذي لا يحتاج إلي الأنسولين لتسهيل دخوله إلي الخلايا المختلفة ومن ثم لا ينتج عنها حدوث ارتفاع مباشر في مستوي سكر الدم مثلما يحدث عند تناول الجلوكوز أو السكر. وهذا يوضح فائدة استخدام الفركتوز والسكريات الكحولية كمحليات بديلة للسكروز في أغذية مرضي السكر وتتباين كمية الطاقة الناتجة من السكريات الكحولية فالسوربيتول يعطي ٢.٦ سعر/جم، المانيتول يعطي ١.٦ سعر/جم ، الزيليتول يعطي ٢.٤ سعر/جم، الإريثيريتول يعطي ٠.٢ سعر/جم، الأيزومولت يعطي ٢ سعر/جم، اللاكتيتول يعطي ٢ سعر/جم، المالتيتول يعطي ٢.١ سعر/جم، النشا المتحلل مائياً والمهدرج Hydrogenated starch hydrolysate يعطي ٣ سعر/جم. (٢٩، ٣٠). وتقسم السكريات الكحولية تبعاً لتركيبها الكيميائي إلي ثلاثة أقسام هي :

أ – السكريات الكحولية أحادية السكر: Polyols monosaccharide

وتشمل أربعة كحولات هي :

▪ السوربيتول :	Sorbitol
▪ المانيتول :	Manitol
▪ الزيليتول :	Xylitol
▪ الإريثريتول :	Erthritol

ب- السكريات الكحولية ثنائية السكر: Polyols disaccharide

وتشمل ثلاثة سكريات هي :

▪ المالتيتول	Maltitol
▪ اللاكتيتول	Lactitol
▪ الأيزمولت	Isomalt

جـ- السكريات الكحولية عديدة السكر: Polyols polysaccharide

وتشمل النشا المتحلل مائياً والمهدرج Hydrogenated starch hydrolysate ونذكر فيما يلي نبذة مختصرة عن القيمة التغذوية والصحية لكل من هذه المحليات :

السوربيتول : وهو كحول عديد الأيدروكسيل ويوجد في الفاكهة مثل التوت، الكريز، الخوخ، الكمثري والتفاح ، ويستخدم كمادة محلية لمرضي السكر نظراً لتحوله إلي الفركتوز بفعل إنزيمات الكبد في الجسم. والسوربيتول آمن صحياً. ودرجة حلاوته تعادل ٠.٦ من درجة حلاوة السكروز. (٣١، ٣٢، ٣٣) .

المانيتول : ويوجد طبيعياً في الفواكه والخضر، وهو آمن صحياً ولا تنتج عنه أية مواد سامة للجسم ولا يسبب تسوس الأسنان فضلاً عن أنه يعمل كمضاد للأكسدة ويحدث له تمثيل غذائي مثل السوربيتول. ويستخدم في تصنيع الحلوي ويساعد علي احتفاظها بالقوام اللين. (٣٤، ٣٥، ٣٦).

الزيليتول : ويوجد طبيعياً في الفواكه والخضر ويستخدم في إنتاج الأغذية الخاصة لمرضي السكر وليس له أضرار صحية واستخدامه يقلل من الإصابة بتسوس الأسنان وهو أحد النواتج الوسطية في عمليات التمثيل الغذائي للكربوهيدرات. (٣٦، ٣٧، ٣٨).

الأريثريتول : وقد أكتشف حديثاً كسكر كحولي ويمكن لبعض الفطريات تحويل الجلوكوز إلي أريثريتول، فضلاً عن أنه عند إضافته إلي عصائر الفواكه والخضر بنسبة ١٠% يؤدي إلي زيادة فترة تخزينها وعمرها الإستهلاكي. (٣٩، ٤٠، ٤١).

المالتيتول : هو مادة مضافة آمنة ينتج من هدرجة شراب المالتوز وليس له تأثير سام ونظراً لبطء إمتصاصه في الأمعاء بمقارنته بالسكروز فإنه يكون مناسباً لمرضي السكر. فضلاً عن أنه لا يدخل في تفاعلات التلون البني ولا يحدث له كرملة عند تعرضه لدرجات الحرارة العالية، وعند إضافته إلي الأغذية يؤدي إلي زيادة معدلات إمتصاص المغنسيوم بنسبة ٢٥% (٣، ٤٢) .

اللاكتيتول : وينتج من هدرجة سكر اللاكتوز، ويستخدم كمادة مالئة محلية في الأغذية منخفضة الطاقة والأغذية قليلة الدهون. وهو يؤدي إلي زيادة إمتصاص الكالسيوم، وهو آمن صحياً ولا يسبب تسوس الأسنان ولا يرفع مستوي السكر في الدم (٤٣، ٤٤) .

الأيزومولت : وهو سكر كحولي يتم الحصول عليه من السكروز علي مرحلتين بتحويل السكروز إنزيمياً إلي أيزومالتيلوز ثم هدرجة الأخير في وجود النيكل كعامل مساعد، وهو يستخدم كمادة مالئة. ومن عيوبه أنه يدخل في تفاعلات اللون البني، لكنه يتميز بأن له درجة انصهار عالية مما يجعله صالحاً للإستخدام في الحلوي واللبان ومنتجات المخابز والشيكولاته. (٤٣، ٤٥) .

السكريات الكحولية عديدة السكر : ويندرج تحتها النشا المتحلل مائياً والمهدرج. وتبلغ درجة حلاوتها من ٤٠-٥٠% من درجة حلاوة السكروز. وهي لا تدخل في تفاعلات اللون البني، وهي آمنة صحياً. (٢٩) .

المراجع :

1- Swithers, S., Martin, A., and Davidson, T. (2010). High-intensity sweeteners and energy balance. Physiology and Behavior, 100, p. 52-62.

2- Anon. (1998). Use of nutritive and non-nutritive sweeteners – Position of DNA. J. Am. Diet Assoc., 98, p. 580-587.

3- Anon. (2003a). Go sugar-free more easily with crystalline maltitol. Food Marketing and Technology. 17 (1), p. 16-17.

4- Fung, T.T., Malik, V., Pexrode, K.M., Manson, J.E., Willett, W.C., and Hu, F.B. (2009). Sweetened beverages consumption and risk of coronary heart disease in women. American J. of Clinical Nutrition. 89 (4): p. 1037-1042.

5- Anon. (2003c). Sweeteners. Website. www.orst.edu/food resource/sugar/ htm.

6- Anon. (2003h). Non-nutritive and artificial sweeteners. Website. www.health notes.com.htm.

7- ADA (2004). Position of the American Dietetic Assoc.: use of nutritive and non-nutritive sweeteners. J. Am. Diet. Association. 104, p. 255-275.

8- Anon. (2003d). Enrichment of high fructose syrup. Website. www.vogelbuschh. Com/unitoperations chromatography/hfs.htm.

9- Baskar, G., Muthukumaran, C. and Renganathan, C. (2008). Optimization of enzymatic hydrolysis of Manihot esculenta root starch by immolized amylase using response surface methodology. International J. of Chemical and Biomolecular Engineering. 1, 3@www.waset.orgsummer.

10- Anon. (2003b). High fructose corn syrup. Website, www.food oregonstate.edu/sugar/hfcs.html1.

11- Duffy, K. and Popkin, B. (2008). High fructose corn syrup: Is this what's for dinner? American J. of Clinical Nutrition, 88, 1722S-1732S.

12- Catana, R., Eloy, M., Rocha, J.R., Ferreira, B.S., Cabral, J.M.S. and Fernandes, P. (2007). Stability evaluation of an immobilized enzyme system for inulin hydrolysis. Food Chemistry. 101, 260-266.

13- Ramos, J.E.T., Duarte, t.C., Rodriguez, A.K.O., Silva-Jr., L.J., Cavalcante Jr., C.L. and Azevedo, D.C.S. (2011). On the production of glucoe and fructose syrups from cashew apple juice derivatives. J. of Food Engineering. 102, 355-360.

14- Johnson, R., Padmaja, G., and Moorthy, S.N. (2009). Comparative production of glucose and high fructose syrup from cassava and sweet potato roots by direct conversion techniques. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10, 616-620.

15- Safarik, I., Sabatkova, Z. and Safarikova, M. (2009). Invert sugar formation with Saccharomyces cerevisiae cells encapsulated in magnetically responsive alginate micro particles. J. of Magnetism and Magnetic Materials. 321, 1478-1481.

16- Al-Farsi, M., Alasavar, C., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M. and Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups and their by-products. Food Chemistry, 104, 943-947.

17- El-Beltagy, A.E. and Nassar, A.G.A. (2009). Microwave a potent date syrup producing method. Egyptian J. of Applied Science. 24 (8B): 454-464.

18- Khalil, M.S., Hafiz, A.N. and Ahmed, E.Y. (2002). Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). Egyptian J. of Food Science. 30 (2): 179-203.

19- Olsen, H.S. (2002). Enzymes in starch modification, in Enzymes in Food Technology. (R.J. Whitehurst and B.A. Law Eds.). CRC-Boca Raton, Fl., pp. 200-228.

20- Guo, W., Zhu, X., Liu, Y. and Zhuang, H. (2010). Sugar and water contents of honey with dielectric property sensing. J. of Food Engineering. 97, 275-281.

21- Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F., and Tavukcugolu, H. (2008). Quality of honeys influenced by thermal treatment. LWT-Food Science and Technology. 41, (8): 1396-1399.

22- Youssef, M.K.E., El-Rify, M.N.A., Ramadan, E.A., and Saleh, A.S.M. (2007). The effects of heating treatment and storage temperature on some Egyptian honey types after one year storage. J. Saudi Society for Food and Nutrition, Vol. 1, No. 2, p. 1-15.

23- Cazetta, M.L., Celligoi, M.A., Buzats, J.B., Scrmins, I.S. and Silva, R.S.F. (2005). Optimisation study for sorbitol production by zymomonas mobilis in sugar cane molasses. Process Biochemistry, 40, 747-751.

24- El-Naggar, E.S. (2002). Chemical and technological studies on by-products of sugar cane industry. M.Sc. Thesis, Faculty of Agric., Al-Azhar Univ.

25- Salvucci, M.E. (2003). Distinct sucrose isomerases catalyze trehalulose synthesis in whiteflies, Bemisia argentifiolli and Erwinia shapontici, Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, 135, 385-395.

26- Meyer, S. and Rihay, W.E. (2002). Optimizing sweetner blends for low-caloric beverages. Food Technology. 56 (7): 42-45.

27- Ennen, S. (2001). Trehalose gets GRAS. Food Processing. August, 44.

28- Kawaguti, H.Y. and Sats, H.H. (2010). Isomaltulose production by free cells of Serratia plymuthica in a batch process. Food Chemistry. 120, 789-793.

29- Nabors, L.O.B. (2002). Sweet choices: Sugar replacements for food and beverages. Food Technology. 56 (7): 28-38.

30- Mc Nutt, K. (2000). What clients need to know about sugar replacers. J. of American Diet Association, 100, 466-469.

31- Silveira, H.M. and Jonas, R. (2002). The biotechnological production of sorbitol. Applied Microbiology and Biotechnology. 118, 321-336.

32- Dwivedi, B.K. (1991). Sorbitol and manitol. In: Alternative sweeteners. Eds. Nabors, L.O. & Gelardi, R.C. 2nd Ed. Pp. 333-348.

33- Kasumi, T. (1995). Fermentation production of polyols and utilization for food and other products in Japan. Jpn. Agric. Res. Q, 29, 48-55.

34- Veymarn, N., Hujanen, M. and Leisola, M. (2002). Production of d-mannitol by hetero-fermentative lactic acid bacteria. Process Biochemistry. 37, 1207-1213.

35- Patra, F., Tomar, S.K. and Arora, S. (2009). Technological and functional applications of low-calorie sweeteners from lactic acid bacteria. J. of Food Science. 74 (1): R16-R23.

36- Mendoza, G., Alvarez, A.I., Pulido, M.M., Molina, A.J., Merino, G., Real, R., Fernandes, P., and Prieto, J.G. (2007). Inhibitory effects of different antioxidants on hyaluronan depolymerization. Carbohydrate Research. 362, 96-102.

37- Govinden, R., Pillay, B., Vanzyl, W.H. and Rllay, D. (2001). Xylitol production by recombinant Saccharomyces cerevicae expressing the Pichia stipits and Candida shehatae XYL genes. Appl. Microbiol. Biotechnol. 55, 76-80.

38- Xia, Z., He, Y. and Yu, J. (2009). Experimental acute toxicity of xylitol in rat. J. of Veterinary Pharmacology and Theurapeutics, 32 (5): 465-469.

39- Embuscado, M.E. (2000). Erythritol. A unique low-calorie alternative sweetenes. IFT Annual Meeting. Abstract No. 172-2.

40- Sawada, K., Taki, A., Yamakawa, T. and Seki, M. (2009). Key role for transketolase activity in erythritol production by trichosporonoides magachiliensis SN-G42. J. of Bioscience and Bioengineering. 108 (5): 385-390.

41- Goossens, J. and Gonze, M. (1997). Nutritional and application properties of erythritol: a unique combination. Part II. Application properties. Agro. Food Industry Hi-Tech Sep-Oct.: 12-15.

42- Coudray, C., Bellanger, J., Vermorel, M., Sinaucl, S., Wils, D., Feillet-Coudray, C., Brandolini, M., Bouteloup-Demange, C., and Rayssiguier, Y. (2003). Two polyols, low digestible carbohydrates improve the appert absorption of magnesium but not of calcium in healthy young men. J. of Nutrition, 133 (1): 90-93.

43- Sokmen, A. and Gunes, G. (2006). Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. LWL, 39, 1053-1058.

44- Mesters, P.H.J. and Brokx, S. (2000). Lactitol: a functional prebiotic. Functional Foods 2000 Conference Proceedings. The Hague. The Netherlands (F. Angus, C. Miller, Eds.) pp. 173-189. Leatherhead Publishing, UK.

45- Borde, B. and Cesars, A. (2001). AD. Sc. Study of hydrated sugar alcohols isomalt. J. of Thermal Analysis and Calorimetry. 66, 179-195.