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

الأستاذ الدكتور / محمد كمال السيد يوسف

أستاذ علوم وتكنولوجيا الأغذية – كلية الزراعة – جامعة أسيوط

عضو أكاديمية العلوم الأمريكية

Kyoussef7@yahoo.com

المقدمة :

تطرق الجزء الأول من مقال القيمة التغذية والصحية للمحليات الطبيعية والصناعية المستخدمة كبدائل للسكر إلي القسم الأول منها وهو المحليات الغذائية، ويتناول هذا الجزء المحليات غير الغذائية والتي يندرج تحتها قسمين رئيسيين:

المحليات غير الغذائية الطبيعية، والمحليات غير الغذائية الصناعية المستخدمة كبدائل للسكر. وفيما يلي نلقي الضوء في نبذة مختصرة عن القيمة التغذوية والصحية لكل منها .

المحليات غير الغذائية : **Non-nutritive sweeteners**

وهي محليات طبيعية أو صناعية غير غذائية تتميز بدرجة حلاوة تفوق كثيراً الطعم الحلو للسكروز لكنها لا تعطي طاقة مثله، ولذا يطلق عليها محليات عديمة الطاقة Non caloric sweeteners وتقسم إلي قسمين رئيسيين هما :

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

وهي محليات شديدة الحلاوة طبيعية المصدر ومن أمثلتها ما يلي :

■ التجاتوز	Tagatose
■ الثوماتين	Thaumatin
■ المونيللين	Monellin
■ الميراكيولين	Miraculin
■ الإستيفوسيدات	stevosides
■ الجليسيريزين	Glycyrrhizin
■ الفيللودولسين	Phyllodulcin

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

1 – التجاتوز : D-tagatose

محلي ديد منخفض السعرات يعطي الجرام منه 1.5 سعر ويوجد طبيعياً في منتجات الألبان وهو سكر أحادي مشابه للجلاكتوز، وهو ضعيف الامتصاص في الأمعاء الدقيقة وتبلغ كمية الطاقة الناتجة منه نحو ثلث الطاقة الناتجة من السكروز.

ويستخدم التجاتوز في صناعة الحلويات والمشروبات الغازية والمثلجات اللبنية. وقد أجازت هيئة الأغذية والأدوية FDA استخدامه في الأغذية ومنتجاتها بعد التأكد من سلامتها من الناحيتين التغذوية والصحية للاستهلاك الآدمي. (1–5) .

2 – الثوماتين : Thaumatin

محلي بروتيني يستخرج من قمة ثمرة الكاتمف الأفريقية Katemf fruit وتبلغ درجة حلاوته نحو 2000–3000 قدر حلاوة السكروز والثوماتين يحتوي علي 207 حامض أميني ومع ذلك فهو لا يحتوي علي الهستادين، ولعل التركيب الثلاثي لسلسلة البولي ببتيد هي التي تعطي الثوماتين خاصية الحلاوة المرتفعة .

ونظراً لأن الثوماتين يستخدم بتركيزات ضئيلة جداً فإنه يكاد يكون غير سعري. ويستخدم في إنتاج البسكويت المناسب لمرضي السكر، وقد أثبتت البحوث التغذوية التي أجريت عليه أنه آمن من الناحيتين التغذوية والصحية. (6 ، 7) .

3 – المونيللين : Monellin

محلي بروتيني يستخرج من ثمار التوت السرنديبي الأفريقي الأحمر Serendipity berries شديد الحلاوة وتبلغ درجة حلاوته نحو 1500–3000 مرة قدر حلاوة السكروز.

ويستخدم المونيللين بتركيز ضئيل جداً ولذلك فإنه يكاد لا يعطي سعرات حرارية وهو آمن من الناحيتين التغذية والصحية. (8 – 11) .

4 – الميراكيولين : Miraculin

محلي جليكو بروتيني يستخرج من ثمرة نبات إفريقي Synsepalum dulicificum يطلق عليه الثمرة العجيبة Miracle fruit ويتميز عصير هذه الثمرة بطعم ليموني حلو غير حمضي ويستمر تأثيره في التحلية لفترة تتراوح من 2–3 ساعة فقط أي أنه لا يمكن اعتباره محلي دائم التأثير، وعند استخدام الميراكيولين في العصائر الحمضية فإنه يحتاج إلي نحو نصف ساعة قبل أن يظهر تأثيره في التحلية. (8 ، 12 ، 13) .

5 – الإستيفوسيدات : Steviosides

محليات تستخرج من أوراق الإستفيا Stevia rebaudiana bertoni وتستخلص المادة الحلوة من مسحوق الأوراق أو يستخدم مسحوق الأوراق كما هو كمادة تحلية، وهي محليات طبيعية غير ضارة صحياً ولا تعطي طاقة لها قيمة اقتصادية وطبية حيث أنها تحسن من مذاق وطعم المواد الغذائية التي تضاف إليها. فضلاً عن أنها ينصح بها لمرضي السكر، ومرضي ضغط الدم، مرضي القلب في جميع المراحل العمرية. وكذلك تستخدم ضد تسويس الأسنان حيث تدخل في صناعة معاجين الأسنان، وتبلغ درجة حلاوتها 300 مرة قدر حلاوة السكروز. وتعتبر أوراق نبات الإستفيا مصدراً لبعض الجليكوسيدات ذات الطعم الحلو والتي تسمي Steviol وأهمها Stevioside ، Rebaudioside وهي تستخدم في تحلية المشروبات الغازية، البسكويت، العصائر ، والمربات بتركيزات استبدال تتراوح من 25–75% من السكروز. (14–21).

6 – الجليسيريزين : Glycyrrhizin

محلي عبارة عن جليكوسيد تراي تربيونويد Triterpenoid glycoside يستخلص من جذور نبات العرقسوس Licorice plant، ودرجة حلاوة الجليسيريزين تعادل 50–100 مرة قدر حلاوة السكروز ويستمر طعمه الحلو بعد التذوق لفترة كبيرة مع ظهور طعم العرقسوس، ويستخدم كمادة تحلية ومادة منكهة في تصنيع الحلوي، والشيكولاته والفانيليا واللبان والمستيكة، والأغذية منخفضة الطاقة حيث يؤدي إضافة في تحضيرها إلي خفض كمية السكر المستخدمة .

هذا إلي أن الجليسيريزين يستخدم في طب الأعشاب والطب البديل كمضاد للالتهابات ومضاد للفيروسات، ومرطب للبشرة، مضاد للأكسدة، مضاد للحساسية، مضاد للسرطان، وعلاج قرح المعدة . والجليسيريزين آمن من الناحيتين التغذوية والصحية. (22–26).

7 – الفيللودولسين : Phyllodulcin

محلي يستخلص من الأوراق الجافة لنبات Hydrangea macrophyll وتبلغ درجة حلاوته 200–300 مرة قدر حلاوة السكروز، وهو عبارة عن 3,4 dihydroxy isocoumarine وبعد تناوله بفترة بسيطة له طعم العرقسوس . ويستخدم طبياً لمرضي السكر وهو آمن من الناحيتين التغذوية والصحية. (27 ، 28) .

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	Cyclamate
■ الإسبرتام	Aspartame
■ السكارين	Saccharin
■ الأسيسلفام بوتاسيوم	Acesulfame-K
■ النوتام	Notame
■ الداي هيدرو شالكونات	Dihydrochalcones
■ السكرلوز	Sucralse
■ الأليتام	Alitme

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

1 – السيكلامات : Cyclamate

محلي درجة حلاوته تعادل 30–50 قدر حلاوة السكروز ، والسيكلامات لا تعطي سعرات حرارية. وعند خلط السيكلامات مع السكارين فإن ذلك يؤدي إلي زيادة درجة الحلاوة بنسبة 10–20% ويخفي من المرارة والطعم المعدني للسيكلامات . وتستخدم السيكلامات في تصنيع المشروبات الغازية والمثلوجات اللبنية ومنتجات الخبيز والحلويات والشيكولاته واللبان، والسيكلامات لها تأثير ملين حيث تسبب حدوث حالة إسهال بسبب الجزء غير الممتص من سيكلامات الصوديوم التي تخلق من حامض السيكلاميك Cyclamic acid. هذا إلي أن السيكلامات تتميز بعدم تسببها في تسويس الأسنان .

ومن الجدير بالذكر فإن هناك تناقض في نتائج البحوث التغذوية عن مدي أمان استخدام السيكلامات كمادة تحلية في الأغذية فبعض هذه البحوث المنشورة أكدت أمان استخدامها، ولكن أكثرية هذه البحوث أكدت أن السيكلامات مادة مسرطنة سببت إصابة حيوانات التجارب بالسرطان. (4 ، 29–32) .

2 – الإسبرتام : Aspartame

محلي درجة حلاوته تعادل 200 مرة قدر حلاوة السكروز وعندما يتم تمثيله في الجسم فإنه يعطي 4 سعرات حرارية / 1 جم ونظراً لاستخدامه بكميات ضئيلة جداً لا تتعدي المليجرامات مما يجعل الطاقة المتولدة منه غير ملموسة. ولذلك فإن من مميزات الإسبرتام قدرته علي تحسين رائحة الفواكه وتقليل السعرات الحرارية للأغذية والمشروبات في حالة إضافة كبديل للسكر وكذلك عند إضافته كمحلي في صناعة الزبادي .

والإسبرتام عبارة عن : ميثيل إستر – ل – أسبارتايل – ل – فينايل – ألانين
N-aspartyl-L-phenylalanine-methylester

ويستخدم الإسبرتام في المشروبات الغازية ومنتجات الخبيز ومنتجات الألبان والمربي والحلوي وكمبوت الفاكهة والكاكاو ومشروبات الشاي والقهوة والبودنج والجيلاتين.

ومن الجدير بالذكر أن إضافة الإسبرتام إلي مشروبات الصودا يؤدي إلي تدفق الأحماض الأمينية في الدم مما يسبب ارتفاعا سريعاً في نسبتها مما لا يحدث في حالة تناول الأغذية البروتينية، ومما لا شك فيه أن هذا الارتفاع قد يؤدي إلي مشاكل تغذوية. فضلاً عن ذلك فإن تجنب استخدام الإسبرتام يصبح ضرورياً في حالة المرضي المصابين بالفينايل كيتونوريا Phenylketonuria (PKU) نظراً لنقص إنزيم Phenylalanine hydroxylase الضروري لتحويل حامض الفينايل ألانين إلي التيروسين مما ينجم عنه تراكم الفينايل ألانين وحدوث تلف في خلايا المخ مما يترتب عنه حدوث تخلف عقلي، وتدمير الجهاز المناعي .

وكذلك فإن المرضي الذين يعانون من نقص الحديد، وأمراض الكلي يكونوا عرضة للإصابة بالتركيزات العالية من حامض الفينايل آلانين، ومن ثم فإن استخدام الإسبرتام قد يؤدي إلي زيادة التعرض للتسمم Toxicity ، كما أن كحول الميثايل المكون الثالث للإسبرتام يسبب التسمم حتى في التركيزات البسيطة. وتسبب التركيزات السامة من كحول الميثايل العمى ، وتورم المخ وإلتهابات البنكرياس ، وعضلات القلب . وتكمن خطورة الإسبرتام بدرجة خاصة في حالة الأطفال. وأخيراً فإن الإسبرتام ثبت أنه يتسبب في ظهور بعض السرطانات خاصة سرطان الثدي عند الحيوانات ولم يثبت تأثيره علي الإنسان . (4، 32–41) .

3 – السكارين : Saccharin

محلي درجة حلاوته تعادل 200–700 قدر حلاوة السكروز ويستخدم السكارين في المشروبات الغازية والمثلوجات اللبنية ومنتجات الألبان واللبان والمستيكه والمرملاد وأغذية مرضي السكر وأغذية الريجيمات الغذائية لخفض الوزن للبدناء وعصائر الفواكه والصلصة كما يستخدم في صورة أقراص تحلية لمرضي السكر . ونظراً لأن السكارين يمتص ويفرز في البول في فترة تتراوح ما بين24–48 ساعة ولا يحدث له تمثيل غذائي في الجسم فإنه لا يحدث له تراكم في الجسم ولا ينتج عنه أية سعرات حرارية . والسكارين أحد مشتقات حامض أرثوبنزو سلفونيك ويستخدم علي هيئة ملح الصوديوم أو ملح الكالسيوم. ولقد ثار جدل كثير حول استخدام السكارين كمحلي منذ عام 1977 بسبب ما حذرت منه هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية FDA من أنه يسبب حدوث سرطان المثانة في حيوانات التجارب بيد أن البحوث التغذوية الحديثة حذفت السكارين من قائمة المواد المسرطنة وأعتبر محلياً آمناً من الناحيتين التغذوية والصحية بحيث لا يسمح بتجاوز الكمية المصرح بها منه في اليوم عن 5 ملليجرام/كجم من وزن الجسم في اليوم. (18 ، 29 ، 42–45) .

4 – الأسيسلفام بوتاسيوم : Acesulfame-K

محلي لا يحدث له تمثيل غذائي في الجسم وبالتالي لا ينتج عنه أية سعرات، وهو عبارة عن مسحوق بلوري أبيض N-sulfonyl amide ونظراً لدرجة ثباته الحراري العالية أكثر من السكروز فإنه يستخدم في منتجات الخبيز والأغذية المعلبة والمبسترة والحلوي والبودنج واللبان والمستيكة والمشروبات وكذلك كأقراص تحلية تستخدم لمرضي السكر والبدناء الباحثين علي طرق خفض الوزن . هذا إلا أن الأسيسلفام له تأثير تعاوني بمعني أنه عند خلطه مع السكلامات فالإسبرتام تزداد درجة الحلاوة، كما أن له خاصية إكساب النكهة للأغذية المصنعة. ويجب ألا تزيد الكمية المستهلكة منه عن 15 ملليجرام/كجم من وزن الجسم/يوم .

وقد أشارت بعض البحوث التغذوية إلي أنه آمن من الناحيتين التغذوية والصحية بيد أن هناك بحوث تغذوية أخري أوضحت أنه قد يكون له تأثير مسرطن علي حيوانات التجارب. (4 ، 18، 29، 44 ،47–51).

5 – النوتام : Notame

محلي مشتق من الإسبرتام، ودرجة حلاوته تعادل من 700–9000 قدر حلاوة السكروز ويستخدم في صناعة منتجات الخبيز ومنتجات الألبان والمشروبات الغازية والزيادي ويتميز بمقدرته علي إزالة الطعم القابض أو الطعم المر في حالة إضافته إلي المنتجات التي يدخل في تصنيعها مواد ذات طعم قابض أو طعم مر مثل الكافيين والكاكاو وبعض الأدوية . هذا إلي أن النوتام قد يستخدم في تصنيع أقراص التحلية التي تستخدم لمرضي السكر والبدناء لخفض الوزن، والنوتام آمن من الناحيتين الغذائية والصحية. وعند إضافته مخلوطاً مع السكارين فإنه يؤدي إلي زيادة درجة الحلاوة بنحو 20%. والنوتام عبارة عن ببيد ثنائي يتكون من حامض الأسبارتيك ، حامض الفينايل ألانين .

وقد أشارت البحوث التغذوية أن النوتام ليس له أية أضرار صحية سواء للأطفال أو الكبار أو مرضي السكر فضلاً عن أنه ليس له أية تأثيرات سرطانية علي حيوانات التجارب. (52–56) .

6 – الداي هيدروشالكونات : Dihydrochalcons

محلي يتميز بدرجة حلاوة عالية تعادل نحو 1500 قدر حلاوة السكروز. ويعطي 2 سعر حراري/1 جم ويشتق من مركبات طبيعية (الفلافونات) الموجودة طبيعياً في قشور الموالح مثل النارجين (الذي يوجد في قشور الجريب فروت)، النيوهسبريين (الذي يوجد في قشور بعض أصناف البرتقال) . ويستخدم الداي هيدروشالكونات في إعداد بعض أغذية مرضي السكر، وأغذية ريجيمات خفض الوزن للبدناء (57 ، 58) .

7 – السكرلوز : Sucralose

محلـي شـديد الحـلاوة درجـة حلاوتـه تعـادل 600 قـدر حـلاوة السـكروز ونظـراً لأنـه لا يحدث له تحليل أثناء عمليات التمثيل الغذائي ولذلك فإنـه لا ينـتج عنـه سعرات حراريـة . ولا يسبب ارتفاع مستوي السكر في الدم ويخرج في البول فضلاً عن أنـه إذا أستخدم في تصنيع الأغذية كمحلي بديل للسكروز فلا يتفاعل مع المادة الغذائية وهو آمن من النـاحيتين التغذويـة والصحية .

ونظراً لأنه يشابه السكر في الطعم فإنه أصبح واسع الانتشار في استخدامه في العديد مـن الأغذيـة والمشـروبات الغازيـة، ومنتجـات الخبيـز، ومنتجـات الألبـان، ومثلوجـات الألبـان، وحلوي الألبان المجمدة، عصائر الفواكه، كمبوت الفواكه والمربات والمرملاد ، والحلوي. هذا إلي أن البحوث التغذوية أثبتت أنه عند خلطه مع المحليات المنخفضة السعرات الأخرى فإن لـه تأثيراً تعاونياً مما يؤدي إلي زيادة درجة الحلاوة في المواد الغذائية المضاف إليها.

ويـتم تحضـير السـكرلوز مـن السـكروز باسـتبدال مجـاميع الأيدروكسـيل مـن السـكروز بـالكلور. ويسـتخدم السـكرلوز فـي تصـنيع أغذيـة مرضـي السـكر، وأغذيـة الريجيمـات الغـذائي لخفض الوزن للبدناء. (59–61) .

8 – الأليتام : Alitame

محلي ذو درجة حلاوة عالية تعادل 2000 قدر حلاوة السكروز وهو سهل الذوبان في المـاء ليس لـه طعم مر ويتميز بثباتـه كيميائيـاً وكذلك علـي درجـات الحـرارة العاليـة ويسـتخدم الأليتام لهذا في تصنيع العديد من الأغذية ومنتجاتها وخاصة فـي الأغذيـة التـي تتحمل درجـات الحـرارة العاليـة مثـل الفواكـه المعلبـة والكمبـوت المعلـب ومنتجـات الخبيـز والحلـوي والمربـات والمرملاد واللبن بالشيكولاته وعصائر الفواكه واللبان .

والأليتـام ببتيـد ثنـائي يتكـون مـن حـامض الألانـين، حـامض الأسـبارتيك . ويلاحـظ أن الأليتام له تأثير تعاوني عند خلطه مـع السكارين والسيكلامات والأسيسلفام بوتاسيوم فيسبب زيادة في درجة حـلاوة المنـتج الغذائي فـي هذه الحالـة. ويتولد عن كل جرام من الأليتـام نحـو 1.4 سعر حراري .

ويصرح للإنسان بتناول ما يعادل 1 ملليجرام / كجم من وزن الجسم / يوم من الأليتام مما يعتبر حداً آمناً ، والأليتام آمن من الناحيتين التغذوية والصحية . (33 ، 62 ، 63).

المراجع :

1- Bertelsen, H., Eriknauer, K., Bottcher, K., Christensen, J.S., Stougaard, P., Hansen, O.C. and Jorgensen, F. (2006). Process for manufacturing of tagatose. US Patent, 6, 923-991. B2. 31 Jan.

2- Pyun, Y.r., Kim, B.C., Lee, D.W. and Lee, Y.H. (2005). Thermostable L-arabinose isomerase and process for preparing D-tagatose. US Patent 933. 138, 23 August.

3- Deok-Kun, O.H. (2007). Tagatose: properties, applications and biotechnological process. Appl. Microbiol. Biotechnol. 176, 1-8.

4- Nabors, L.O.B. (2002). Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. Food Technology, 50 (7): 28-36.

5- Youssef, M.K.E. (2012). Guide for healthful nutrition of cancer patients. Assiut Univ.

6- Kaneko, R., and Kitabatake, N. (2001). Structure sweetness relationship in thaumatin, importance of lysine residues. Chem. Senses, 26, 167-177.

7- Hagiwara, A., Yoshino, H., Sano, M., Kawabe, M., Tamano, S., Sakaue, K., Nakamura, M., Tada, M., Imaida, K. and Shirai, T. (2005). Thirteen-week feeding study of thaumatin sterilized by electron beam irradiation in sprague-dawley rats. Food Chemical Toxicology. 43, 1297-1302.

8- Temussi, P.A. (2006). Natural sweet macromolecules; how sweet proteins work. Cell Molecular Life Science, 63- 1876-1888.

9- Suami, T., Hough, L., Machinami, T. and Watanaba, N. (1996). Molecular mechanisms of sweet protein monellin. Food Chemistry. 56 (3): 275-281.

10- Hung, L.W., Kohmura, M., Ariyoshi, Y. and Kim, S.H. (1999). Structural differences in Dand L-monellin in the crystals of rancemic mixture. Journal of Molecular Biology. 285, 311-321.

11- Sung, Y.H., Shin, J., Chang, H.J., Cho, J.M. and Lee, W. (2001). Solution structure, backbone dynamics and stability of a double mutant single-chain monellin, structural origin of sweetness. Journal of Biology and Chemistry. 276, 19624-19630.

12- Gibbs, B.F., Ali, I. and Mulligans, C. (1996). Sweet and taste modifying proteins. A review. Nutrition Research. 16, 1619-1630.

13- Gahloth, D., Selvakumar, P., Shee, C., Kumar, P. and Sharma, A.K. (2010). Cloning, sequence analysis and crystal structure determination of a miraculin-like protein from Murraya Koenigii. Arch. Biochem. Biophysics. 494 (1): 15-22.

14- Weignerova, L. and Kren, V. (2010). Enzymatic processing of bioactive glycosides from natural sources. Top Current Chemistry. 259, 121-146.

15- Brandle, J.E., Starratt, A.N. and Gijzen, M. (1998). Stevia rebaudiana: Its agricultural biological and chemical properties. Canadian J. of Plant Science; pp. 527-536.

16- FSANZ (2005). Initial assessment report. Application A 540. Steviol glycosides as intense sweeteners. Dec. 7 Canberra. Australia. Food Standards Australia New Zealand.

17- Kinghorn, A.D. and Soejarto, D.d. (1991). Stevioside. In: Alternative sweeteners. eds. Nabors, L.O. and Gelardi, R.C., pp. 117-125, Marcel Dekker, Inc, New York.

18- Anonymous, (2003). Sweeteners-Web site, www.orst.Edu/food resource/ sugar/htm.

19- Galal, W.K. (2002). Natural stevioside sweeteners. Production, characteristics and utilization in food. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture – Cairo University.

20- Genus, J.M.C. and Buyse, J.G. (2004). The safety of stevia. In: Proceedings of the 1st symposium, Kul euvwn, April 16. Euprint ed., Parbosstraat 3, 3001 Heverlee.

21- JECFA (2004). Compendium of food additive specifications. Addendum 12. 63 Meeting-Geneva. 8-17 June, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.

22- Ferrari, P. (2007). In vivo 11 beta-HSD-2-activity: variability, salt sensitivity, and effect of licorice, Hypertension. 38 (6): 1330-1336.

23- Kitagawa, I. (2002). Licorice root. A natural sweetener and an important ingredient in Chinese medicine. Pure Appl. Chem. 74 (7): 1189-1198.

24- Sabbinoi, C., Mandrioli, R., Ferranti, A., Bugamelli, F., Saracino, M.A., Forti, G.C., Fanali, G. and Raggi, M.A. (2005). Separation and analysis of glycyrrhizin, 18-glycyrrhetic acid in liquorice roots by means of capillary zone electrophoresis. J. of Chromatography. A, 1081, 65-71.

25- Cirillo, G., Curcio, M., Parisi, O., Puoci, F., Lemma, F., Spizzirri, U., restuccia, D. and Picci, N. (2011). Molecularly imprinted polymers for the selective extraction of glycyrrhizic acid from liquoric roots. Food Chemistry. 125, 1058-1063.

26- Stromer, F.C., Reistad, R. and Alexander, G. (1993). Glycyrrhizic acid in liquorice-evaluation of health hazard. Food Chemistry and Toxicology. 31 (4): 303-312.

27-Kim, S.H. and DuBois, G.E. (1991). Natural high potency sweeteners. In: Handbook of Sweeteners. eds. Maris, S. and Piggott, J.R. pp. 116-185. Blackie, London.

28-Venkata, S.D., Srisilam, K. and Veereham, C. (2002). Natural sweeteners agents from plants. J. of Medicinal and Aromatic Plant Science. 24 (2): 468-477.

29-Giese, J.H. (1993). Alternative sweeteners and bulking agents. An overview of their properties, function and regulatory status. Food Technology. 1, 114-126.

30-Hashemi, M., Habibi, A. and Jahanshani, N. (2011). Determination of cyclamate in artificial sweeteners and beverages using headspace single-drop microextraction and gas chromatography flame-ionisation detection. Food Chemistry. 124, 1258-1263.

31-Zhu, Y., Guo, Y., Ye, M. and James, F. (2005). Separation and stimultaneous determination of four artificial sweeteners in food and beverages by ion chromatography. J. of Chromatography. A 1085, 143-146.

32-Anonymous (2003). Non-nutritive sweeteners. Web Site, www.health notes. Com. Htm.

33-Hutchinson, S.A., Gregory, S.H. and Ho, C.T. (1999). Stability and degradation of high intensity sweeteners: Aspartame, alitame, and sucralose. Food Rev. Int. 15 (2): 249-261.

34-Mazure K, S. and Szostak, R. (2011). Quantification of aspartame in commercial sweeteners by FT-Raman spectroscopy. Food Chemistry. 125, 1051-1057.

35-Anonymous, (1998). Use of nutritive and non-nutritive sweeteners. Position of ADA. J. Am. Diet Assoc., 98, 508-587.

36-Garbow, J.R., Likos, J.J. and Schroeder, S.A. (2001). Structure, dynamics and stability of B-cyclodextrin inclusion complexes of aspartame and neotame. J. Agric. Food Chem. 49, 2053-2060.

37-Wang, R. and Schroeder, S.A. (2000). The effect of caramel coloring on the multiple degradation pathways of aspartame. J. Food Science. 65 (7): 1100-1106.

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

39-Gajar, A.M. and Badrie, N. (2001). Processing and quality evaluation of low-calorie christophene jam sechium edule (jacq.) Swartz. J. Foods Science. 67 (1): 341-346.

40-King, S.C., Lawier, P.J. and Adams, J.K. (2000). Effect of aspartame and fat on sweetness perception in yogurt. J. Food Science. 65 (6): 1056-1059.

41-Balch, J.F., and Balch, R.A. (1997). Prescription of nutritional healing. 2nd Edition. Avery Publishing Company. Garden City Park – New York.

42-Hollingsworth, P. (2002). Sugar replacers expand product horizons. Food Technology. 56 (7): 24-27.

43-Horne, J., Lawless, H.T., Speirs, W. and Sposato, D. (2002). Bitter taste of saccharin and acesulfame-K. Chemical Senses. 27, 31-38.

44-Iback, N.G., Abzin, M., Jahrl, S., Enghardt-Barbieri, H. and Busk, L. (2003). Estimated intake of the artificial sweeteners acesulfame-K, aspartames, cyclamate and saccharim in a group of Swedish diabetics. Food Additives and Contaminants. 20 (2): 99-114.

45-Guthrie, H.A. (1983). Introductory nutrition. 5th Edition. The C.V. Mosby Company. ST. Louis. USA.

46-Glinsman, W.H. and Dennis, D.A. (1991). Regulation of non-nutritive sweeteners, and other sugar substitute. In: Sugars and sweeteners, eds. Kretchmer, N. and Hollenbeck. C.b., pp. 257-285. Boca Raton: CRCP Press.

47-USFDA (2003). Food and Drug Administration. Food additives permitted for direct addition to foods for human consumption. Acesulfame-K final rule. Response to objections and denial of requests for a hearing. Fed. Reg. 68, 75411.

48-Kroger, M., Meister, K. and Kawa, R. (2006). Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: A review of the safety issues. Comprehensive reviews in Food Science and Food Technology. 5, 35-47.

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

50-Kuhn, C., Bufe, b., Winnig, M., Hofmann, T., Frank, O., Behsens, M., Lewtschenko, T., Slack, J., Ward, C.D., and Meyerhof, W. (2004). Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame-K. J. Neurosci., 24, 10260-10265.

51-Mukhopadhyay, M., Mukherjee, A. and Chakrabart, J. (2000). In vivo cytogenic studies on blends of aspartame and acesulfame-K. Food Chemical Toxicology. 38 (1): 75-77.

52-Prakash, I. Corliss, G., Ponakala, R. and Glen, I. (2002). Neotame: The next-generation sweetener. Food Technology. 56 (7): 36-40.

53-Prakash, I., Bishay, I.E., Desai, N. and Walters, E. (2001). Modifying the temporal of the high-potency sweetener neotame. J. of Agriculture and Food Chemistry. 49, 786-789.

54-USFDA (2002). Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: neotame. Fed. Reg. 70, 21619-21.

55-Donnell, K.O. (2005). Carbohydrate and intense sweeteners. In: P.R. Ashurs (ed.) Chemistry and Technology of soft drinks and fruit juices. 2nd edn. Oxford UK. Pp. 68-89. Blackwell Publishing Ltd.

56-Mayhew, D.A., Omer, C.P. and Stargel, W.W. (2003). Food consumption and body weight changes with neotame. A new sweetener with intense taste: differentiating effects of palatability from toxicity in dietary safety studies. Reg. Toxicol. Pharmacol., 43, 124-138.

57-Horowitz, R.M. and Gentili, B. (1991). Dihydrochalcone sweeteners from flavanones. In: Alternative sweeteners. ed. Nabors, L.O. and Gelardi, R.C., pp. 97-115. 2nd Marcel Dekkar, Inc., N.Y.

58-Muller, S.D. and Raschke, K. (2002). The intense sweetener neohesperidine dihydrochalcone from a diabetic point of view. Ernahrungsforschung. 47 (2): 55-65.

59-Walters, D.E. (2001). Sucralose, web site, www.finchcms. Edu/biochem/ walters/sweet sucralose.html.

60-McCourt, J., Stroka, J. and Anklam, E. (2005). Experimentaldesign-based development and single laboratory validation of a capillary zone electrophoresis method for the determination of the artificial sweetener sucralose in food matrices. Anal. Bioanal. Chem. 382, 1269-1278.

61- Frank, L. (2003). Sucralose. An overview. J. of the Human Sci., pp. 1-13.

62-Hendrick, M. (1991). Alitame. In: Alternative sweeteners. eds. Nabors, L. & Gelardi, R. Marcel Dekker, pp. 29-38. New York.

63-USFDA (2005). Food additives permitted for direct addition to foods for human consumption. Alitame. Final rule; response to objections and denial of requests for a hearing. Fed. Reg. 70, 21619-21.