الفصل الرابع

الكربوهيدرات Carbohydrates

● المقدمة ● تقسيم الكربوهيدرات ● فوائد الألياف في الوجبة الغذائية
● أيض الكربوهيدرات غير السوي ● مصادر الكربوهيدرات
● احتياجات الكربوهيدرات ● وظائف الكربوهيدرات

(٤ , ١) المقدمة Introduction

تعتبر الكربوهيدرات المصدر الأساسي للطاقة energy المخزنة في الغذاء الذي يستهلكه الإنسان. وتحتوي جميع الكربوهيدرات على الكربون متحدًا مع الهيدروجين والأكسجين، حيث إن نسبة العنصرين الأخيرين هي نفس نسبة وجودهما في الماء، أي ٢ : ١ ($C_{12}H_{22}O_{11}$, $C_6H_{12}O_6$) . وتقوم النباتات الخضراء بعملية التمثيل الضوئي photosynthesis التي ينتج عنها تكون الكربوهيدرات، حيث تحصل النباتات الخضراء على الطاقة من الشمس وعلى الماء من التربة وعلى ثاني أكسيد الكربون من الهواء.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{كلورفيل}]{\text{Chlorophyll}} C_6H_{12}O_6 + O_2$$

والكربوهيدرات عبارة عن مركبات عضوية ألدهيدية aldehydes أو كيتونية ketones متعددة الهيدروكسيل (OH) أو مشتقاتها.

وتعد الكربوهيدرات مصدر الطاقة لجسم الإنسان وذلك بعد تحويلها إلى عناصر بسيطة (سكر أحادي) يسهل امتصاصها ونقلها بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة لتتأكسد وتنتج الطاقة. ويخزن الجزء الزائد من الكربوهيدرات عن حاجة الجسم في صورة دهن وجليكوجين glycogen لحين الحاجة له، والدهن المخزن هو السبب في حدوث السمنة.

وتدخل السكريات في تركيب معظم الأغذية التي يتناولها الإنسان، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في غذائه اليومي، ويعود هذا للأسباب التالية:

١ ـ تعمل السكريات على تحسين الطعم حيث إنها تخفف من مرارة أو حموضة الأغذية عندما تضاف إليها، وعادة يستعمل سكر السكروز sucrose أو الجلوكوز glucose لتحقيق ذلك.

٢ ـ تُكسب السكريات بعض الأغذية ألوانًا ذهبية أو بنية فاتحة نتيجة لحدوث عملية الكرملة carmalization مما يزيد من رغبة المستهلك لهذه الأغذية، ومن الأمثلة على ذلك تكون اللون البني المرغوب في الخبز والحلويات والبطاطس والكيك وحبوب البن نتيجة للمعاملة الحرارية.

٣ ـ تعد الكربوهيدرات مصدرًا سريعًا للطاقة التي يحتاجها الإنسان، حيث إن الجسم يستطيع أكسدة المواد الكربوهيدراتية بصورة سريعة محررًا بذلك الطاقة المخزونة فيها.

٤ ـ تحفظ الكربوهيدرات الأغذية من الفساد عند إضافتها بكميات كبيرة (السكروز) لكونها شرهة للماء فتخفض نسبة الماء الحر الذي يلزم في العمليات الحيوية لكثير من عوامل الفساد.

٥ ـ تنتشر الكربوهيدرات بكميات كبيرة في الطبيعة، حيث إنها تشكل ما يقرب من نصف الغذاء المتوافر في العالم. وتعتبر الحبوب والسيريل cereal والخضروات والفواكه من الأغذية الغنية بالكربوهيدرات.

٦ ـ تعد الكربوهيدرات رخيصة الثمن مقارنة بالأغذية الأخرى، مما يتيح شراءها من قبل الأسر منخفضة الدخل.

٧ ـ تتميز الكربوهيدرات بسهولة تخزينها لمدة طويلة دون أن تتعرض للفساد، ومن الأمثلة على ذلك الحبوب والسكريات، كما أنها تخزن دون الحاجة إلى وسائل التبريد كما هو الحال عند تخزين المواد الغذائية الأخرى كاللحوم والألبان. ويرجع الطعم الحلو الذي تعطيه السكريات العضوية إلى وجود مجموعات الهيدروكسيل، في حين أن الطعم الحلو في السكريات الصناعية مثل السكارين saccharine والدولسين dulcin لا يعزى إلى مجموعة الهيدروكسيل فيها بل إلى طبيعة تركيبها الجزيئي، ويمنع استعمالها في الأغذية لتأثيرها الضار على الصحة.

(٢ , ٤) تقسيم الكربوهيدرات

وتقسم الكربوهيدرات تبعًا لتعقيدها أو تركيبها الكيميائي إلى الآتي:

(أ) السكريات الأحادية Monosaccharides

تعرف هذه أيضًا باسم السكريات البسيطة simple sugars لأنها أبسط وأصغر وحدات السكريات. والصيغة العامة general formula لها هي $C_nH_{2n}O_n$. تحتوي السكريات البسيطة على مجموعة من الألدهيدات aldahydes (CHO) أو على مجموعة من الكيتونات ketones (C=O). ويعتبر الجلوكوز glucose مثالاً جيدًا على السكر الألدهيدي aldose (aldo sugar) وكذلك يعتبر الفركتوز fructose مثالاً جيدًا على السكر الكيتوني ketose (keto sugar) . ومن أهم أنواع السكريات البسيطة من الناحية التغذوية هي السكريات السداسية hexoses ، ومنها الجلوكوز والفركتوز اللذان يوجدان في صورة حرة في قليل من الأغذية. وبشكل عام توجد عادة السكريات البسيطة المهمة من الناحية التغذوية كجزء من السكريات المعقدة complex carbohydrate . تصنف السكريات البسيطة حسب محتواها من ذرات الكربون في الجزيء الواحد إلى التالي:

- ثلاثية trioses $C_3H_6O_3$ ومثالها جليسر ألدهيد glyceral aldehyde .
- رباعية tetroses $C_4H_8O_4$ ومثالها اريثروز erythose .
- خماسية pentoses $C_5H_{10}O_5$ ومثالها زيلوز xylose وريبوز ribose .
- سداسية hexoses $C_6H_{12}O_6$ ومثالها جلوكوز وفركتوز وجالاكتوز وسوربوز sorbose ومانوز mannose .
- سباعية heptoses $C_7H_{14}O_7$ ومثالها سيدوهبتولوز sedoheptulose.

وكما ذكر أعلاه فإن السكريات السداسية hexoses تعد من أهم المجموعات السابقة من الناحية التغذوية ويليها الخماسية.

ومن أمثلة السكريات البسيطة المهمة في الأغذية ما يلي:

١ ـ الجلوكوز Glucose

يعد الجلوكوز من أهم السكريات الأحادية الألدهيدية من الناحية التغذوية ويسمى أحيانًا بسكر الدم blood sugar أو سكر العنب أو الدكستروز dextrose .

ويعتبر الجلوكوز المنتج النهائي الناتج من هضم الكربوهيدرات، كما أنه يمتص بسرعة فوق العادة ومباشرة إلى الدم. ويدخل الجلوكوز في تركيب السكريات الثنائية والمتعددة مثل اللاكتوز والسكروز والنشا starch والجليكوجين والسليلوز. ومن المصادر الغذائية الرئيسية للجلوكوز الفواكه وعسل النحل والخضروات النشوية والحبوب. ويعد الجلوكوز من أهم الكربوهيدرات في تغذية الخلايا حيث تتحول الكربوهيدرات الأخرى مثل الفركتوز fructose والجالاكتوز galactose إلى جلوكوز قبل تأكسدها داخل جسم الإنسان وتحولها إلى طاقة. ويعتبر الكبد من أهم مواقع أيض الجلوكوز في الجسم، بالإضافة إلى أنه يحدث أيض للجلوكوز في الأنسجة العضلية muscle tissues والأنسجة الدهنية adipose tissues . ومما تجدر الإشارة إليه أن المصدر الرئيسي للجلوكوز في جسم الإنسان هو تحلل السكريات المتعددة أثناء عملية الهضم، ويليها السكريات الثنائية.

٢ ـ الفركتوز Fructose

يعرف أيضًا باسم سكر الفاكهة fruit sugar أو الليفولوز levulose ، ويكثر وجوده في الفواكه والتوت berries ، كما أنه يشكل حوالي ثلث السكر الموجود في العسل، لهذا فهو المسؤول عن الطعم الحلو فيه. ويعتبر الفركتوز أكثر حلاوة من السكروز sucrose بنسبة ٧٠٪ ، لهذا يمكن الحصول على درجة الحلاوة نفسها وكمية أقل من السعرات باستخدام كمية أقل من الفركتوز. وقد وجد الفركتوز في دم الجنين fetal blood وفي دم الطفل المولود حديثًا newborn blood بكمية كبيرة نسبيًا. ويمتص الفركتوز مباشرة من القناة الهضمية إلى الدم blood steam ، وعندما يصل إلى الكبد تفرز خلاياه cells liver إنزيمات تعمل على إعادة ترتيب ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين وتحوله إلى جلوكوز أو إلى مركبات شبيهة له.

٣ ـ الجالاكتوز Galactose

الجلوكوز والفركتوز من أهم السكريات الأحادية في الأغذية، يليها في المرتبة الثالثة سكر الجالاكتوز الذي يندر وجوده بصورة منفردة في الطبيعة، ولكنه يوجد كجزء

من سكر اللاكتوز lactose الثنائي (سكر الحليب)، كما يدخل الجالاكتوز ضمن تركيب بعض السكريات المتعددة في قشور بذور البقوليات seed coat of legumes وفي سكر الرافينوز rafinose في الشوندر وسكر المانوز mannose الذي يدخل في تركيب الكثير من الكربوهيدرات النباتية المتعددة. كذلك يوجد الجالاكتوز بصورة حرة في بعض الحليب المتخمر.

٤ ـ المانوز Mannose

يوجد بكميات محدودة جدًّا في التفاح والبرتقال والخوخ peaches ، بالإضافة إلى أن الكثير من الكربوهيدرات النباتية المتعددة الضعيفة الهضم poorly digested complex تتركب من وحدات المانوز.

٥ ـ المانيتول Mannitol

يتميز سكر المانيتول أن درجة حلاوته مشابهة لدرجة حلاوة الجلوكوز، ولكن نظرًا لأنه يتأيض جزئيًّا partially metabolized فإنه ينتج فقط نصف السعرات في الجرام الواحد. ويوجد المانيتول في العنب والجزر والبطاطا الحلوة sweet potatoes والأناناس والهليون asparagus .

٦ ـ الريبوز Ribose

هو سكر يحتوي على خمس ذرات كربون pentoses ، ويوجد في الكائنات الحية كجزء من عناصر الجسم الأساسية vital body compounds مثل الريبوفلافين (فيتامين ب ٢) والأحماض النووية nucleic acids (RNA) وسيتوبلازم cytoplasm الخلية والمواد الجينية الوراثية genetic material في النواة nucleus . وعادة توجد معظم السكريات الخماسية في النباتات، وهي لا تمثل مصدرًا جيد لكربوهيدرات الغذاء.

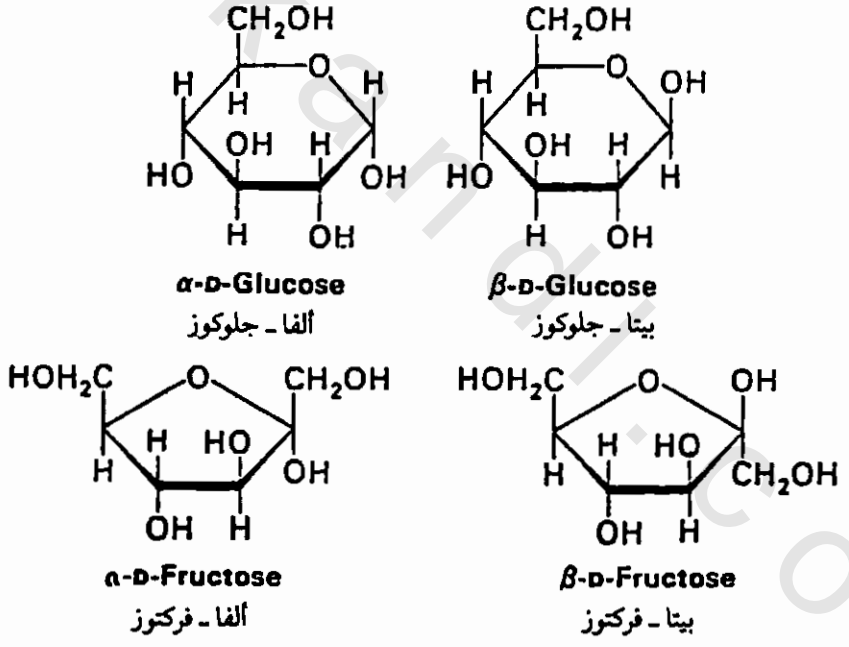
٧ ـ الزايلوز Xylose

هو السكر الخماسي الذي يقع في المرتبة الثانية من حيث انتشاره في الطبيعة، ويوجد في الأخشاب ولا سيما المتليفة منها مثل التبن وعرنوص الذرة. ولا يستطيع

الإنسان أيضه، في حين تستطيع الحيوانات المجترة وبعض الميكروبات ذلك. ويُنتج الزايلوز في الوقت الحاضر على مستوى تجاري من خلال عمل الميكروبات على السليلوز cellulose والهيميسليلوز hemicellulose (مكونات الألياف الغذائية component of dietary fiber).

٨ ـ الأرابينوز Arabinose

يوجد في الخضروات، كما أنه ينتج من التحلل المائي للأصماغ النباتية. والشكل (٤، ١) يوضح التركيب البنائي للجلوكوز والفركتوز.



شكل (٤، ١) : التركيب البنائي للجلوكوز والفركتوز.

(ب) السكريات الثنائية Disaccharides

تتركب من جزيئين (وحدتين) من السكريات الأحادية مرتبطين مع بعضهما البعض برابطة جليكوسيدية glycosidic linkage . وعندما يتحد جزيئين من السكريات الأحادية مع بعضهما البعض لتصنيع السكر الثنائي يفقد جزيء واحد من الماء split off ، في حين أنه عندما يتهدم أو يتكسر السكر الثنائي إلى وحدتين من السكريات الأحادية ـ كما يحدث أثناء عملية الهضم ـ يضاف جزيء واحد من الماء، وهذا ما يعرف بالتحلل المائي hydrolysis

$$\underset{\text{(سكر أحادي)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(سكر أحادي)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{تصنيع}} \underset{\text{(سكر ثنائي)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{(مـــاء)}}{H_2O}$$

وتنتج معظم السكريات الثنائية في التغذية من اتحاد وحدتين من الجلوكوز أو من اتحاد الجلوكوز مع سكر سداسي آخر، ومن الأمثلة عليها ما يلي:

١ ـ السكروز Sucrose

ويسمى أيضًا سكر المائدة table sugar أو سكر البنجر beet sugar أو سكر القصب cane sugar ، ويتركب من الجلوكوز والفركتوز. ويعد السكروز من أكثر السكريات الثنائية استعمالاً في الغذاء، لهذا فإن جزءًا كبيرًا من السعرات التي يحصل عليها الإنسان يكون مصدرها السكروز. يوجد السكروز في البنجر والقصب والشوندر والأناناس والعديد من الفواكه، كما أنه ذو أهمية خاصة في صناعة بعض المنتجات الغذائية مثل المرملاد والهلام والمربات والمياه الغازية، وعندما يتناول الإنسان غذاء يحتوي على السكروز sucrose فإن الإنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي digestive tract (إنزيم السكريز sucrase) تهضم السكروز إلى جلوكوز وفركتوز اللذين يمتصان بسهولة من خلال جدار الأمعاء، حيث يتجه سكر الفركتوز إلى الكبد ليتحول إلى جلوكوز أو إلى مركبات أصغر مشابهة إلى تلك المشتقة من الجلوكوز.

٢ ـ اللاكتوز Lactose

يسمى أيضًا سكر الحليب milk sugar ، ويتركب من الجلوكوز glucose

والجالاكتوز galactose ، وتعادل حلاوته سدس حلاوة السكروز، أي أنه أقل السكريات حلاوة. يعد اللاكتوز من الكربوهيدرات الرئيسية الموجودة في الحليب حيث يشكل ٥٪ من وزنه، وعند صناعة اللبن الزبادي أو الروب من الحليب يتحول جزء من اللاكتوز إلى حمض لاكتيك lactic acid ، بينما في صناعة الجبن نجد أن اللاكتوز يتركز في الشرش مما يجعل الجبن شبه خالٍ منه. يولد الأطفال ولديهم في أجسامهم الإنزيمات الهاضمة الضرورية لتحلل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز اللذين يسهل امتصاصهما عبر جدار الأمعاء. وبعد الامتصاص يتحول الجالاكتوز إلى جلوكوز في الكبد، مما يدل على أن كل جزيء واحد من اللاكتوز ينتج جزيئين من الجلوكوز تمد الرضيع بالطاقة اللازمة لنموه ونشاطه. إلا أن الأطفال الرضع لا يستطيعون هضم النشا starch حتى تصل أعمارهم إلى عدة شهور نظرًا لعدم وجود الإنزيمات اللازمة لذلك. ويوجد في أمعاء الرضيع ميكروبات معينة تسبب إنتاج حمض اللاكتيك lactic acid من سكر اللاكتوز غير المهضوم مما يزيد من حموضة الجزء السفلي من الأمعاء lower intestinal tract . وتشجع هذه الزيادة في الحموضة على نمو ميكروب الـ *Lactobacil-lus bifidus* الذي يعتقد بأنه مفيد للرضع young infants ، حيث يمنع نمو البكتريا غير المرغوبة والتي تسبب تعفن الأمعاء intestinal putrefaction ، كما أن هناك دلائل على أن معقد الكالسيوم ـ اللاكتوز الذائب solublecalcium - lactose complex يزيد من معدل امتصاص الكالسيوم، أي أن اللاكتوز يزيد من نفاذية permeability الأغشية المعوية مما يؤدي إلى حدوث زيادة في معدل امتصاص الكالسيوم.

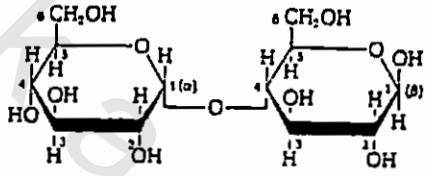
يفقد بعض الأفراد القدرة على هضم اللاكتوز، وتسمى هذه الحالة بعدم تحمل اللاكتوز lactose intolerance ، وسببها عدم إنتاج إنزيم اللاكتيز lactase ، وهذه الظاهرة سائدة بين البالغين وقد تبدأ في الظهور في عمر ٤ سنوات. وتتمثل أعراض عدم تحمل اللاكتوز في صورة غثيان nausea وإسهال diarrhea خصوصًا عند تناول كمية كبيرة من الحليب.

٣ ـ المالتوز Maltose

هو سكر ثنائي يتركب من وحدتين من الجلوكوز two glucose units متحدين

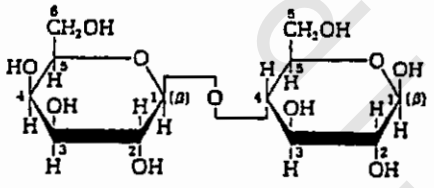
بواسطة الرابطة الفا ـ ١ ، ٤ (α-1,4) ولا يتوافر بصورة حرة في الطبيعة ، إلا أنه يوجد بكميات قليلة في البذور والحبوب النابتة germinating cereals (الأجنة النامية) ويشتق من نشا الحبوب cereal starch بفعل إنزيم بيتا ـ أميليز β-amylase .

تشتق جميع السكريات الأحادية والثنائية من مصادر نباتية مختلفة ، باستثناء اللاكتوز الذي هو سكر الثدييات mammalian milk والجالاكتوز galactose الذي هو جزء من سكر اللاكتوز. هناك أيضًا سكر ثلاثي يسمى الرافينوز rafinose والذي يتركب من وحدات من الفركتوز والجلوكوز والجالاكتوز، ويوجد في الشوندر وفول الصويا وبذور القطن يمثل الشكل (٢ ، ٤) التركيب البنائي للسكريات الثنائية .



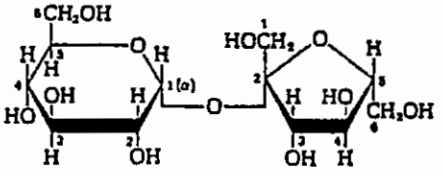
Alpha - Maltose

ألفا ـ مالتوز



Beta - Lactose

بيتا ـ لاكتوز



Alpha - Sucrose

ألفا ـ سكروز

شكل (٢ ، ٤) . التركيب البنائي للسكريات الثنائية .

(جـ) السكريات المتعددة Polysaccharides

تعتبر السكريات المتعددة المجموعة الثالثة من الكربوهيدرات، وهي أكثر تعقيدًا من السكريات الأحادية والثنائية وتتألف من عدة وحدات من السكريات الأحادية مرتبطة ببعضها البعض بروابط جلوكوزيدية glucosidic bonds . تتميز السكريات المتعددة بأنها عديمة الطعم وذات وزن جزيئي كبير وغير قابلة للذوبان في الما ومن أكثر السكريات انتشارًا في الطبيعة من حيث كميتها. ومن أهم أنواع السكريات المتعددة من الناحية الغذائية ما يلي:

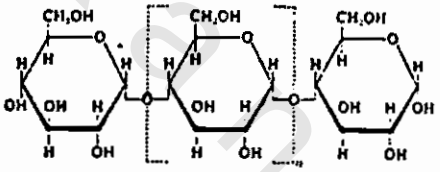
١ ـ النشا Starch

عبارة عن سكر نباتي متعدد يتألف من عدة وحدات من الجلوكوز glucose وقابل للتحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي للإنسان. وبشكل عام فإن جميع الأغذية النشوية تشتق من مصادر نباتية plant foods ، وتعتبر البذور seeds (٧٠٪ نشا) والحبوب grains (الأرز والقمح والشيلم rye والشعير barley والشوفان tao) من أغنى المصادر النباتية بالنشا، يلي ذلك البازلاء والفاصوليا الجافة (٤٠٪). أما المصدر الرئيسي الثالث فهو الدرنات مثل البطاطس والبطاطا الحلوة yam والكاسافا cassava . تنتج بعض المجتمعات الإنسانية human societies الحبوب، وتستهلكها بوفرة في غذائها خصوصًا الأرز والقمح، حيث إن حوالي ٥٠ ـ ٨٠٪ من طاقتها الغذائية food energy مشتقة من هذه الحبوب. ولا يذوب النشا في الماء البارد، ولكنه يتشرب الماء الحار ويكون شبكة هلامية أو غروية نتيجة انفجار حبيباته. ويتحلل النشا بواسطة إنزيم بيتا أو ألفا ـ أميليز α or β-amylase إلى مركبات وسطية هي الجلوكوز والمالتوز على التوالي، ويتحلل المركب الأخير بواسطة إنزيم المالتيز maltase إلى وحدتي جلوكوز. كذلك يمكن أن يتحلل النشا جزئيًا إلى سلاسل قصيرة مكونة من عدة وحدات من الجلوكوز تعرف باسم الدكسترين dextrin ، ويحدث ذلك بفعل الإنزيمات أثناء الهضم أو بتأثير الحرارة الجافة على النشا كما في حالة تسخين الخبز toasting bread أو تسمير الدقيق browning flour . يتميز الدكسترين الناتج بأنه أكثر ذوبانًا وأكثر حلاوة من النشا. ويوجد نوعان من النشا هما:

الأميلوز Amylose : وهو عبارة عن سلسلة مستقيمة مؤلفة من عدة وحدات من الجلوكـوز (قـد تصل إلى ٢٠٠٠ وحدة) متصلة ببعضها البعض بروابط جلوكوزيدية (α-1,4) ويعطي لونًا أزرق مع محلول اليود.

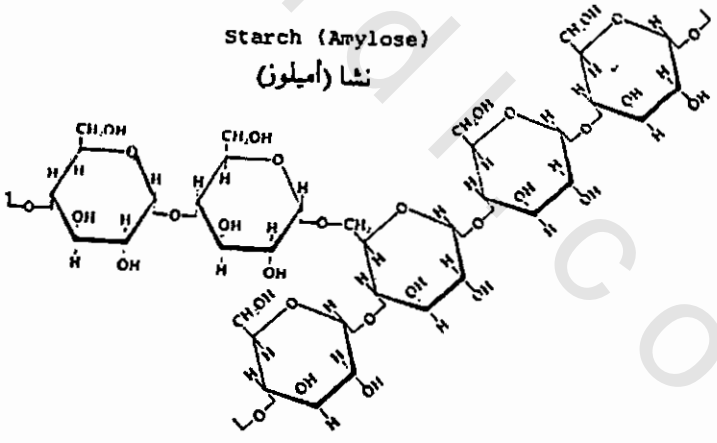
الأميلوبكتين Amylopectin : وهـو عبـارة عن سلسلة متفرعة من وحدات الجلوكوز ويتصل هذا التفرع مع السلاسل المستقيمة في رابطة جلوكوزيدية (α-1,6)، ويعطي لونًا بنيًا مع محلول اليود. ويصل عدد وحدات الجلوكوز في الأميلوبكتين إلى ما يزيد على ١٠٠ تكون على هيئة سلسلة ذات تفرعات متعددة تحتوي على ما بين ٢٤ ـ ٣٠ وحدة جلوكوز في كل فرع.

ويوضح الشكل (٣، ٤). التركيب البنائي للنشا.



Starch (Amylose)

نشا (أميلوز)



Starcn (Amylopectin)

نشا (أميلوبكتين)

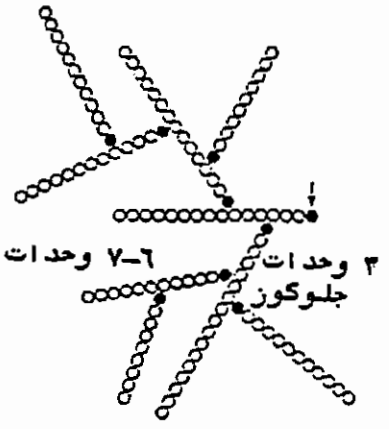
شكل (٣، ٤). التركيب البنائي للنشا.

٢ ـ الجليكوجين Glycogen

يعرف الجليكوجين أيضًا باسم النشا الحيواني animal starch ، وهو مركب من عدة وحدات من الجلوكوز متصلة ببعضها البعض بواسطة روابط جلوكوزيدية (α-1,4). ويتم تصنيعه داخل جسم الإنسان والحيوان، حيث يخزن في العضلات muscles والكبد liver ويكون تركيز الجليكوجين في الكبد مرتفعًا جدًا. ويشبه الجليكوجين الأميلوبكتين في تركيبه، إلا أن تفرعاته تكون أكثر حيث يوجد تفرع لكل ٨ ـ ١٠ وحدات جلوكوز. يستفيد الجسم من الجليكوجين المخزن فيه عند نقص الطاقة في الجسم، حيث يتحول جليكوجين الكبد liver glycogen إلى الجلوكوز المولد للطاقة التي يستفيد منها كامل الجسم، أما جليكوجين العضلات فينتج طاقة تستفيد منها العضلات فقط وذلك بسبب نقص بعض الإنزيمات في العضلات. وعلى الرغم من أهمية أيض الجليكوجين داخل الجسم، إلا أنه لا يعد مصدرًا ذا قيمة في غذاء الإنسان لأنه يختفي من الذبيحة بعد فترة قصيرة من ذبحها نتيجة لتحوله إلى حمض لاكتيك. يخزن الشخص البالغ حوالي ٣٤٠ جرامًا من الجليكوجين في جسمه، منها ٣٤٪ (الثلث) تخزن في الكبد liver glycogen و٦٦٪ (الثلثين) تخزن في العضلات muscle glycogen . ويمكن زيادة كمية الجليكوجين المخزنة في الجسم إلى الضعف وذلك عن طريق عمل بعض التعديلات manipulations في الوجبة الغذائية، أهمها زيادة كمية الكربوهيدرات مع ممارسة بعض التمارين الرياضية. ويلجأ كثير من الرياضيين إلى زيادة مخزون الجسم من الجليكوجين الذي يمده بالطاقة أثناء المباراة ولمدة تزيد عن نصف ساعة. وتعرف زيادة كمية الجليكوجين في الجسم بتحميل الكربوهيدرات carbohydrate loading . ويبين الشكل (٤،٤) التركيب البنائي للجليكوجين.

٣ ـ السليلوز Cellulose

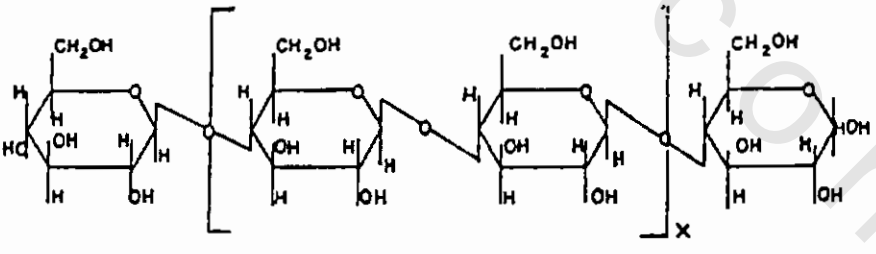
يتألف السليلوز من آلاف الوحدات من الجلوكوز متصلة ببعضها البعض بروابط جلوكوزيدية (β-1,4) غير قابلة للهضم بواسطة الإنسان، أي أنه يشبه النشا في تركيبه البنائي، غير أن الروابط التي تربط وحدات الجلوكوز مختلفة عنه. وهذا



شكل (٤، ٤). الجليكوجين Glycogen .

المصدر: Bell, G. H. *et al.* (1976)

الاختلاف في نوع الروابط ذو أهمية كبيرة للإنسان لأن كل نوع من الروابط يتطلب إنزيمًا معينًا لتحليله، ويحتوي الجهاز الهضمي في الإنسان على الإنزيمات التي تحلل الروابط الموجودة في النشا، لكنه خالٍ من الإنزيمات التي تحلل الروابط في السليلوز، لهذا فإن السليلوز الموجود في الأغذية لا يمد الإنسان بأي طاقة نظرًا لأنه يَعبُر الجهاز الهضمي إلى خارج الجسم بدون حدوث أي تغير له. والسليلوز شديد الصلابة ويوجد في جدران الخلايا النباتية مما يعطيها الهيكل الصلب والبنية الأساسية للنبات. والشكل (٤، ٥) يوضح التركيب البنائي للسليلوز.



شكل (٤، ٥) . التركيب البنائي للسليلوز.

تتميز المجترات ruminants بأنها تحتوي على الإنزيمات البكتيرية bacterial enzymes القادرة على تكسير روابط السليلوز ويفسر هذا قدرتها على البقاء اعتمادًا على الأعشاب grasses ومحاصيل الأعلاف forage crops . وفي الوقت الحاضر فإن السليلوز والألياف النباتية الأخرى plant fibers تلقي اهتمامًا كبيرًا من الإنسان لأنها تحافظ على الحركة المعدية gastric motility الطبيعية وتقلل من حدوث الإمساك constipation نتيجة لامتصاصها الماء أثناء مرورها في الجهاز الهضمي. على أي حال من الناحية التغذوية فإن الاهتمام مركز على جميع الألياف النباتية غير القابلة للهضم plant fiber undigested والتي تسمى حاليًا بالألياف الغذائية dietary fiber وهذه تشمل السليلوز cellulose والبكتين pectin والهيميسليلوز hemicellulose واللجنين lignin (ألياف غير كربوهيدراتية noncarbohydrate fiber) والأصماغ gums والمايسلج mucilage (مادة لزجة في النباتات والأعشاب البحرية). وتوجد الألياف الغذائية dietary fiber في الأغذية من مصادر نباتية مثل البقوليات والمكسرات والحبوب الكاملة والخضروات والفواكه، كما أنها توجد بنسبة أكبر في هذه الأغذية من الألياف الخام crude fiber . وتقدر نسبة الألياف الغذائية في النخالة bran بحوالي ٤٨٪ ودقيق القمح الكامل ١١,٧٪ والبازلاء ٧,٧٪ والدقيق الأبيض ٣,٤٪ والفراولة ٢,١٪ والموز ١,٨٪ .

يمكن التفريق بين الألياف الغذائية والألياف الخام من التعاريف التالية:

الألياف الخام Crude fiber

هي الكمية المتبقية من الغذاء النباتي بعد الاستخلاص أو المعاملة بحمض مخفف وقلوي مخفف بالطريقة المعملية.

الألياف الغذائية Dietary fiber

هي الكمية المتبقية من الغذاء النباتي التي قاومت التحلل بالإنزيمات الهاضمة في الإنسان.

والجدول رقم (١, ٤) يوضح محتوى بعض الأغذية من الألياف الغذائية.

جدول (١, ٤) . محتوى بعض الأغذية من الألياف الغذائية Dietary fiber

الأغذية	نسبة الألياف الغذائية (جرام/ ١٠٠جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة (الحصة Serving)	كمية الألياف الغذائية بالحصة (جرام)
الحبوب Cereals			
الأرز مسلوق مقشور	٠,٨	نصف كوب (١٠٥ جرامات)	
خبز أسمر	٥,١١	١ شريحة (٢٥ جرامًا)	١,٣
خبز أبيض	٢,٧٢	١ شريحة (٢٥ جرامًا)	
نخالة القمح		ثلث كوب (٢٨ جرامًا)	٨,٤
دقيق قمح (١٠٠٪)	٩,٦		
دقيق أبيض (٧٢٪)	٣,٠		
شرائح الذرة		٠,٧٥ كوب (٢١ جرامًا)	٢,٦
ذرة الفشار popcorn		٣ كوب (١٨ جرامًا)	٣,٠
المكسرات Nuts			
جوز الهند walnuts	٥,٢	نصف أوقية (١٥ جرامًا)	
لوز almonds	١٤,٣	نصف أوقية (١٥ جرامًا)	
جوز البرازيل brazils	٧,٧	نصف أوقية (١٥ جرامًا)	
اللوز السوداني peanuts	٩,٣		
زبدة الفول السوداني	٧,٦	١ ملعقة مائدة (١٦ جرامًا)	
البقوليات Legumes			
فاصوليا جافة مطهية		نصف كوب (٩٠ جرامًا)	
عدس مطهي	٣,٧	نصف كوب (١٠٠ جرامًا)	٣,٧
بازلاء مطهية	٧,٩	نصف كوب	
الفواكه Fruits			
تمر جاف		٢ حبة (١٨ جرامًا)	١,٦
برتقال		١ حبة (٧٨ جرامًا)	١,٦
فراولة		١ كوب (١٤٣ جرامًا)	٣,١
خوخ peach	٢,٣	١ حبة متوسطة (١٠٠ جرام)	٢,٣
أناناس pineapple		نصف كوب (٧٨ جرامًا)	٠,٨
برقوق مجفف prunes		٢ حبة (١٥ جرامًا)	٢,٤
تفاح	٢,٤	١ حبة متوسطة (١٤٠ جرامًا)	
تفاح مقشر	٢,٠	١ حبة متوسطة (١٤٠ جرامًا)	
موز	١,٧٥	نصف حبة (٦٠ جرامًا)	
chervies	١,٣		

obeikandl.com

تابع جدول (٤,١) .

الأغذية	نسبة الألياف الغذائية (جرام/١٠٠جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة (الحصة Serving)	كمية الألياف الغذائية بالحصة (جرام)
تين طازج	٢,٥	١ حبة	
تين جاف	١٨,٥	١ حبة	
عنب طازج أبيض	٠,٩	١٢ حبة (٦٠ جرامًا)	
الخضروات Vegetables			
بازلاء طازجة		نصف كوب (٨٥ جرامًا)	٦,٧
فاصوليا خضراء طازجة		نصف كوب (٦٤ جرامًا)	٢,١
فاصوليا خضراء مطهية	٣,٣٥	نصف كوب (٧٥ جرامًا)	
طماطم طازجة		١ حبة صغيرة (١٠٠ جرام)	١,٥
بطاطس مخبوزة baked		نصف حبة متوسطة (٧٥ جرامًا)	١,٩
بطاطا حلوة yam boiled	٣,٩	نصف حبة متوسطة (٧٥ جرامًا)	
بازلاء مسلوقة	٢,٥		
خس	١,٥		
كرنب (ملفوف) جزر طازج	٢,٩		
جزر مطهي		نصف كوب (٧٨ جرامًا)	٢,٤
كرنب (ملفوف) cabbage		نصف كوب (٨٥ جرامًا)	٢,١
كرفس celery طازج		نصف كوب (٦٠ جرامًا)	١,١
beels مطهي		نصف كوب (٨٥ جرامًا)	٢,١

مصدر المعلومات : Weininger, J., Briggs, G. (1983), Suitor, C.U. and Crowley, M.F. (1984)

(٤,٣) فوائد الألياف في الوجبة الغذائية

يمكن تلخيص فوائد الآليات الغذائية للإنسان كالتالي :

١ ـ تحمي الإنسان من الإصابة بأمراض القلب coronary heart disease ، ويعزى ذلك إلى أن الوجبة المرتفعة في نسبة الألياف تكون عادة منخفضة في نسبة الدهون والسكريات البسيطة والبروتين والعكس، وهذه العناصر الغذائية الثلاثة تعتبر من العوامل الخطرة risk factors المرتبطة بأمراض القلب والدورة الدموية .

٢ ـ ترتبط الألياف بالكوليسترول cholesterol وتطرحه خارج الجسم، أي أنها تمنع امتصاصه في الجسم.

٣ ـ تشجع الألياف على نمو الميكروبات المسؤولة عن تكسير أحماض الصفراء bile acids التي تطلق release الكوليسترول الذي يعاد امتصاصه مرة أخرى. كما أن اللجنين والمايسلج يرتبطان بأحماض الصفراء ويطرداها خارج الجسم مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الكوليسترول في الدم وقلة الإصابة بأمراض القلب.

٤ ـ تمتص الألياف كمية كبيرة من الماء في الجهاز الهضمي نتيجة لاحتوائها على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل OH مما يجعل البراز ليناً وذا حجم مالىء bulky ولهذا تعد الألياف من المواد المانعة للإمساك، والتي تساعد على انزلاق الفضلات بسرعة داخل القناة الهضمية. كما أن هذه الميزة تمنع إصابة الإنسان بتورمات في القناة الهضمية والتي تنتج من ضغط كتلة البراز الجافة على مناطق رقيقة في الأمعاء الغليظة.

٥ ـ تعمل الألياف على سرعة تخليص الجسم من المواد السامة والمواد المسببة للسرطان carcinogens ، وذلك لأنها تزيد من حركة motality الأمعاء الدقيقة والقولون colon ، ويترتب على ذلك قصر المدة الزمنية التي تعبر فيها الفضلات الأمعاء مما يقلل من المدة الزمنية التي تتعرض فيها الأغشية المخاطية المبطنة لجدار الأمعاء mucosa للمواد السامة toxicants والمواد المسببة للسرطان.

٦ ـ تعتبر الألياف مواد مالئة لا تمد الجسم بالطاقة ولا بالعناصر الغذائية، لهذا يمكن إدخالها في وجبات الحمية الخاصة بخفض الوزن كما تؤخر الألياف (البكتين pec-tin والأصماغ gums والمايسلج mucilages) تفريغ المعدة من الطعام مما يشعر الشخص بالشبع لمدة طويلة.

٧ ـ تخفض الألياف معدل ضغط دم، حيث أشارت الدراسات إلى أن الأشخاص النباتيين vegetarians الذين يتناولون وجبات غذائية غنية في محتواها بالألياف لديهم مستوى ضغط الدم منخفض مقارنة بالأشخاص العاديين (غير النباتيين) ولو أن ذلك قد يرتبط بانخفاض ما يتناوله الإنسان من عناصر الغذاء الأخرى.

يمكن زيادة كمية الألياف في الوجبة الغذائية عن طريق الإكثار من تناول

الخضروات والفواكه والحبوب الكاملة والخبز الأسمر بدلاً من الحبوب المكررة refined والخبز الأبيض، وكذلك تناول البقوليات والمكسرات. أما بالنسبة للأشخاص الذين اعتادوا على تناول النخالة bran فإنه يوصي بتعاطي ١ ـ ٢ ملعقة مائدة في اليوم، وأن يبدأوا بتناول كمية قليلة (ملعقة صغيرة) وذلك لتفادي حدوث إسهال diarrhea وتشنجات cramping وانتفاخ distention ثم التدرج في زيادة الكمية المتناولة حتى الوصول إلى الكمية الموصى بها. ويوصي بتناول ٢٥ جرامًا من الألياف الغذائية في اليوم. وبشكل عام ينصح بعدم الإفراط في تناول الألياف وذلك للأسباب التالية:

١ ـ تعمل على انسداد الأمعاء obstruction والإصابة بالإسهال diarrhea.

٢ ـ ترتبط الألياف ببعض المعادن مثل الكالسيوم والمغنسيوم والحديد والفوسفور والزنك وتطردها خارج الجسم مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقص في المعادن على الإنسان، ويرجع ذلك إلى احتوائها على حمض الفايتيك phytic acid الذي يرتبط بتلك المعادن ويمنع امتصاصها.

(٤,٤) أيض الكربوهيدرات غير السوي (غير العادي)

Abnormalities of carbohydrate metabolism

١ ـ مرض السكري (ديابيتس) Diabetes

هو عبارة عن مرض أيض وراثي ينتج عن نقص أو عدم إفراز هرمون الأنسولين insuline مما يؤدي إلى اضطراب في تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم. ترتفع نسبة الجلوكوز في الدم في حالة غياب الإنسولين وذلك لأن هذا الهرمون ضروري لعملية امتصاص الجلوكوز بواسطة الخلايا وتحوله إلى جليكوجين. وانخفاض الإنسولين في الدم يكون عادة إما نتيجة عدم إفراز البنكرياس pancreas له أو نتيجة لوجود مثبط الإنسولين insulin inhibitor في الدم. وتعرف حالة ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم باسم hyperglycema وأعراضه هي: (١) فقدان في الوزن، (٢) زيادة عدد مرات التبول وكمية البول polydipsia، (٣) زيادة الشهية على الطعام polyphagia، (٤) العطش الشديد polydipsia وبتقدم المرض تظهر حالة تدعى الكيتوزية kitosis، وهي عبارة عن تراكم الدهون في الدم (حدوث أيض غير كامل للدهون) مما يؤدي إلى

ظهور الأجسام الكيتونية ketones bodies في البول (ketonuria) وحدوث الغيبوبة coma بسبب احتياجات الجلوكوز الخاصة للجهاز العصبي المركزي.

ويعالج مرض السكري عن طريق تنظيم غذاء المريض وذلك باتباع نموذج غذائي معين، وكذلك عن طريق تناول بعض الأدوية أو الإنسولين (يحول الجلوكوز إلى جليكوجين) وذلك حسب حالة المريض. يُوصَى مريض السكري بتجنب تناول وجبات غذائية غنية بالكربوهيدرات المتعددة أو البسيطة لعدم قدرة الجسم على أيضها، حتى الفواكه فإن تناولها يجب أن يكون بكمية محدودة لأنها تحتوي على سكر الفركتوز fructose الذي يتحول في الكبد إلى جلوكوز.

هناك حالة أخرى تعرف باسم galactosemia ، وهي عبارة عن ارتفاع مستوى سكر الجالاكتوز galactose في الدم نتيجة لعدم وجود الإنزيم الذي يحوله إلى جلوكوز glucose في الكبد، وتحدث هذه الحالة في حالة تناول كميات كبيرة من الجالاكتوز، وتتمثل أعراضها في حدوث تقيؤ وفقدان في الوزن وتخلف عقلي mental retardation وتضخم في الكبد. وفي حالة اكتشاف المرض المبكر فإن الأطفال يغذون على حليب منخفض في نسبة اللاكتوز حتى يكبر الطفل ويعتاد جسمه على الوجبات الطبيعية.

٢ ـ عدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance

هو عبارة عن خلل فطري في الأيض يؤدي إلى عدم القدرة على هضم سكر اللاكتوز في الحليب نتيجة عدم إفراز الجسم لإنزيم اللاكتيز lactase الذي يحول اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز اللذين يستطيع الجسم امتصاصهما وتنتشر هذه الحالة في البالغين، وتظهر أعراضها عادة بعد عمر ٤ سنوات (بعد تناول كمية كبيرة من الحليب، أكثر من كوب) على شكل تقلصات cramping ودوخة nausea وإسهال diarrhea وانتفاخ distention ومغص abdominal pain نتيجة لتخمر fermentation سكر اللاكتوز المتراكم في الجهاز المعوي intestinal tract إلى ثاني أكسيد الكربون وأحماض عضوية organic acids أو نتيجة للتأثير الأزموزي osmotic effect من اللاكتوز المتجمع في الجهاز المعوي.

يُنصح الأشخاص الذين يعانون من حالة عدم تحمل اللاكتوز بتناول اللبن الزبادي yogurt والجبن بدلاً من الحليب وذلك لأن اللاكتوز الموجود بهما قد تحول بفعل

الميكروبات إلى حمض لاكتيك lactic acid . وتوجد نظريتان توضحان سبب الإصابة بمرض عدم تحمل اللاكتوز هما:

١ ـ سبب وراثي.

٢ ـ عدم تناول الأطفال الحليب بعد سن الفطام، فيؤدي ذلك إلى عدم إفراز إنزيم اللاكتيز في المستقبل أو في سن البلوغ، أي أنها عملية تكييف

(٤,٥) مصادر الكربوهيدرات Carbohydrate Sources

تحتوي السكريات النقية pure sugars على ١٠٠٪ كربوهيدرات، وتحتوي المحاليل السكرية syrups والجلي jellies والمربات على ٧٠ ـ ٨٠٪ ، وأغذية السيريل cereal foods والدقيق والبسكويتات الرقيقة الهشة crackers على ٦٥ ـ ٧٠٪ كربوهيدرات. كما أن بعض الأغذية مثل السكر ونشا الذرة cornstarch بها أكثر من ٨٠٪ كربوهيدرات. كذلك تحتوي الأغذية النشوية الأخرى الشائعة الاستعمال مثل الأرز (مطهي) والبطاطس (مخبوزة baked) على أكثر من ٢٠٪ كربوهيدرات، في حين يحتوي الخبز الأسمر والأبيض على أكثر من ٤٥٪، كما تجدر الإشارة إلى أن الذرة والبازلاء المطهية والموز من المصادر الغنية بالكربوهيدرات (تقريبًا ٢٠٪). يستخدم نظام البدائل exchanges system لتخطيط الوجبات الغذائية، وفيه تقسم الأغذية إلى ست مجموعات، حيث إن أربع منها تعتبر مصادر جيدة للكربوهيدرات، ويمكن توضيح ذلك كالآتي:

* حصة واحدة One serving من مجموعة الخبز (شريحة توست واحدة أو ربع رغيف) تمد الجسم بحوالي ١٥ جرامًا كربوهيدرات.
* حصة واحدة من مجموعة الحليب (١ كوب حليب) يؤمن للجسم حوالي ١٢ جرامًا كربوهيدرات.
* حصة واحدة من مجموعة الفواكه (حبة واحدة برتقال أو تفاح أو نصف حبة موز) يزود الجسم بحوالي ١٠ جرامات كربوهيدرات.
* حصة واحدة من مجموعة الخضروات (نصف كوب خضروات) يمد الجسم بحوالي ٥ جرامات كربوهيدرات.

تُدرج (تصنف) الخضروات التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات مثل البطاطس والذرة والبازلاء والفاصوليا الجافة في قائمة بدائل الخبز. وتجدر الإشارة إلى أن الحليب هو الغذاء الحيواني animal food الوحيد الذي يمد الجسم بجزء من الكربوهيدرات التي يتناولها الإنسان في اليوم. لا يعتبر الجليكوجين المخزن في الكبد والعضلات مصدرًا للكربوهيدرات في غذاء الإنسان لأنه يتحول مباشرة إلى حمض لاكتيك وبيروفيك lactic and pyruvic acids عند ذبح الحيوان. وتتميز الأغذية الغنية بالكربوهيدرات (مثل الحبوب الكاملة) إلى جانب كونها مصدرًا أساسيًا للطاقة التي يحتاجها جسم الإنسان بأنها مصدر جيد لكثير من الفيتامينات والمعادن مثل الثيامين والريبوفلافين والنياسين niacin والحديد وغيرها، بالإضافة إلى أنها رخيصة الثمن مقارنة بالأغذية الدهنية والبروتينية (اللحم، الدواجن، السمك... الخ) والألبان ومشتقاتها. وتتحكم العوامل الاقتصادية والبيئية في نسبة الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية، فمثلاً في المناطق القطبية تزود الكربوهيدرات ٢٠٪ من احتياجات الطاقة الكلية، في حين أنه في المناطق الاستوائية تؤمن الكربوهيدرات ٨٠٪ من احتياجات الطاقة الكلية، ويبين الجدول (٢, ٤) محتوى بعض الأغذية من الكربوهيدرات.

(٦, ٤) احتياجات الكربوهيدرات Carbohydrate Requirements

يشير الاتجاه الحديث في تخطيط الوجبات الغذائية إلى زيادة في نسبة الكربوهيدرات في الوجبة على حساب نسبة الدهون لما لذلك من علاقة في الحماية من كثير من الأمراض. وعلى الرغم من ذلك فإنه لا يوجد حد معين لنسبة الكربوهيدرات في الوجبة نظرًا لأن الكمية التي يحتاجها الشخص تحددها عدة عوامل أهمها الحالة الصحية ودرجة النشاط والوزن والجنس وغيرها. ولا يعرف الحد الأدنى المطلوب من الكربوهيدرات للفرد، ولكن يجب ألا تقل الكمية المتناولة عن ١٠٠ جرام في اليوم حسب توصية هيئة الغذاء والتغذية الأمريكية لمنع حدوث الكيتوزيه ketosis والتهدم المفرط للأنسجة البروتينية excessive breakdown of proteins في الجسم. ولقد وجد أن معظم الوجبات الغذائية اليومية في الوقت الحالي تحتوي على ٢٠٠ ـ ٣٠٠ جرام من الكربوهيدرات. ويوصَى بأن لا تقل نسبة الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية عن حوالي

٤٨٪ من احتياجات الطاقة الكلية اليومية للشخص، بحيث يحصل الجسم على ٣٨٪ من الطاقة الكلية من الكربوهيدرات المتعددة و ١٠٪ من السكريات البسيطة، والاتجاه الحديث هو زيادة كمية الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية (قد تصل إلى ٦٠٪؛ وذلك من أجل خفض معدل الدهون والكوليسترول في الدم والإقلال من معدل الإصابة بأمراض القلب.

جدول (٤,٢) . محتوى بعض الأغذية من الكربوهيدرات.

الأغذية	نسبة الكربوهيدرات (جرام/ ١٠٠جرام)	مقدار وحدة التقديم الواحدة (الحصة Serving)	كمية الكربوهيدرات بالحصة (جرام)
السكر الحبيبي	٩٩,٤	ملعقة مائدة (١٥ جرامًا)	١٥
العسل	٨١,٠	ملعقة مائدة (٢٠ جرامًا)	١٦
المربى والجيلي والمرملاد	٧١,٠	ملعقة مائدة (١٨ جرامًا)	١٣
الحلويات	٧٠ ـ ٩٥	واحد أوقية حليب بالكاكاو (٣٠ جرامًا)	١٦
المحاليل السكرية والدبس	٥٥ ـ ٧٥	ملعقة مائدة (٢٠ جرامًا)	١٣
المشروبات الغازية	١٠ ـ ٢٠	٤ أوقية كولا (٢٠ جرامًا)	١٢
تفاح	١٥	١ حبة متوسطة (١٤٠ جرامًا)	٢٠
برتقال	٩	١ حبة متوسطة (١٤٠ جرامًا)	١٣
التمر	٧٣	٢ حبة (٢٠ جرامًا)	١٢
الموز	٢٢	نصف حبة (٦٠ جرامًا)	١٣
عنب	٢٠	١٢ حبة (٦٠ جرامًا)	١٢
زبيب	٧٧	٢ ملعقة مائدة (٧٢ جرامًا)	٦٠
حبحب	٧	١ كوب (١٢٠ جرامًا)	٨
مشمش	١٣	١ حبة متوسطة مسلوقة (١٣٧ جرامًا)	٢٣
أرز (غير مطهي)	٨١	نصف كوب مطهي (١٠٥ جرامات)	٢٥
مكرونة وسباكتي (غير مطهي)	٧٥	نصف كوب مطهية (٧٠ جرامًا)	١٦
خبز أسمر	٤٩	ربع رغيف أو شريحة (٢٥ جرامًا)	١١
خبز أبيض	٥١	ربع رغيف أو شريحة (٢٥ جرامًا)	١٢
سيريل الإفطار (جاف)	٧٠ ـ ٨٥	١ كوب شرائح قمح (٣٠ جرامًا)	٢٤
كيك	٦٠	١ قطعة (٧٠ جرامًا)	٤٥
فاصوليا خضراء	٥	نصف كوب مطهية (٧٥ جرامًا)	٣
فاصوليا جافة مطهية	٢٠	نصف كوب (٩٠ جرامًا)	١٩
بازلاء جافة مطهية	٢١	نصف كوب (١٠٠ جرام)	٢٠

(٤,٧) وظائف الكربوهيدرات Functions of Carbohydrate

يمكن حصر وظائف الكربوهيدرات في الجسم كالآتي:

١ ـ مصدر للطاقة Source of energy

إن الوظيفة الأساسية للكربوهيدرات هي إمداد الجسم بالسعرات، حيث إن كل ٤ جرامات من الكربوهيدرات تعطي عند أكسدتها ٤ سعرات بغض النظر عن نوع هذه الكربوهيدرات (متعددة أو بسيطة أو ثنائية). ويعد الجلوكوز المصدر الرئيسي للطاقة التي يحتاجها الجسم وهو يتأكسد داخل الخلايا منتجًا طاقة وثاني أكسيد الكربون وماء. ويستعمل الجسم الطاقة في العمليات الحيوية، في حين يتخلص من الماء عن طريق الكليتين والجلد والرئتين ومن ثاني أكسيد الكربون عن طريق هواء الزفير. تستخدم الكربوهيدرات (الجلوكوز) الممتصة من الجهاز الهضمي لتأمين احتياجات خلايا الأنسجة tissue cells من الطاقة. أما الجزء المتبقي منها فيتحول إلى جليكوجين في الكبد والعضلات لاستخدامه عند الحاجة كمصدر للطاقة، ويتحول الفائض إلى أنسجة دهنية تستخدم كمصدر للطاقة عند نفاد مستودعات الجليكوجين في الجسم. يحتوي جسم الشخص البالغ على ٣٠٠ جرام من الجليكوجين (١٠٠ جرام في الكبد و ٢٠٠ جرام في العضلات) وتمد هذه الكمية الجسم باحتياجاته من الطاقة لمدة ١٢ ساعة بعد تحولها إلى جلوكوز. يمكن أن يتحول الجليكوجين المخزن في الكبد إلى جلوكوز للمحافظة على مستوى جلوكوز الدم، في حين يستخدم جليكوجين العضلات فقط لإمداد الطاقة التي تحتاجها خلايا العضلات muscle cells فقط. وتجدر الإشارة إلى أن الجلوكوز هو المصدر الرئيسي للطاقة التي يحتاجها الجهاز العصبي nervous system وأنسجة الرئة lung tissue والمخ brain . ويؤدي انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي hypoglycemia واستنزاف الجلوكوز من المخ إلى حدوث اضطرابات أو تشنجات convulsions .

٢ ـ ادخار البروتين

تساعد الكربوهيدرات على ادخار البروتين نظرًا لأنها مصدر رخيص وسريع وسهل للطاقة علاوة على أنها تمد الجسم بهياكل الكربون carbon skeletons الضرورية

لتصنيع synthesis الأحماض الأمينية غير الأساسية. وبالإضافة إلى أن الكربوهيدرات (مع الدهن) هي من المصادر الرئيسية للطاقة فإن حدوث نقص في الكمية المتناولة منها يؤدي إلى استخدام الجسم للبروتين كمصدر للطاقة بدلاً من استخدامه للبناء وتعويض الأنسجة التالفة. ويعتبر البروتين مصدرًا للطاقة غالي الثمن مقارنة بالكربوهيدرات بالإضافة إلى أنه مجهد للكليتين.

٣ ـ أيض (تنظيم) الدهن Fat metabolism

تعد الكربوهيدرات ضرورية في الوجبة الغذائية وذلك لكي يتم تأكسد الدهون طبيعيًا، أي أنها تنظم أيض الدهون بصورة طبيعية. فعند الانخفاض الشديد في كمية الكربوهيدرات في الوجبة فإن أيض الدهون metabolism fats يحدث بمعدل أسرع من المعدل الطبيعي، مما لا يمكن الجسم من تحمل المركبات الوسطية intermediate pro-ducts الناتجة (أحماض دهنية قصيرة السلسلة). ويؤدي تراكم هذه المركبات الوسطية غير مكتملة التأكسد في الجسم إلى حدوث الجفاف dehydration وفقدان الصوديوم من الجسم والكيتوزيه ketosis (زيادة غير سوية في كمية الأجسام الكيتونية في الجسم) التي تزيد من حموضة الجسم. يتبين مما ذكر أعلاه مدى أهمية الكربوهيدرات لمعادلة ميزان الحموضة في الجسم، حيث وجد أنه يلزم جزيء جلوكوز لأكسدة جزيء من أيٍّ من الأحماض الدهنية.

٤ ـ التخلص من السموم (إزالة السموم) Detoxification

ينتج أيض الجلوكوز حمض الجلوكويورونيك glucuronic acid الذي له القدرة على الارتباط ببعض المركبات الوسطية الناتجة من الأيض الطبيعي للغذاء، وكذلك الارتباط ببعض الأدوية durgs وطردها خارج الجسم على صورة مشتقات حمض الجلوكويورونيك.

٥ ـ وظائف أخرى Other functions

يعتبر سكر الحليب (اللاكتوز) أقل ذوبانًا من السكريات الأخرى، لهذا يبقى في الأمعاء مدة أطول مما يشجع على نمو البكتريا الموجودة في الأمعاء والتي تقوم بإنتاج

بعض أنواع فيتامينات ب. كما أن اللاكتوز يزيد من امتصاص الكالسيوم والحديد وذلك نتيجة لتحوله إلى حمض لاكتيك lactic acid في الأمعاء. كذلك تساعد الكربوهيدرات على تكوين الأنسجة الضامة والغضاريف حيث إن الجلوكوز أمين glucoseamine والجالاكتوز أمين galactoseamine يدخلان في تركيب هذه الأنسجة على التوالي. كذلك يدخل سكر الريبوز ribose في تكوين الأحماض النووية Nucleic acids (DNA) و(RNA) التي تلعب دورًا مهمًا في نقل الصفات الوراثية.

ولقد وجد أن مادة الهيبارين التي تعمل على منع تحول البروثرومبين إلى ثرومبين تحتوي على سكر جلوكوز أمين glucoseamine ، أي أن الكربوهيدرات تلعب دورًا بارزًا في منع تجلط الدم. كما أن الكربوهيدرات وبالتحديد السكريات تعطي طعمًا حلوًا مما يشجع الشخص على تناول كميات كبيرة منه، ولكن يجب الحذر من الإفراط في تناول السكريات لما لها من تأثير ضار على الصحة، حيث يمكن أن تؤدي إلى تكون الأنسجة الدهنية في الجسم وحدوث السمنة obesity . كما أن الإفراط في تناول السكريات يكون على حساب مواد غذائية أخرى يحتاجها الجسم.