الفصل الثامن

تقوية (تعزيز) الأغذية
Enrichment or Fortification of Foods

(٨,١) مقدمة Introduction

تعني تقوية الأغذية إضافة عناصر غذائية محددة مثل : الفيتامينات أو المعادن أو الحموض الأمينية إلى المادة الغذائية ؛ لتعويض الفاقد أثناء عملية التصنيع ، أو للوقاية من الإصابة بأمراض سوء التغذية . وكان يطلق سابقًا مصطلح تقوية Enrichment عند إضافة العناصر الغذائية إلى الخبز المكرر Refined Breads والسيريل Cereals ، أما حديثا فتستخدم كلمة مرادفة (متشابهة) وهي تدعيم Fortification . تؤدي إضافة العناصر الغذائية إلى الطعام ، إلى تحسين صحة الأفراد الذين يعانون من أمراض سوء التغذية في العالم ، وإلى تحسين تغذية الشعب . كما أن هناك مصطلحًا ثالثًا يستخدم عادة على بطاقات العبوات الغذائية Food Labels وهو الإضافة Supplement ، ويعني بأن العناصر الغذائية أضيفت إلى المادة الغذائية بأكثر من ٥٠٪ عن المقررات اليومية الموصى بها في الولايات المتحدة U.S.RDA . ولقد سهل توافر المعادن والفيتامينات والحموض الأمينية في صور نقية عملية تقوية الأغذية بها .

(٨,٢) شروط تقوية الأغذية

يسمح عادة بتقوية الأغذية في حالات خاصة يمكن تلخيصها كالآتي :

١- الحاجة لتحسين القيمة الغذائية لبعض الأغذية الأساسية Staple Food التي تتميز باستهلاكها على نطاق واسع من شريحة كبيرة في المجتمع (السكان) وبمحتواها المنخفض من العناصر الغذائية .

٢- إن المادة الغذائية المقواة لا تستهلك بكميات مفرطة تؤدي إلى حدوث ضرر للإنسان.

٣- حدوث فقدان لبعض العناصر الغذائية من المنتج الغذائي أثناء عملية التصنيع أو التجهيز أو الطحن كما هو الحال في القمح والأرز.

٤- انتشار أعراض نقص بعض العناصر في المجتمع، كما في حالة تدعيم الملح باليود Iodine والحليب بفيتامين (د) و (ا).

٥- فعالية العناصر الغذائية المضافة في تحسين القيمة الغذائية للطعام وإمداد الجسم باحتياجاته اليومية منها.

٦- لا تؤدي تقوية الأغذية بالعناصر الغذائية إلى إخلال أو اضطراب في توازن العناصر الغذائية بعضها مع بعض.

٧- قدرة الجسم على الاستفادة من العناصر الغذائية المضافة (درجة الإتاحية مرتفعة) وعدم تهدمها أثناء عملية التخزين. كذلك توافرها بإسعار رخيصة مما يقلل من تكاليف عملية التقوية ويمكّن المستهلك من شراء المنتج.

٨- إيجاد بديل لمادة غذائية شائعة الاستهلاك؛ مما يحتم تقوية هذا البديل ليصبح مشابهًا للمادة الغذائية الأصلية في قيمته الغذائية.

٩- رفع القيمة الغذائية لأغذية بعض الفئات الخاصة كالحوامل والمرضعات والرضع والأطفال والمراهقين والشيوخ.

١٠- التأكد من أن مواد التقوية مأمونة صحيًا وخالية من المواد الضارة أو السامة للإنسان.

١١- إن الكميات المضافة من العناصر الغذائية إلى الطعام مساوية لتلك التي فقدت أثناء عملية التصنيع أو الطحن أو التكرير، وقد يسمح بزيادة الكمية قليلا كإحتياط لما يفقد أثناء التخزين.

١٢- ذكر اسم العناصر الغذائية المضافة للطعام (عناصر التقوية) على البطاقة الغذائية للعبوة لتعريف المستهلك بها.

(٨,٣) الأغذية المقواة Enriched Food

هناك العديد من الأغذية المقواة والمتوافرة على مستوى تجاري في الأسواق.

ومن الأمثلة على ذلك مايلي :

أولا : الخبز Bread

من المعروف أن حبة القمح Kernel هي الجزء المستخدم من نبات القمح لتصنيع الدقيق الذي يعمل منه الخبز . وتتألف حبة القمح من ثلاثة أجزاء رئيسة هي :

١- النخالة Bran : وهي غلاف حول حبة القمح تتميز بأنها غنية بالعناصر الغذائية [مجموعات فيتامينات ب والمعادن (خصوصًا الحديد) والألياف Fiber (Bulk- Forming Carbohydrates)] .

٢- النسيج المغذي Endosperm : وهو الجزء الداخلي الطري في حبة القمح والذي يحتوي على النشا Starch والبروتينات Proteins (أهمها الجلوتين Gluten) .

٣- الجنين Germ : وهو الجزء المسؤول عن التكاثر عند زراعة الحبة، ويحتوي على غذاء مركز لإمداد الحياة الجديدة (النبتة الجديدة) باحتياجاتها الغذائية . يتميز الجنين بأنه غني جدا بالفيتامينات (مجموعة فيتامينات ب، كالثيامين والريبوفلافين والنياسين وكذلك فيتامين هـ) والمعادن (خصوصا الحديد) والبروتين (يقارب القيمة الحيوية لبروتينات اللحم والحليب والجبن) والدهون والكربوهيدرات .

ومما تجدر الإشارة إليه أن عملية طحن Milling حبة القمح أثناء صناعة الدقيق تؤدي إلى فقدان كثير من العناصر الغذائية المذكورة أعلاه؛ فعلى سبيل المثال، ينتج الدقيق الأبيض (عادة ٧٠-٧٢٪ استخلاص أي نزع ٣٠٪ من حبة القمح) من طحن النسيج المغذي فقط، لهذا فهو يخلو تمامًا من النخالة والجنين الغنيين بالعناصر الغذائية كما ذكر أعلاه . أما الخبز الأسمر فإنه يصنع من الدقيق الأسمر الذي يصنع من طحين حبة القمح الكاملة، ولهذا فإنه غني بالعناصر الغذائية الموجودة في حبة القمح . وقد وجد بأن معظم الأشخاص الذين يتناولون الخبز الأبيض يعانون من نقص الحديد والثيامين والريبوفلافين والنياسين وهذه العناصر توجد جميعها في الخبز غير المكرر Unrefined Bread (الخبز الأسمر) . لهذا فإن قانون التقوية The

Enrichment Act الأمريكي الصادر في سنة ١٩٤٢م أوصى بتقوية الدقيق الأبيض بالعناصر الغذائية التي تفقد أثناء عملية التكرير Refinement، بحيث يحتوي الخبز المقوى على كميات محددة من الثيامين والنياسين والحديد مساوية لتلك الموجودة في حبوب القمح الكامل، بالإضافة إلى الريبوفلافين الذي يضاف بتركيز يعادل ضعف الموجود في الحبوب الكاملة (جدول رقم ١, ٨).

جدول رقم (١, ٨): محتوى حبوب القمح الكاملة والمكررة والمدعمة من العناصر الغذائية (لكل ١٠٠ جرام).

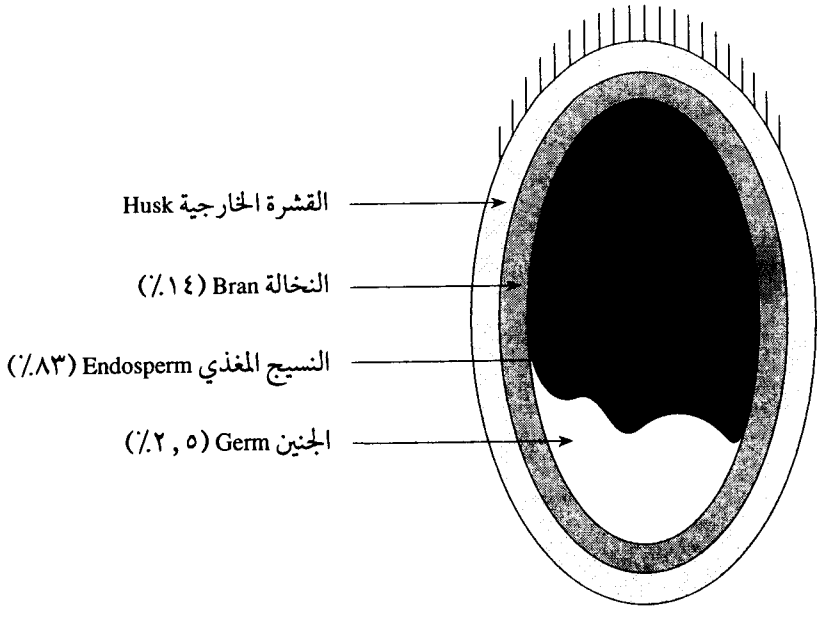
المحتويات	دقيق القمح الكامل	دقيق القمح المكرر	دقيق القمح المدعم	جنين القمح	النخالة (Crude)
النشا (جرام)	٦٩	٧٦	٧٦	٤٤	٥٣
البروتين (جرام)	١٣	١١	١١	٢٧	١٦
الألياف (جرام)	٢	-	-	٣	٩
مجموعة فيتامينات (ب)					
الثيامين (مليجرام)	٠,٥٥	٠,٠٦	٠,٤٤	٢,٠١	٠,٧٢
الريبوفلافين (مليجرام)	٠,١٢	٠,٠٥	٠,٢٦	٠,٦٨	٠,٣٥
النياسين (مليجرام)	٤,٣	٠,٩	٣,٥	٤,٢	٢١
البيريدوكسين (ميكروجرام)	٣٤٠	٦٠	٦٠	١١٥٠	؟
الفولاسين (ميكروجرام)	٥٤	٢١	٢١	٣٢٨	٢٥٨
المعادن					
الحديد (مليجرام)	٣,٣	٠,٨	٢,٩	٩,٤	١٤,٩
المغنسيوم (مليجرام)	١٨٣	٢٨	٢٨	٢٦٨	٤٩٠
البوتاسيوم (مليجرام)	٣٧٠	٩٥	٩٥	٨٢٧	١١٢٠
الزنك (مليجرام)	٢,٤	٠,٧	٠,٧	١٤,٣	٩,٨

المصدر: Suitor, C.J. و Crowley, M.F. (١٩٨٤م).

يتضح مما ذكر سابقًا أن تقوية الخبز والحبوب Cereals يعني إضافة العناصر الغذائية الأربع المذكورة آنفا والتي تفقد أثناء عملية تكرير الحبوب بالتركيزات المحددة في القانون. ويتوافر في الأسواق نوعان من منتجات الحبوب هما:

١- منتجات الحبوب المكررة Refined Grain Products: وهي المنتجات المصنوعة من الحبوب Grain المطبوخة مما يؤدى إلى فقدان معظم النخالة والجنين أثناء عملية الطحن؛ أي أنها تحتوي على النسيج المغذي فقط.

٢- منتجات الحبوب الكاملة Whole-Grain Products: وهي المنتجات المصنوعة من الحبوب الكاملة Whole Grain؛ أي تحتوي على الجنين والنخالة والنسيج المغذي. وتجدر الإشارة إلى أن إزالة نسبة أكبر من النخالة والجنين تصاحبه زيادة في نسبة الأندوسبيرم (النسيج المغذي) في الدقيق مما يجعله أكثر نعومة وبياضًا، وهذا يعني أن نسبة استخلاص القمح منخفضة Low Extraction Rate (نسبة الدقيق الناتجة من القمح منخفضة) وإن الدقيق يكون أقل في محتواه من العناصر الغذائية. وفيما يلي شكل توضيحي لمكونات حبة القمح Kernel of Wheat.



كما يمكن تقوية الدقيق بفيتامين (ا) كما هو الحال في الأردن، وكذلك بعنصري الحديد والكالسيوم؛ لوجود حمض الفيتيك Phytic Acid في الطبقة الخارجية لحبة القمح. إلا أن حمض الفيتيك الموجود في الحبة يتهدم بواسطة أنزيم الفيتيز Phytase الموجود طبيعيا في القمح خلال مرحلة التخمير والعجن ويتحول إلى حمض الفوسفوريك والأينوسيتول. وفيما يلي مستويات إضافة العناصر الغذائية لكل كيلوجرام من الدقيق الأبيض في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا: الثيامين ٥,٤-٥ ملليجرام والريبوفلافين ٦,٢-٣,٣ملليجرام والنياسين ٢,٣٥-٤٤مليجرام والكالسيوم ١١٠٠-١٣٧٥مليجرام (في صورة كربونات كالسيوم) والحديد ٦,٢٨-٣,٣٦مليجرام وفيتامين (د) ٥٠٠-٢٠٠٠وحدة دولية وتتباين هذه المستويات من بلد إلى آخر.

ثانيا: الأرز Rice

هناك عدة أنواع من الأرز المتوافرة على مستوى تجاري ومنها:

١- الأرز البني Brown Rice: وهو أرز الحبوب الكاملة مع القشرة Hull، وقد تمت إزالة جزء قليل من النخالة Bran.

٢- الأرز الأبيض White rice: وهو الأرز الذي تم طحنه (تبييضه) لإزالة القشرة والنخالة والجنين Germ. ويتم عادة تقوية الأرز الأبيض (Polished) ببعض العناصر الغذائية، ذلك لاستهلاكه على نطاق واسع في العالم، لأن عملية الطحن أو التبييض تؤدي إلى فقدان الحبة لكمية كبيرة من العناصر الغذائية الرئيسة. يوصى بعدم غسل الأرز قبل الطهو لأن خليط مواد التقوية Enrichment Premix يغلف السطح الخارجي للحبة مما يؤدي إلى فقدها مع ماء الغسيل. كما يوصى أن لا تكون كمية الماء المضافة له أثناء الطهو أكثر من تلك التي تمتصها حبة الأرز؛ لأن كمية كبيرة من العناصر الغذائية الذائبة في الماء (خصوصا مجموعة ب) تفقد مع الماء الزائد.

٣- الأرز السابق سلقه Paraboiled Rice: هو الأرز (Unhusked Rice) الذي يعامل بالبخار قبل تبييضه وبطريقة معينة تسمح بتوزيع الثيامين والمعادن

والفيتامينات حول حبة الأرز Kernel. حيث إن سلق الأرز قبل تبييضه يؤدي إلى تغلغل الفيتامينات والمعادن إلى داخل الحبة مما يساعد على الاحتفاظ بهذه العناصر أثناء عملية التبييض. وتجرى حديثا تغطية حبة الأرز بطبقة رقيقة غير ضارة للصحة لمنع فقدان عناصر التقوية عند غسل الأرز قبل طهوه. وتتحلل هذه الطبقة أثناء الطهو أو الهضم.

٤- الأرز المطهو Precooked Rice: هو الأرز الذي يحتاج إلى إضافة قليل من الماء الساخن قبل تناوله مع الانتظار قليلا، ويتميز الأرز المطهو بثمنه الغالي مقارنة بالأنواع غير المطهوة. وتجدر الإشارة إلى أن إضافة العناصر الغذائية إلى الأرز يترتب عليها معالجة بعض الأمراض لدى كثير من الشعوب، مثال ذلك قد لوحظ أن إضافة الفيتامينات في الأرز في بعض مناطق الفلبين (١٩٤٧م) يؤدي إلى معالجة مرض البري بري. ويقوّي الأرز عادة بالثيامين والنياسين والحديد والريبوفلافين إما في صورة مدموجة (مخلوطة) مع الأرز، أو في صورة حبيبات تشبه حبة الأرز وبنسبة ١ : ٢٠٠.

يتضح مما ذكر آنفا أنه يحدث فقدان لجزء كبير من العناصر الغذائية الموجودة في حبة الأرز خلال عملية الطحن كما هو الحال بالنسبة لحبة القمح. كما يؤدي الطحن Milling إلى الحصول على أرز مرتفع النقاوة Highly Refined Rice إلا أنه فقير في محتواه من الفيتامينات كما هو موضح أدناه:

مرحلة إزالة القشرة Husk - ٠,٤ ميكروجرامات ثيامين (B_1)/ جرام أرز.

مرحلة التبييض Polishing الأولى- ٠,٨ ميكروجرام ثيامين (B_1)/ جرام أرز.

مرحلة التبييض Polishing الثانية - ٠,١ ميكروجرام ثيامين (B_1)/ جرام أرز.

(جاهز للتسويق) مرحلة التبييض Polishing الثالثة - ٠,٧ ميكروجرام ثيامين (B_1)/ جرام أرز.

يحتوي الأرز المكرر Refined Rice على حوالي ٥,٦-٨ جرامات بروتين لكل ١٠٠ جرام. ويعد حمض الليسين Lysin الحمض الأميني الحدي الأول في الأرز. ويتم تقوية الأرز في أمريكا بإضافة مستويات العناصر الغذائية التالية (مليجرام/

كيلوجرام أرز): الثيامين ٤,٤-٨,٨ والريبوفلافين ٦,٢-٣,٥ والنياسين ٣٥-٧٠ والحديد ٦,٢٨-٢,٥٧. أما في سويسرا فتتم تقوية الأرز بمعدل ٥,٤ مليجرام ثيامين و٣٥مليجرام نياسين و٥,٢٨ مليجرام حديد لكل كيلوجرام أرز.

ثالثا: الذرة Maize

تعتبر الذرة في المرتبة الثالثة بعد القمح والأرز من حيث إنتاجها في العالم حيث هي الغذاء الأساسي في وسط وجنوب أمريكا وبعض مناطق أفريقيا وغيرها. وتستخدم الذرة بكثرة في صناعة النشا والجلوكوز علاوة على إضافتها في العديد من الأطباق الشعبية. تحتوي الذرة الصفراء Yellow Maize على خليط من الكاروتينات مثل البيتا-كاروتين β-Carotene والكربتوزانثين Cryptoxanthin والبيتا-زي كاروتين β-Zeacarotene وجميعها تعد مولدات لفيتامين (ا). ويقدر تركيز الكاروتينات في الذرة الصفراء بحوالي ١٠٠-٨٠٠ ميكروجرام لكل ١٠٠ جرام معبرا عنها كبيتا-كاروتين. يشكل بروتين الزين Zein حوالي ٥٠٪ من إجمالي البروتينات في الذرة ويتميز بخلوه من الحمض الأميني الليسين Lysine والتربتوفان Tryptophan وهو مولد لفيتامين النياسين، ويوضح ذلك الصلة الوثيقة مابين بروتين الزين والإصابة بمرض البلاجرا Pellagra. لهذا يوصى بتدعيم بروتين الزين (الذرة) بالبروتينات الغنية بالليسين والتربتوفان وأحيانا الأيزوليوسين Isoleucine. يوجد النياسين Niacin في الذرة في صورة مرتبطة لا يستطيع أن يستفيد منها جسم الإنسان، وهذا يؤكد علاقته أيضًا بمرض البلاجرا. وفيما يلي مستويات العناصر الغذائية المستعملة في تقوية الذرة (مليجرام لكل كيلوجرام): الثيامين ٤,٤-٦,٦ والريبوفلافين ٦,٢-٤ والنياسين ٣٥-٥٣ والحديد ٦,٢٦-٢,٥٧ والكالسيوم ١١٠٠-١٦٥٠. وتجدر الإشارة إلى أن دقيق الذرة فقير في العناصر الغذائية والجنين والزيت لفقدانها أثناء الطحن، علاوة على وجود نقص في الليسين والتربتوفان والنياسين.

رابعًا: أغذية الإفطار المصنعة من الحبوب Breakfast Cereals

تقوّى أغذية الإفطار الحبوبية بإضافة النياسين والثيامين والريبوفلافين في صورة محلول مائي يرش عليها أثناء مرورها على سير متحرك. كما قد تقوى بإضافة فيتاميني (ج) و(أ). كما تقوّى أغذية الأطفال الحبوبية الجافة Infant Cereals بالحديد (للوقاية من أنيميا نقص الحديد) ومجموعة فيتامينات (ب).

خامسًا: الحليب Milk

بدأ تدعيم الحليب الكامل في أمريكا بفيتامين (د) عام ١٩٣٠م كمحاولة للوقاية من الكساح Rickets لدى الأطفال الرضع Infants، حيث إن هذا الفيتامين يحسّن من امتصاص الكالسيوم من خلال جدار الأمعاء. ويقوّى معظم الحليب المعروض حديثًا في الأسواق بمعدل ٤٠٠ وحدة دولية فيتامين (د) لكل كوارت Quart حليب. كما يقوّى معظم الحليب المجفف Dry والحليب الفرز Skimmed بفيتاميني (أ) و(د).

وتجدر الإشارة إلى أن الحليب فقير في محتواه إلى فيتامين (د) والحديد وربما فيتامينات (أ) و(ج) و(ب٦) بسبب الاختلافات الموسمية وطرق التحضير. كما يعد الحليب مصدرًا فقيرًا جدا لفيتامين النياسين Niacin، إلا أنه غني جدا بالحمض الأميني تربتوفان Tryptophan المولد لهذا الفيتامين. يشكل الكازين Casein حوالي ٨٠٪ من بروتينات الحليب التي تحتوي على كميات ملائمة من الحموض الأساسية الضرورية لتصنيع البروتين في الجسم. ويمكن تلخيص المستويات المستعملة من العناصر الغذائية لتقوية لتر واحد من الحليب الكامل كالآتي: فيتامين (أ) ٣٠٠-٥٠٠ وحدة دولية وفيتامين (ج) ٣٠-٤٠ مليجرامات والريبوفلافين مليجرام واحد والنياسين ١٢ مليجرامًا والحديد ١٠ مليجرامات (في صورة سترات حديديك وأمونيوم). واليود ٠,٢ مليجرام (في صورة يوديد بوتاسيوم). يقوّى الحليب عادة بفيتامين (د) بالإضافة المباشرة لهذا الفيتامين أو بتغذية الأبقار على خميرة معرضة للإشعاع أو بتعريض الحليب للأشعة فوق البنفسجية.

سادسا: المارجرين Margarine

بدأت إضافة فيتامين (ا) إلى المارجرين (الزبدة الصناعية) في أمريكا عام ١٩٤٠م ليصبح مشابهًا في محتواه من هذا الفيتامين للزبدة Butter. ويضاف فيتامين (ا) إلى المارجرين بمعدل ١٥٠٠٠ وحدة دولية لكل رطل Pound (٤٥٣ جرامًا) مارجرين، وأحيانا يقوّى المارجرين بفيتامن (د) وبتركيز ٢٠٠٠ وحدة دولية لكل رطل. ويصنع المارجرين عادة من الزيوت النباتية عن طريق عملية الهدرجة التي تحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة ليصبح مشابها للدهون الحيوانية.

سابعا: الملح Salt

يقوّى ملح الطعام (NaCl) عادة بإضافة اليود في صورة أيوديد الصوديوم أو البوتاسيوم Sodium or Potasium Iodine للوقاية من الإصابة بمرض الجويتر Goiter (تضخم الغدة الدرقية). ويضاف اليود إلى الملح بنسبة ٠١ , ٠٪.

ثامنا: منتجات الفواكه Fruits Products

تدعم معظم العصائر بفيتامين (ج) وبتركيزات تزود الشخص بمعظم احتياجاته اليومية منه عند تناول عبوة عصير واحدة. كما أن فيتامين (ج) يعمل كمادة مضادة للأكسدة (Antioxidant) تمنع حدوث التلون البني للعصير.

(٤, ٨) البروتينات النباتية التكميلية

Complementary Plant Proteins

تتميز البروتينات النباتية بقيمتها البيولوجية BV المنخفضة (بروتينات ناقصة) مقارنة بالبروتينات الحيوانية لوجود نقص في واحد أو أكثر من الحموض الأمينية الأساسية EAA. لهذا يمكن تحسين أو رفع القيمة البيولوجية للبروتينات النباتية عن طريق خلطها ببروتينات نباتية أو حيوانية مناسبة غنية بالحموض الأمينية الأساسية الناقصة أو المنخفضة للحصول على التوازن المرغوب في الحموض الأمينية

الأساسية. ويعد الخلط الملائم بين البروتينات النباتية - لزيادة جودة البروتين - من الأمور المهمة جدا للنباتيين المتزمتين Strict Vegetarians. وفيما يلي بعض الأمثلة على الأغذية النباتية التي تخلط مع بعضها لتحسين القيمة البيولوجية للبروتين:

١- **البقوليات:** تعتبر مصدراً جيداً للحمض الأميني: اللايسين Lysine، وفقيرة في الميثيونين Methionine والسيستين Cystine؛ ومثالها: البازلاء Peas والحمص Chickpeas والبازلاء ذات العين السوداء Black- Eyed Peas والفاصوليا البيضاء White Beans والفاصوليا السوداء Red Beans وفاصوليا ليما Lima Beans وفول الصويا Soybeans والفول السوداني Peanuts والعدس Lentils والحلبة والترمس. وتتراوح نسبة البروتين في البقوليات بين ٢٠-٤٠٪

٢- **الحبوب Grains:** تعد مصدراً جيداً للميثيونين والسيتين، وفقيرة في محتواها من الليسين ومنها: القمح الكامل والشوفان Oat meal والدخن Millet والجاودار Rye والشعير Barley والذرة Corn Meal والأرز Rice. وتعتبر الحبوب غذاء أساسيا لكثير من شعوب العالم، حيث إنها تؤمّن حوالي ٤٩٪ من إجمالي احتياجات البروتين اليومية في الدول النامية، كما أنها المادة الغذائية الأساسية التي تدخل في تكوين معظم الخلطات الغذائية. وتتراوح نسبة البروتين في الحبوب بين ٨-١٣٪.

٣- **البذور Seeds:** تعتبر مصدراً جيداً لحمض الميثيونين، وفقيرة في حمض الليسين ومثالها: السمسم Sesame وبذور دوار الشمس Sunflower Seeds واليقطين Pumpkin. وهي غنية جدا بالبروتين خصوصًا الكسب المتبقي بعد استخلاص الزيت الذي أثبتت الدراسات إمكانية استعماله في تصنيع الخلطات الغذائية الغنية بالبروتين.

(د) المكسرات Nuts: تعتبر ناقصة في الحمض الأميني لايسين Lysine ومثالها: اللوز Almonds وجوز البرازيل Brazil Nuts والكاشيو Cashews والبندق Filberts والجوز Walnut. ويبين الجدول رقم (٢, ٨) الحمض الأميني الحدي الأول، وجودة البروتين في بعض الأغذية.

جدول رقم (٢, ٨): الحمض الأميني الحدي الأول وجودة البروتين في بعض الأغذية.

مصدر البروتين	الحمض الأميني الحدي	جودة البروتين				
		معامل الامتصاص (C.D)	الدرجة الكيميائية (C.S.)	القيمة الحيوية (B.V.)	نسبة كفاءة البروتين (PER)	صافي الاستفادة من البروتين (NPU)
البيض الكامل	كامل	٩٧	١٠٠	١٠٠	٣,٩٢	٩٤
حليب الإنسان	الحموض الأمينية الكبريتية	٩٧	١٠٠	–	–	٨٧
حليب البقر	الحموض الأمينية الكبريتية	٩٧	٩٥	٩٣	٣,٠٩	٨٢
لحم البقر	الحموض الأمينية الكبريتية	٩٧	٦٩	٧٤	٢,٣٠	٦٧
السمك	الحموض الأمينية الكبريتية	–	٧١	٧٦	٣,٥٥	–
فول الصويا	الحموض الأمينية الكبريتية	–	٤٧	٧٣	٢,٣٢	٦٥
الأرز المبيض	اللايسين، الثريونين	٨٤	٦٧	٨٦	–	٥٩
بذور القطن	اللايسين	–	٨١	–	–	٥٩
السمسم	اللايسين والثيرونين	–	٤٢	٦٢	١,٧٧	٥٤
الفول السوداني	الحموض الأمينية الكبريتية	–	٦٥	٥٥	١,٦٥	٥٥
الذرة Maize	تربتوفان	–	٤٩	٧٢	–	٥٢
القمح الكامل	اللايسين والتربتوفان	٨٩	٤٨	٦٥	١,٥٣	٥٣
البازلاء	الميثونين والسيستين	٧٨	٣٧	٦٤	١,٥٧	٤٧
المكسرات	الليسين	–	٦٥	–	–	٤٧
الدخن Millet	الليسين	–	٦٣	–	–	٤٤
الشوفان Oat	الليسين والثريونين	–	٥٧	٦٥	٢,١٩	–
الفواكه	غير كامل	٨٥	–	–	–	–
سيريل القمح	اللايسين	٧٩	–	–	–	–
الخضراوات	غير كامل	٦٥	–	–	–	–
البطاطس	الحموض الأمينية الكبريتية	–	–	–	–	٦٠
الفول	الحموض الأمينية الكبريتية	–	–	–	–	–

الحموض الأمينية المحددة في مجموعات الغذاء المختلفة هي (١) مجموعة الحبوب والسيريل: اللايسين والثريونين (٢) مجموعة البقوليات (بازلاء وفاصوليا): السيستين والميثونين (٣) مجموعة المكسرات والبذور: اللايسين (٤) مجموعة الخضراوات الورقية Leafy vegetables: الميثونين.

المصدر: عويضة، ع.ح. (١٤١٨هـ).

يتضح مما ذكر آنفًا أن البروتينات الحيوانية منخفضة في قيمتها البيولوجية (PER أو NPU أو DG) بسبب وجود نقص في حمض أميني أساسي واحد أو أكثر. لهذا لا يمكن للشخص أن يعتمد على هذه الأغذية منفردة في تأمين احتياجاته اليومية من الحموض الأمينية الأساسية اللازمة للنمو، وصيانة الأنسجة التالفة في الجسم. إلا أن خلط نوعين مناسبين أو أكثر من هذه البروتينات مع بعضها (بحيث يدعم أحدهما الآخر من حيث الحمض أو الحموض الأمينية الناقصة للوصول إلى حالة التوازن) يؤدي إلى تحسين القيمة البيولوجية للبروتينات؛ فعلى سبيل المثال، يمكن تحسين القيمة البيولوجية لبروتينات الأرز بمزجها مع البقوليات التي تتميز بغناها بالحمض الأميني ليسين الناقص في الأرز. كما يمكن تحسين القيمة البيولوجية لبروتينات الخبز بخلطها بالبقوليات كما هو الحال بالنسبة للأرز. أما الذرة الصفراء فينقصها الحمض الأميني التربتوفان والليسين، لهذا يمكن تحسين بروتينها بخلطها مع البقوليات كالفاصوليا والبازلاء.

وفيما يلي أمثلة على مزج نوعين أو أكثر من الأغذية النباتية لرفع القيمة البيولوجية لبروتيناتها.

* الأرز + البقوليات كالبازلاء أو الفاصوليا الجافة.
* الأرز + فول الصويا + قمح.
* الأرز + الفول.
* الأرز + بذور السمسم.
* الأرز + الخميرة Brewers Yeast
* الأرز + العدس.
* الفول + الخبز.
* الفول + القمح.
* الفاصوليا + القمح.
* الفاصوليا + الذرة Corn
* الفول السوداني + بذور تباع الشمس.

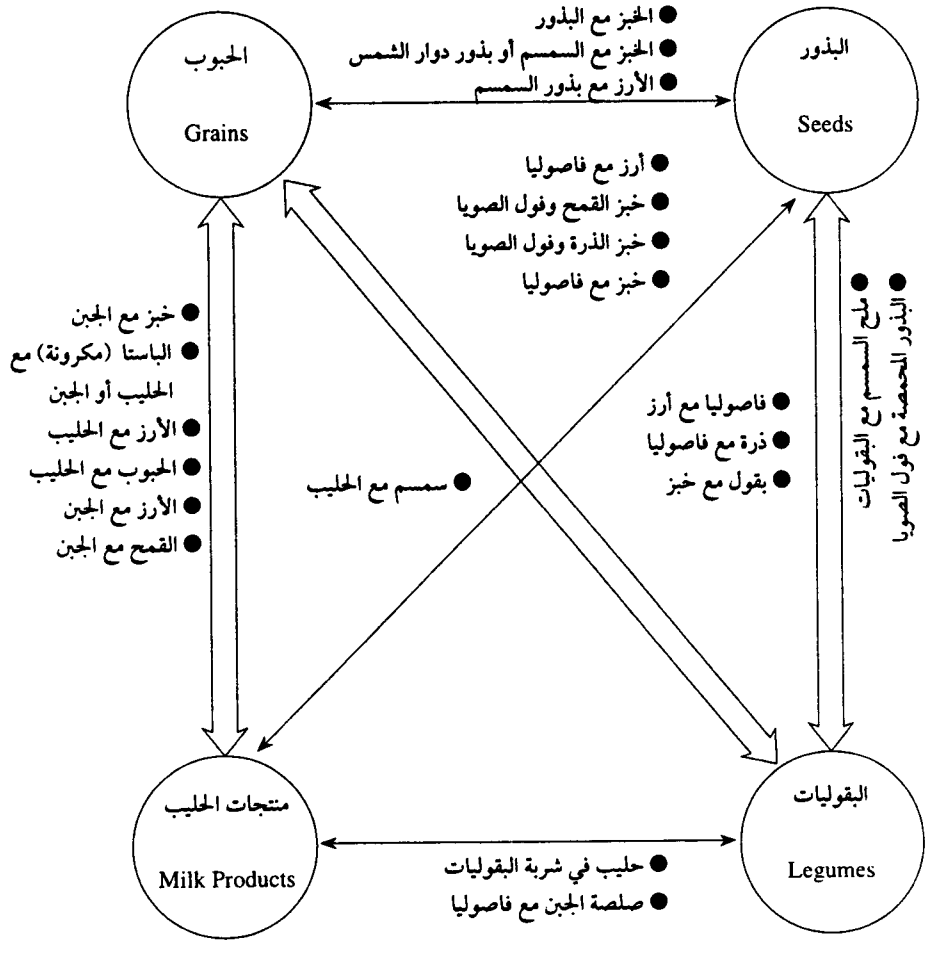
* السمسم + القمح + فول الصويا .
* السمسم + الفول السوداني + فول الصويا .
* السمسم + الفاصوليا .
* السمسم + البازلاء (٢٥ : ٧٥ ، PER = ٢,٣٦) .
* السمسم + الأرز .
* الذرة + فول الصويا .
* الذرة + بذرة القطن .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن بعض الأغذية النباتية الغنية بالبروتين تحتوي على مواد ضارة تسمى Antinutritional Factors، فعلى سبيل المثال، تحتوي البقوليات على مثبطات أنزيم التربسين Trypsin Inhabitor ومثبطات الكيموتربسين Chymotrypsin Inhibitor ومثبطات ألفا-أميليز α-Amylase Inhibitor والهيم أجلوتينين(ملبد كرات الدم الحمراء) والفيسين Vicin، وجميعها يتم تثبيطها بالمعاملة الحرارية . كما يحتوي فول الصويا على مثبط إنزيم التربسين واليورياز، وتحتوي بذور القطن على الجوسيبول والترمس على القلويدات . ويبين الشكل رقم (١ ,٨) العلاقة بين البروتينات التكميلية Complementary Proteins .

(٨ ,٥) تدعيم الأغذية بالحموض الأمينية

Amino Acid Supplementation

تتوافر حديثا الحموض الأمينية على مستوى تجاري وبأسعار رخيصة؛ مما سهل عملية تدعيم الأغذية بها لرفع القيمة البيولوجية للبروتينات . وتدعم الأغذية النباتية عادة بالحموض الأمينية الأساسية لأنها ناقصة في واحد أو أكثر من هذه الحموض الأمينية الأساسية ، ولأن نسب هذه الحموض الأمينية إلى مجموع الحموض الأساسية وغير الأساسية يكون منخفضًا . أما البروتينات الحيوانية فإنها تحتوي على حموض أمينية أساسية متوازنة مع احتياجات الجسم سواء من حيث الكمية أو النوعية . ومن المعلوم أن جسم الإنسان لا يستطيع تصنيع الحموض



⇔ يعني أن العلاقة التكميلية بين الأغذية في كل مجموعة شائعة.

↔ يعني أن العلاقة التكميلية بين الأغذية في كل مجموعة غير شائعة.

شكل (١, ٨): العلاقة بين البروتينات التكميلية Complementary Proteins .

المصدر : Krause و Mahan (١٩٧٩م)، ص ٢٠٣ .

الأمينية الأساسية داخل الجسم، لهذا لابد من تأمين احتياجات الجسم من مصادر غذائية خارجية.

وفيما يلي بعض الأمثلة على تدعيم الأغذية النباتية بالحموض الأمينية النقية.

* الأرز + الثريونين
* الأرز + اللايسين.
* الخبز + اللايسين (٣,٠٪) + الثريونين (١٥,٠٪) (PER=2.8).
* الذرة + التربتوفان + الثريونين.
* الذرة + التربتوفان + اللايسين (٢٥,٠٪).
* البقوليات + الميثيونين + السيستين.
* القمح + التربتوفان + اللايسين.
* البقوليات + الميثيونين (٢,٠٪).
* أغذية الأطفال + الميثيونين + السيستين.

التقوية بالبروتينات الحيوانية Animal Protein Enrichment

من المعلوم أن البروتينات الحيوانية مرتفعة في قيمتها البيولوجية لهذا فإن إضافة كمية قليلة منها (٢٥-٥٠٪) إلى الأغذية النباتية يحسن من جودة بروتيناتها. فعلى سبيل المثال، إضافة كمية قليلة من الحليب أو الجبنة أو البيض إلى الحبوب أو السيريل سوف يدعمها بحمض الليسين Lysine الناقص فيها. وفيما يلي بعض الأمثلة على صور التكامل بين البروتينات الحيوانية والبروتينات النباتية:

* الأرز + الحليب (أرز سليق).
* الأرز +اللحم (أرز عربي).
* القمح + الجبن.
* الخبز + الجبن (سندوتش جبن).
* الخبز + البيض (سندوتش بيض).
* الخبز + طحين فول الصويا المحمص (١,٤٪) (PER = ٢,١)
* الخبز + الحليب المجفف الخالي من الدهن (٤٪) (PER = ٢,١)

* الخبز + الحليب السائل .
* البقوليات + الحليب .
* الفول السوداني + الحليب .
* المكرونة + الجبن .
* البليلة + الحليب .

ويبين الجدول رقم (٨,٣) محتوى الحموض الأمينية في نموذج البروتين القياسي (المرجعي) الذي اقترحته منظمتا الأغذية والزراعة والصحة العالمية، وكذلك في بروتينات قياسية أخرى (مليجرام حمض أميني لكل جرام بروتين) كالبيض وحليب الأم .

جدول رقم (٨,٣): محتوى الحموض الأمينية فى نموذج البروتين القياسي (المرجعي) الذي اقترحته منظمتا الأغذية والزراعة والصحة العالمية (١٩٧٣م) وفي بروتينات قياسية أخرى (مليجرام حمض أميني/ جرام بروتين).

الحموض الأمينية الأساسية	نموذج البروتين المرجعي FAO/WHO (١٩٧٣م)	البيض	حليب الأم	حليب البقر
هستدين Histidine	*	٢٢	٢٦	٢٧
لايسين Lysine	٥٥	٧٠	٦٦	٧٨
ليوسين Leucine	٧٠	٨٦	٩٣	٩٥
إيزوليوسين Isoleucine	٤٠	٥٤	٤٦	٤٧
ميثونين وسستين (Met + Cys)	٣٥	٥٧	٤٢	٣٣
فنيل ألانين وثيروسين (Phe + Tyr)	٦٠	٩٣	٧٢	١٠٢
ثريونين Threonine	٤٠	٤٧	٤٣	٤٤
تريبتوفان Tryptophan	١٠	١٧	١٧	١٤
فالين Valine	٥٠	٦٦	٥٥	٦٤
المجموع	٣٦٠	٥١٢	٤٦٠	٥٠٤

*لم يحدد للأطفال .

مصدر المعلومات : Anderson وآخرون (١٩٨٢م).

(٨,٦) وجبات النباتيين Vegetarian Diets

النباتيون هم الأشخاص الذين تحتوي وجباتهم الغذائية على الأغذية النباتية Plant Food لكنها خالية من واحد أو أكثر من الأغذية الحيوانية كاللحوم الحمراء والدواجن والأسماك أو الحليب ومنتجاته والبيض.

ويصنف الأشخاص النباتيون تحت الآتي:

١- نباتيون لبنيون Lactovegetarians

وهم النباتيون الذين تشمل وجباتهم الغذائية الأغذية النباتية والحليب ومنتجاته، لكنهم لا يتناولون اللحوم الحمراء والدواجن والأسماك والبيض.

٢- نباتيو اللبن والبيض Lacto-Ovo-Vegetarians

وهم النباتيون الذين تشتمل وجباتهم الغذائية على الأغذية النباتية ومنتجات الحليب والبيض، لكن لا يتناولون اللحوم الحمراء أو الدواجن أو الأسماك.

٣- نباتيون خالصون أو صرفيون Pure Vegetarians (Vegans)

وهم النباتيون الذين تحتوي وجباتهم الغذائية على أغذية نباتية فقط. يتناول بعضهم جميع الأغذية النباتية، بينما لا يتناول بعضهم الآخر واحدًا أو أكثر من المجموعات الغذائية مثل: الأغذية المصنعة Processed Foods أو البقوليات أو الحبوب Grains أو السيريل Cereals أو الفواكه.

٤ - الفواكهيون Fruitarians

وهم الأشخاص الذين يتناولون الفواكه الطازجة والمجففة والمكسرات والعسل والزيوت فقط.

٥ - Lacto-Ovo-Peso Vegetarian

وهم الأشخاص الذين يتناولون الأغذية النباتية ومنتجات الحليب والبيض والسمك.

هناك عدة أسباب تجعل الشخص يصبح نباتيا منها:

(ا) الحالة الصحية والظروف الوقائية (الخوف من احتواء اللحوم على مواد سامة أو ميكروب الـ Salmonella)

(ب) العادات الدينية Religious Beliefs (الديانة الهندوسية Hinduism تحرم أكل اللحوم الحيوانية).

(جـ) الاعتبارات الخيرية والإنسانية.

(د) الحالة الاقتصادية.

(هـ) المصادر المائية والتربة Land and Water Resources (نباتات تنمو في تربة ملوثة بمواد كيميائية).

وفيما يلي فوائد تناول الأغذية النباتية:

(ا) ندرة الإصابة بأمراض القلب لقلة تناول الأغذية الحيوانية الغنية بالكوليسترول والحموض الدهنية المشبعة.

(ب) ندرة الإصابة بالسرطان لاحتواء الوجبة الغذائية على كميات كبيرة من الألياف.

(جـ) احتواء وجبات النباتيين على كميات كبيرة من الأغذية المالئة (غنية بالألياف الغذائية والكربوهيدرات) يساعد على سرعة امتلاء المعدة، ويمنع التغذية المفرطة Overeating والإصابة بالسمنة.

يحصل النباتيون من النوع الأول (نباتيون لبنيون) والثاني (نباتيو اللبن والبيض) على كامل احتياجاتهم من العناصر الغذائية، لكن يحتاج النوع الثالث منهم (النباتيون الصرفيون) إلى الدقة والحذر عند تخطيط وجباتهم الغذائية بحيث تشتمل على مجموعات مختلفة وواسعة من الأغذية النباتية، بالإضافة إلى تدعيمها بكميات مناسبة من الفيتامينات والمعادن. وبشكل عام تشتمل أغذية النباتيين على كميات كبيرة من البقوليات والمكسرات والحبوب والبذور، وذلك لتعويض الأغذية الحيوانية التي تخلو منها الوجبة الغذائية. من المعروف أن البروتينات النباتية ينقصها واحد أو أكثر من الحموض الأمينية الأساسية، لهذا يجب مزج أنواع مناسبة من الأغذية النباتية لإحداث تكامل بين البروتينات كما ذكر في هذا الفصل.

يوصى بإعطاء الرضع Infants والأطفال الذين يتناولون وجبات نباتية خالصة حليب فول الصويا المدعم Fortified Soy Milk بالكالسيوم وفيتامين (ب٢) وفيتامين

(ب٢) وفيتامين (ب١٢) وفيتامين (د). يحصل الشخص النباتي على احتياجاته من الكالسيوم من تناول كميات كبيرة من الخضراوات الورقية الخضراء التي لا تحتوي على حمض الأوكساليك Oxalate وكذلك من تناول البروكولي Broccoli والبامية Okra، واللفت السويدي Rutabaga واللوز البجلي Almond وبذور السمسم وحليب فول الصويا المدعم. ويجب على النباتيين تناول فيتامين (ج) لزيادة معدل امتصاص الحديد من خلال جدار الأمعاء؛ خصوصا في حالة خلو الوجبة الغذائية من اللحوم. كما أن معدل امتصاص الزنك Zinc من الأغذية النباتية منخفض كما هو الحال بالنسبة للحديد، لهذا يجب الإكثار من تناول الأغذية الغنية بالزنك كالحبوب الكاملة والبقوليات والفول السوداني وزبدة الفول السوداني. أما الفواكه والخضروات فهي مصادر فقيرة بالزنك. والجدير بالذكر هنا أن حمض الأوكساليك يوجد في الراوند Rhubarb والكاكاو Cocoa والخضروات الورقية الخضراء مثل البنجر Beet Greens والسبانخ Spinach. كما يتعارض حمض الفيتيك Phytic Acid الموجود في الحبوب الكاملة مع امتصاص الحديد والزنك، إلا أن هذه الظاهرة تثبط في الخبز المضاف إليه خميرة العجين Yeast- Leavened Bread. يجب استعمال الملح اليودي Iodized Salt أثناء طهو الطعام وعلى طاولة الأكل.

تظهر عادة أعراض نقص فيتامين (ب١٢) على النباتيين الصرفيين Pure Vegetarians؛ لأن وجباتهم الغذائية تخلو من اللحوم كليا. وقد يؤدي نقص فيتامين (ب١٢) لدى الرضع والأطفال إلى حدوث فشل في النمو، لهذا يجب إعطاء مدعمات فيتامين (ب١٢) إلى هؤلاء النباتيين، وكذلك تناول الأغذية المدعمة به كحليب فول الصويا والسيريل Cereal.

ويبين الجدول رقم (٤, ٨) المقررات الغذائية المقترحة من البروتين المرجعي (القياسي) وبروتين الوجبة الغذائية.

جدول رقم (٤, ٨): المقررات الغذائية المقترحة من البروتين المرجعي (القياسي) Reference protein وبروتين الوجبة الغذائية.

الفئة	العمر (بالسنة)	الوزن (كجم)	المقررات المشتقة من البروتين المرجعي (جرام/كجم)	المقررات المشتقة من البروتين المرجعي (جم/يوم)	المقررات الغذائية المقترحة (RDA) (جم/كجم)	المقررات الغذائية المقترحة (RDA) (جم/يوم)
كلا الجنسين	٠,٥-٠	٦	٢,٢	١٣	٢,٢	١٣
	١-٠,٥	٩	١,٥٦	١٤	١,٦	١٤
	٣-١	١٣	١,١٤	١٦	١,٢	١٦
	٦-٤	٢٠	١,٠٣	٢٤	١,١	٢٤
	١٠-٧	٢٨	١,٠٠	٢٨	١,٠	٢٨
الذكور	١٤-١١	٤٥	٠,٩٨	٤٥	١,٠	٤٥
	١٨-١٥	٦٦	٠,٨٦	٥٩	٠,٩	٥٩
	٢٤-١٩	٧٢	٠,٧٥	٥٨	٠,٨	٥٨
	٥٠-٢٥	٧٩	٠,٧٥	٦٣	٠,٨	٦٣
	٥١+	٧٧	٠,٧٥	٦٣	٠,٨	٦٣
الإناث	١٤-١١	٤٦	٠,٩٤	٤٦	١,٠	٤٦
	١٨-١٥	٥٥	٠,٨١	٤٤	٠,٨	٤٤
	٢٤-١٩	٥٨	٠,٧٥	٤٦	٠,٨	٤٦
	٥٠-٢٥	٦٣	٠,٧٥	٥٠	٠,٨	٥٠
	٥١+	٦٥	٠,٧٥	٥٠	٠,٨	٥٠
الحامل	الشهور الثلاثة الأولى		+١,٣		+١٠	
	الشهور الثلاثة الثانية		+٦,١		+١٠	
	الشهور الثلاثة الأخيرة		+١٠,٧		+١٠	
المرضع	الشهورالستة الأولى		+١٤,٧		+١٥	
	الشهورالستة الثانية		+١١,٨		+١٢	

مصدر المعلومات: Recommended Dietary Allowance/NRC (١٩٨٩م).