

QUELS TYPES DE PRODUITS CÉRÉALIERS POUR LE PETIT DÉJEUNER ?

Delphine LIOGER, Anthony FARDET, Christian RÉMÉSY

Les produits céréaliers constituent l'aliment principal du petit déjeuner. Le but de cette revue est de montrer l'importance de bien sélectionner des produits céréaliers de bonne qualité nutritionnelle pour ce repas. Le pain et les céréales du petit déjeuner prêtes à l'emploi sont les 2 produits les plus consommés au petit déjeuner. La qualité nutritionnelle de ces deux types d'aliments peut être extrêmement variable selon le choix des matières premières et des procédés de transformation. Un des points majeurs concerne la problématique des céréales raffinées versus céréales complètes. En effet, il est aujourd'hui bien établi que la consommation de céréales complètes est préférable à l'utilisation de céréales raffinées pour la prévention de diverses maladies métaboliques telles que le diabète de type 2 [1], les maladies cardiovasculaires [2, 3] ou certains cancers [4]. De plus, la consommation de produits à index glycémique modéré est également associée à une moindre prévalence de diabète, et à une meilleure maîtrise de la surcharge pondérale par des effets métaboliques ou par une action sur la sensation de satiété [5, 6]. Dans un premier temps, nous discuterons de l'importance du petit déjeuner dans l'équilibre alimentaire, mais aussi son impact sur la santé mentale et physique ; puis nous discuterons de la qualité nutritionnelle, et des moyens d'améliorer les deux produits les plus consommés au petit déjeuner en France : le pain et les céréales prêtes à l'emploi. Le cas des autres produits céréaliers (biscottes, biscuits, etc.) consommés au petit déjeuner sera également évoqué. Nous nous intéresserons surtout au petit déjeuner à la française dans un mode de vie citadin où la part de ces deux produits céréaliers est relativement importante.

Importance du petit déjeuner

Le petit déjeuner est pris après une phase de jeûne nocturne qui épuise une partie des réserves de glycogène et met en jeu un début de néoglucogénèse relativement active. Du point de vue métabolique cette situation se tra-

duit par une baisse de la glycémie et une élévation des acides gras libres circulants. Du point de vue endocrinien, la phase de réveil correspond à la mise en jeu des hormones du stress (glucocorticoïdes, activité sympathique) dans une situation où le rapport insuline/glucagon s'est fortement abaissé. Ainsi le petit déjeuner est le repas qui provoque la modification la plus nette de la glycémie, si bien que la seule façon de mesurer l'index glycémique d'un aliment est de le distribuer durant cette période de jeûne relatif. L'impact du petit déjeuner sur la glycémie est de plus renforcé par le fait que ce repas comprend souvent une teneur en glucides beaucoup plus élevée que celui des autres repas. En outre, les apports énergétiques du petit

Unité de Nutrition Humaine, INRA-UMR 1019, Centre de Recherche de Clermont-Ferrand/Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France.

Correspondance : Christian Rémésy, à l'adresse ci-dessus.
Email : remesy@clermont.inra.fr

déjeuner sont loin d'être négligeables puisqu'ils peuvent représenter un quart des apports caloriques totaux. Cependant, la contribution et la nature de ce repas peuvent être extrêmement variables selon les habitudes culturelles, l'heure de la prise du repas après le réveil, le niveau d'activité physique, etc.

Dans la mesure où la consommation de glucides complexes a beaucoup diminué en 50 ans et où elle est inférieure aux 50-55 % recommandés, la prise d'un petit déjeuner riche en glucides peut sembler un moyen intéressant pour mieux couvrir les apports glucidiques. Par ailleurs, au moins dans un mode de vie sédentaire, il est important de ne pas accroître trop la valeur calorique du petit déjeuner en mangeant trop de sucres simples ou de matières grasses susceptibles à la longue de déséquilibrer les bilans énergétiques.

Les études montrent que le petit déjeuner fournit des nutriments importants et que les personnes qui négligent ce repas ne compensent pas les pertes en nutriments et en énergie lors des autres repas de la journée [7], et présentent des déficiences en minéraux et vitamines [8]. Ceux qui prennent un petit déjeuner ont donc par la suite tendance à faire de meilleurs choix alimentaires [9]. Ainsi, les déficiences alimentaires en nutriments pourraient être le résultat de ne pas prendre de petit déjeuner [10].

De plus, les enfants qui consomment un petit déjeuner équilibré présentent une attention accrue en classe, ainsi qu'une meilleure santé mentale et physique [11]. Ainsi, Smith *et al.* [12] ont montré que la consommation de céréales au petit déjeuner avait une influence significativement positive sur divers paramètres neurophysiologiques comme la fatigue, l'humeur, la mémoire, le stress, la dépression, ou bien encore l'anxiété, comparativement à ceux qui ne prennent pas de petit déjeuner [13]. Des études sur les niveaux de performance en classe et les comportements au travail ont par ailleurs montré que les élèves venant à l'école ayant consommé un petit déjeuner étaient plus en mesure de réaliser des objectifs (e.g. résoudre des problèmes) en milieu de matinée ou être performants en classe [14, 15] ; et l'absentéisme est moindre chez les enfants consommant un petit déjeuner [16]. Des enfants ayant faim sont plus susceptibles de souffrir d'irritabilité, de vertiges, de maux de tête, de rhumes et d'échec à se concentrer sur des problèmes que des enfants ayant consommé un petit déjeuner [10].

D'une manière générale, les personnes qui prennent un petit déjeuner ont un apport énergétique journalier significativement supérieur à ceux qui ne prennent pas de petit déjeuner ainsi qu'une meilleure couverture des besoins journaliers en vitamines et minéraux [7, 17]. La présence ou non d'un produit céréalier au petit déjeuner a un fort impact sur la consommation journalière en macronutriments, notamment celle en glucides qui est plus élevée [10]. Par ailleurs, la consommation journalière totale de matières grasses est moins élevée chez des enfants (5 à 12 ans) consommant toujours des céréales au petit déjeuner comparativement à des enfants ne consommant jamais de céréales au petit déjeuner [18]. Les mêmes résultats ont été obtenus chez des adolescents (13 à 17 ans) et des adultes consommant des céréales prêtes à l'emploi au petit déjeuner [10, 19].

Une étude récente du CREDOC [20] basée sur une enquête réalisée entre 2003 et 2004 (auprès de 1 042 ménages représentatifs de la population des ménages résidents en France métropolitaine) montre que 2 types de petit déjeuner prédominent en France : le petit déjeuner traditionnel ou continental à base de pain et d'une boisson chaude, et le petit déjeuner sur le modèle anglo-saxon à base de céréales prêtes à l'emploi et de fruits ou jus de fruit. Ce dernier modèle se développe surtout chez les plus jeunes tandis que le petit déjeuner continental prédomine chez les adultes. La part énergétique du petit déjeuner varie selon les tranches d'âge : chez les moins de 20 ans, le petit déjeuner représente plus de 20 % des apports énergétiques, et moins de 18 % à partir de 20 ans et plus (fig. 1).

En France, le petit déjeuner est donc dans la majorité des cas composé de produits céréaliers du type pain et/ou céréales prêtes à l'emploi en association avec des produits laitiers (lait, yaourt, beurre), des margarines, de la confiture, du thé, du café, des jus de fruits ou des fruits. Les produits céréaliers demeurent cependant la principale source de glucides et la valeur nutritionnelle du pain et des céréales prêtes à l'emploi peut être très variable. Dans la mesure où les produits céréaliers ne sont pas consommés avec des produits animaux, tels que les œufs, le fromage, la charcuterie, donc au sein d'un repas complexe, ils ont un impact majeur sur l'élévation de la glycémie en fonction de leur nature. Outre le pain et les céréales prêtes à l'emploi, les autres produits céréaliers généralement

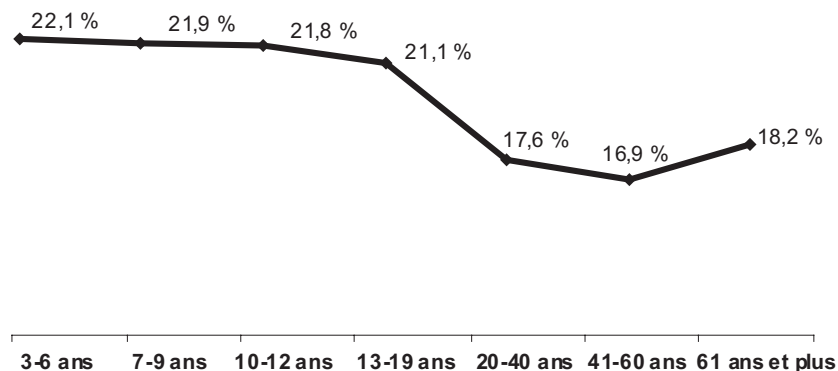


Figure 1.

Part du petit déjeuner dans les apports énergétiques (Source : CREDOC, enquête « Comportements et consommations alimentaires en France », CCAF 2004).

consommés au petit déjeuner sont donc les biscottes et les viennoiseries, et dans une moindre mesure le pain de mie ou brioché et les biscuits. Quelles sont les technologies et leur impact sur la valeur nutritionnelle de ces différents produits céréaliers ? C'est ce que nous allons discuter maintenant en mettant plus particulièrement l'accent sur le pain et les céréales prêtes à l'emploi.

Les critères de la qualité nutritionnelle du pain

Le pain est majoritairement effectué à partir de blé tendre et l'amélioration de sa valeur nutritionnelle peut s'effectuer au niveau de la matière première, des procédés de mouture et des modes de panification. Longtemps, le pain blanc a correspondu à une attente des consommateurs à la recherche d'un aliment raffiné, symbole d'abondance et de pureté. L'utilisation de farines blanches enrichies en auxiliaires divers et le pétrissage intensif ont contribué à dévaloriser le goût du pain et son intérêt nutritionnel. L'adoption du pain de tradition française (tableau I) a marqué un changement notable vers l'amélioration de la qualité du pain en réduisant l'intensité du pétrissage et en donnant un produit moins aéré de meilleur index glycémique [21].

Impact du blutage sur la densité nutritionnelle des farines

Le blutage (opération qui consiste à séparer la farine du son) a un effet considérable sur la valeur nutritionnelle des farines compte tenu de l'hétérogénéité du grain de blé et de sa capacité à accumuler fibres, minéraux et micronutriments dans les enveloppes externes et le germe (tableau II). Notons, par exemple, que la teneur en minéraux est 24 fois plus élevée dans la couche à aleurone (couche située entre l'albumen et le péricarpe, riche en protéines) que dans l'albumen et celle des pentosanes (polymères pariétaux de xylose et d'arabinoses aussi appelés arabinoxylanes) environ 30 fois plus forte. Au total l'albumen ne contient qu'environ 25 % des minéraux et des fibres alimentaires présents dans le grain entier [22]. L'élimination du germe, qui ne représente que 2 % du poids du grain, entraîne la perte de la majorité des acides gras insaturés, mais aussi de la vitamine E. Les pertes de vitamines B1, B6 sont relativement similaires en fonction du blutage ; par contre il existe un gradient moins important entre albumen et aleurone pour la vitamine B2. On retrouve moins de 20 % des folates du grain entier dans la farine blanche [22]. Compte tenu de l'importance de cette vitamine pour prévenir diverses pathologies (e.g. *spina bifida*, risques cardiovasculaires liés à l'hyperhomo-

Tableau I.
Les principales caractéristiques technologiques des différents types de pain commercialisés en France.

Type de pain	Principales caractéristiques
Pain blanc courant	Farine T55-T65 Pétrissage intensif Nombreux auxiliaires de panification (notamment acide ascorbique)
Pain de Tradition (décret de 1993)	Farine T55-T80 4 éléments principaux : farine, eau, sel et ferment Pétrissage modéré Théoriquement absence d'auxiliaires de fabrication
Pain au levain	Fait référence à l'utilisation d'un levain naturel (ferment lactique ou levure sauvage) avec seulement 0,5 % de levure sélectionnée Théoriquement pH acide autour de 4-4,5 Sources de levain : pâte de la veille ou levain liquide
Pain bio courant	Farine de meule T80 Fermentation au levain
Pains type 80 (nouvelle gamme)	Mélange farine complète/farine blanche (20/80) Utilisation de semoules vêtues/farine blanche (30/70) Utilisation de sons ou remoulages (5-10 %)
Pain de campagne (définition peu précise)	Le plus fréquent : mélange farine de blé T65 avec 10-20 % farine de seigle T80
Pain multi-céréales	5 à 10 % de céréales (orge, maïs, ...) ou de graines diverses (sésame, lin, tournesol, ...) Panification à la levure avec farine de base T55-T65 et auxiliaires
Pain complet	Théoriquement farine T150, le plus souvent farine T110 Fermentation au levain/levure (principalement au levain pour le pain bio)
Pain au son	Quantité de son très variable Panification peu adaptée (souvent par manque d'eau)
Classification selon les méthodes de fermentation pour les différents pains	Soit pointage bac très long avec fermentation en masse de la pâte à 6 °C pendant plus de 12 h Soit pousse contrôlée : après façonnage, stockage des pâtons à 6 °C pendant quelques heures

cystéinémie), certains pays tels que les États-Unis procèdent à l'enrichissement systématique des farines en folates.

Concernant les minéraux, le blutage a un très fort effet de déperdition pour le magnésium, le potassium, le zinc, le fer, le cuivre, et le sélénium alors que le Ca est mieux réparti entre amande et enveloppe (*tableau II*). Ainsi, dans la farine blanche, les pertes sont de l'ordre de 65 % pour le potassium et le cuivre, 70 % pour le fer et 75 à 80 % pour le zinc, le manganèse, le magnésium et le phosphore. Par contre, la farine blanche a un taux d'acide phytique 3 fois plus faible que la farine complète.

Enfin, les protéines de la couche à aleurone (fraction généralement perdue lors du blutage) sont de bonne valeur biologique car elles renferment 30 % de la lysine totale, qui est l'acide aminé limitant des céréales [22].

La valorisation du type de farines

Le classement actuel des farines est pertinent sur le plan technologique mais pas suffisamment valorisé sur le plan nutritionnel. Rappelons que le type 55 signifie que 100 g de farine contiennent environ 0,55 g de minéraux (ou de « cendres ») et le type 80, 0,80 g de minéraux pour 100 g. L'absence de l'unité de référence (quantité de minéraux par 100 g de farine) rend incompréhensible la valeur du type de farine, qui est souvent assimilé par le public à un indice de granulométrie. Pourtant le type de farine est intéressant à connaître puisqu'il y a une proportionnalité très forte entre le type et l'ensemble des éléments protecteurs (minéraux mais aussi fibres et vitamines) (*tableau II*). L'amélioration de la valeur nutritionnelle du pain comme celle des autres produits céréaliers nécessite d'utiliser des farines peu blutées (*tableau III*) mais aussi de rechercher les conditions technologiques qui permettent de disposer de produits de faible index glycémique (< 70). Le pain de tradition française, avec un pétrissage lent semble avoir un index glycémique satisfaisant, mais il ne contient pas suffisamment de fibres et de micronutriments, d'où la nécessité de promouvoir un usage plus courant de farines bisées et l'intérêt d'informer les consommateurs sur la signification des types de farine.

Les autres céréales telles que le blé dur, le seigle ou l'orge sont également caractérisées par la présence d'une couche à aleurones très riche en micronutriments. Cependant, avec ces céréales on ne dispose pas de farines aussi

appauvries en micronutriments que pour le blé tendre. Les farines de seigle sont habituellement au minimum de type 80, de même que celles d'orge et l'amande du blé dur est plus riche en minéraux que celle du blé tendre. De plus, l'orge, le seigle ou l'avoine ont une amande particulièrement riche en fibres solubles.

Les perspectives de développement des pains courants de type 80

Dans la mesure où des farines assez complètes sont difficiles à panifier et conduisent à des pains très éloignés des pains blancs habituels au goût des consommateurs, un juste compromis serait d'utiliser couramment en panification des farines de type 80. Les farines type 80 peuvent être obtenues par divers procédés, après mouture à la meule de pierre, en enrichissant la farine blanche produite avec des moulins à cylindre par diverses issues (remoullages ou sons micronisés), par l'utilisation de farines riches en semoules bisées (dite « vêtues ») et enfin par le mélange de farine complètes et de farine blanche (*tableau I*) [23].

Pain et index glycémique

Outre sa densité en micronutriments protecteurs (*tableau III*), la qualité nutritionnelle du pain se définit aussi par son index glycémique, c'est-à-dire sa capacité à plus ou moins augmenter la glycémie post-prandiale. On considère qu'un index glycémique < 70 est un index modéré et favorable à la santé. Les différentes voies d'amélioration de l'index glycémique du pain ont déjà été discuté dans une précédente revue de synthèse [24]. D'une manière générale, les pains présentent une assez grande variabilité d'index glycémique en fonction du choix des matières premières et du mode de panification qui varient d'un pays à l'autre. L'index glycémique des pains français (*tableau II*) n'a été que très peu étudié [21]. Compte-tenu de leur grande diversité, il serait important de déterminer leur index glycémique. Le pain blanc classique de type baguette présente en général un index glycémique élevé (> 70) et il est de surcroît pauvre en micronutriments protecteurs. Les pains complets, s'ils ont une densité nutri-

Tableau III.

Composition nutritionnelle de différents types de pain.

pour 100 g	Pain courant	Pain type 80	Pain complet
Total énergétique (kcal)	261	246	220
Protéines (g)	8	8,2	9
Glucides (g)	52	49	44
Fibres (g)	2,5	3,7	7,5
Vitamine B1 (mg)	0,09	0,14	0,28
Vitamine B2 (mg)	0,05	0,06	0,14
Vitamine B6 (mg)	0,08	0,13	0,2
Folates (µg)	23	25	28
Vitamine E (mg)	0,25	0,32	0,8
Calcium (mg)	22	26	45
Phosphore (mg)	90	133	195
Fer (mg)	0,8	1,2	2
Zinc (mg)	0,6	1	1,5
Magnésium (mg)	28	43	73
Potassium (mg)	120	151	225

Tableau II.

Composition nutritionnelle des farines en fonction du type.

TYPES (/100 g farine)	T 55	T 80	T 110	T 150
Protéines (g)	11,5	11,8	12	12,1
Glucides (g)	71	69	67	61
Fibres (g)	3,2	4,8	5,6	11,5
Minéraux (g)	0,55	0,8	1,1	1,5
Phosphore (mg)	120	175	208	320
Magnésium (mg)	28	50	65	105
Calcium (mg)	15	18	24	35
Fer (mg)	1,2	1,8	2,3	3,9
Zinc (mg)	0,9	1,6	1,9	2,9
Vitamine B1 (µg)	110	260	330	470
Folates (µg)	16	22	25	50

tionnelle plus élevée, peuvent néanmoins avoir un index glycémique similaire à celui des pains blancs tant que le procédé de panification demeure intensif, entraînant une texture très aérée associée à un amidon fortement gélatinisé. Récemment il a été montré que les pains de tradition française avaient un index glycémique satisfaisant proche de 70 [21]. Il est probable que des pains plus complets et plus denses du type pain bio au levain aient un index glycémique encore plus bas, de même que certains pains type 80 confectionnés avec des semoules par exemple.

Il faudrait donc tendre à fabriquer des pains avec une texture plus dense ; une autre voie est d'incorporer des grains de céréales entiers plus ou moins broyés [25]. Les fibres solubles [26] et l'acidité [27] sont également deux facteurs connus pour réduire l'index glycémique des pains. Les pains multi-céréales notamment à base d'orge ou d'avoine, deux céréales riches en fibres solubles de type β -glucanes ont un effet favorable sur l'index glycémique [26] de même que le lin riche en fibres solubles [28]. Cependant la composition des pains multi-céréales n'est pas toujours très rigoureuse (teneur trop faible), de même d'ailleurs que celle des pains complets en France (tableau II). Concernant l'impact potentiel des acides organiques, la plupart des pains au levain sont relativement peu acides ce qui réduit d'autant l'impact sur l'index glycémique (via le ralentissement de la vidange gastrique). Aujourd'hui, la pertinence de l'index glycémique est discutée et doit être pondérée en fonction des quantités de glucides consommés et donc de la taille des portions [29]. Par exemple, consommer de petites quantités d'un aliment céréalier à fort IG ne provoque qu'une faible élévation de la glycémie post-prandiale. C'est pourquoi on préfère de plus en plus utiliser le concept de charge glycémique (à savoir l'index glycémique multiplié par la quantité de glucides ingérés). En tenant compte des proportions de chaque aliment glucidique consommé et de leur index glycémique, il est possible de prédire plus justement l'élévation de la glycémie provoquée par un repas. Toutefois, lors du petit déjeuner, la source de glucides provient en majorité d'un seul aliment, que ce soit le pain ou les céréales prêtes à l'emploi.

Pour des raisons historiques diverses, la technologie du pain a donc évolué pour faciliter la production de pain blanc courant voire de pain de tradition française, sans que cela corresponde à un optimum nutritionnel, c'est-à-dire à un produit relativement riche en micronutriments bien assimilés. Les voies d'amélioration de la qualité du pain sont considérables via la densité nutritionnelle des farines, l'amélioration de la fermentation et même via la présentation globale du produit (pas nécessairement sous forme de baguette). La consommation de pain au petit déjeuner diminue fortement chez les jeunes, à la fois pour des raisons de praticité mais aussi parce que les filières agro-alimentaires ont su mettre en place une communication nutritionnelle efficace pour favoriser la consommation de céréales du petit déjeuner prêtes à l'emploi. La filière blé-pain n'a pas su s'appuyer sur une allégation fibres-minéraux-vitamines voire index glycémique pour développer par exemple une consommation spécifique de pains bis ou de pains complets au petit déjeuner. Pire, les pains complets sont toujours perçus comme une source potentielle de pesticides alors que les céréales prêtes à l'emploi bénéficient d'une image sanitaire satisfaisante. Pourtant, elles peuvent être aussi contaminées que le pain complet en pesticides divers et surtout plus chargées en

composés néoformés, qu'il s'agisse de produits de la réaction de Maillard ou d'acrylamide. De plus, elles ne bénéficient pas de l'étape de fermentation favorable à la biodisponibilité des minéraux.

La qualité nutritionnelle des céréales du petit déjeuner

De même que pour le pain, il faut s'interroger sur l'efficacité des procédés de transformations impliqués dans la production de céréales de petit déjeuner pour aboutir à des aliments satisfaisant sur le plan nutritionnel.

Les céréales du petit déjeuner sont en général fabriquées à partir de blé, de maïs et de riz, complets ou raffinés, et secondairement à partir d'avoine et d'orge. Les céréales pour petit déjeuner sont produites avec des technologies très variées et additionnées d'une grande diversité d'ingrédients (contrairement au pain). On a donc une très grande variété de produits commerciaux de valeurs nutritionnelles inconstantes (tableaux IV et V).

Technologie des céréales du petit déjeuner

Les principaux process technologiques appliqués sont le floconnage (e.g. *muesli*), le procédé de cuisson traditionnel (e.g. *corn flakes*), la cuisson-extrusion, la co-extrusion (e.g. céréales fourrés), et la technologie du « muesli croustillant » (tableau IV). Ces procédés entraînent généralement la gélatinisation complète de l'amidon. La technologie des flocons est la moins destructive puisque la céréale est seulement écrasée et précuite. Dans la fabrication de pétales, les céréales sont cuites à forte pression et en présence de sucre, ce qui aboutit à une production excessive de produits de la réaction de Maillard. Par ailleurs, le toastage de pétales est particulièrement agressif puisque le rapport surface/épaisseur est très élevé.

Les produits peuvent ensuite être enrichis en sel, sucres (principalement saccharose), vitamines (e.g. folates et vitamine B12) et minéraux (e.g. fer et calcium). Selon la nature des céréales utilisées, à savoir complètes ou raffinées, les teneurs en micronutriments et fibres peuvent donc varier grandement d'un produit à l'autre.

Intérêt nutritionnel des céréales du petit déjeuner par rapport au pain

Les céréales du petit déjeuner constituent donc un support nutritionnel intéressant lorsqu'elles sont fabriquées à partir de céréales complètes, car elles sont riches en glucides complexes (amidon et fibres), en vitamines et minéraux, pauvres en matières grasses, et de surcroît sont souvent consommées avec du lait source de calcium. Les flocons classiques types flocons d'avoine et le *muesli* enrichi en graines et en fruits secs sont d'excellents produits céréaliers. Les autres céréales du petit déjeuner pourraient à première vue constituer un aliment de base nutritionnellement satisfaisant pour le petit déjeuner, mais à condition qu'elles soient fabriquées avec des technologies plus douces (à savoir des températures plus basses et des durées de cuisson plus courtes) et qu'elles contiennent le moins possible de sucres et de produits néoformés.

Il est difficile d'attribuer un impact nutritionnel intéressant à toutes les céréales de petit déjeuner en particulier lorsqu'elles sont riches en sucre, en matières grasses ou

Tableau IV.

Les principaux types de céréales prêtes à l'emploi et leur qualité nutritionnelle correspondante.

Type de céréales prêtes à l'emploi	Principales caractéristiques technologiques	Qualité nutritionnelle
Le procédé de floconnage (flocons)	Écrasement du grain par une floconneuse Pré-cuisson à la vapeur des flocons Séchage Utilisation des flocons avec du lait ou dans diverses préparations après cuisson de courte durée Addition possible de diverses graines ou fruits secs (<i>muesli</i>)	Bonne densité nutritionnelle et énergétique Apport en calcium <i>via</i> le lait Les moins riches en sucres simples
Le procédé de cuisson « traditionnel » (pétales)	Procédé le plus ancien Grains de céréales entiers ou brisés (homies de maïs, grains de riz entiers, blé entier concassé, ...) incorporés dans un cuiseur rotatif avec un sirop de sucre, du malt et du sel (cuisson vapeur pendant 1 h 30 sous 1,2 à 1,5 bars) Séchage à 60 ou 100 °C (humidité finale de 20 %) Transformation en pétales sous l'action de laminoirs Grains et/ou pellets sont grillés dans un toasteur à 250-300 °C (humidité finale de 3 %)	Forte gélatinisation de l'amidon (IG élevé) Destruction des vitamines Création de composés néoformés Riche en sucres simples
Le procédé de cuisson-extrusion (ex. : céréales soufflées)	Passage au travers d'un orifice de petite dimension (filière) d'un mélange pulvérulent sous forme de poudres ou de farines (farines de blé, parfois complètes, farine de maïs et de riz), sous l'action de fortes pressions (70 à 110 bars), de hautes températures (100-200 °C) et de forces de cisaillement élevées Mélange ou enrobage avec divers ingrédients (saccharose, cacao, miel, ...)	Forte gélatinisation de l'amidon (IG élevé), diminution de la digestibilité des protéines et de la biodisponibilité de certains acides aminés (ex. : lysine), riche en sucres simples Jusqu'à 50 % de destruction de la thiamine
Le procédé de co-extrusion (céréales fourrées)	Très similaire au procédé d'extrusion Remplissage du cœur du produit à l'aide d'une buse d'un fourrage chocolaté ou aux fruits Produits généralement coupés tous les 2 cms	Forte gélatinisation de l'amidon (IG élevé) Les plus riches en matières grasses Riche en sucres simples
Le procédé « muesli croustillant »	Une dérive de la technologie des flocons de céréales Transformation en flocons des grains de céréales (généralement flocons d'avoine) Pré-traitement à la vapeur Mélange avec sirop de saccharose, huile végétale et sel (éventuellement aromatisation) Mélange aplati sur une épaisseur de 2 cm Cuisson dans un four à 140-150 °C pendant 15-20 min Produit refroidi puis concassé pour obtenir des mottes de céréales	Forte gélatinisation de l'amidon (IG élevé) Riche en sucres simples

en farine raffinée. Or, ce type de céréales représente la majorité des produits consommés par les enfants.

Sans ajout d'ingrédients particuliers, les céréales du petit déjeuner sont avant tout des sources de protéines, de glucides complexes, de fibres et de micronutriments ; et peuvent donc rivaliser avec le pain, surtout s'il s'agit de pain blanc. Par contre, dès que le pain est bis ou semi-complet, cet aliment, bénéficiant d'une étape de fermentation et de procédés technologiques relativement peu dénaturants, demeure une valeur sûre. Il offre une garantie en particulier d'être totalement dépourvu de sucres et de matières grasses, ce qui n'est quand-même pas fréquent pour les céréales prêtes à l'emploi. Il est paradoxal que les céréales du petit déjeuner destinées aux adultes

soient de meilleure qualité nutritionnelle que celles destinées aux enfants (*tableau V*). Par ailleurs, les enfants pourraient s'adapter facilement à une consommation de pain bis ou complet, car ils n'ont pas la même perception de la valeur du pain blanc que les adultes, symbole d'abondance et de pureté. La qualité des apports en protéines, lipides, amidon, sucres simples, fibres et micronutriments est donc très variable selon les produits considérés, notamment lorsque l'on compare les céréales prêtes à l'emploi avec le pain.

Les apports en protéines

La teneur en protéines des céréales du petit déjeuner varie généralement de 4 à 7 g/100 g de produit, ce qui est

Tableau V.

Composition en macro- et micronutriments des céréales du petit déjeuner prêtes à l'emploi à destination des enfants et des adultes¹.

	Produits pour enfants			Produits pour adultes			
	Tout produits	Exemple 1	Exemple 2	Tout produits	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3
Pour 100 g de produit	(n = 15)²	Grains de riz soufflés nature	Céréales fourrées au chocolat	(n = 17)²	Flocons d'avoine	Corn flakes	Spécial K feuilles de chocolat
Valeur calorique (kcal)	384 ± 22 [350-431] ³	392	410	363 ± 17 [323-396]	367	362	396
Lipides (g)	3,8 ± 4,1 [0,5-13,5]	1,5	12,9	4,8 ± 3,1 [0,7-8,9]	7,5	0,8	7
Glucides simples (g)	31,7 ± 7,9 [7,5-41,1]	7,5	33,5	17,7 ± 7,1 [0,8-27,8]	0,8	6,5	24,5
équiv. morc. de sucre (/60 g)	3,5 ± 0,9 [0,8-4,5]	0,8	3,7	1,9 ± 0,8 [0,1-3]	0,1	0,7	2,7
Fibres (g)	3,2 ± 2,0 [0,8-7,6]	0,8	5,2	7,1 ± 3,9 [2,4-15,6]	7	3,4	3,9
Fer (mg)	6,7 ± 2,9 [3,1-11,8]	4	5,3	7,1 ± 4,6 [1,6-15]	3,3	7,6	10,7
Vitamine B9 (µg)	198 ± 61 [37-271]	183	157	224 ± 130 [47-474]	47	250	326
Vitamine B6 (mg)	2,5 ± 0,7 [0,4-3,5]	3,1	1,8	2,4 ± 1,6 [0,41-4,5]	0,53	2,67	5,4
Sel (g)	0,9 ± 0,6 [0,01-1,8]	1,7	0,6	1,1 ± 0,7 [0,01-2,1]	0,01	2,1	1,5

¹ D'après Que Choisir n° 422 de janvier 2005 : étude réalisée sur 32 produits (dosages réalisés sur un produit dans leur laboratoire)

² Moyenne ± écart-type

³ Valeurs minimale et maximale

généralement inférieur à la teneur du pain (environ 9-10 g/100 g). Les produits à destination des enfants sont généralement moins riches en protéine (4,5-5 g/100 g) que ceux pour adultes. L'extrusion est le procédé le plus utilisé dans la fabrication des céréales du petit déjeuner : l'application de températures élevées (> 180 °C) favorise le développement de produits de la réaction de Maillard (qui impliquent un sucre réducteur avec des protéines ou acides aminés). Ainsi, l'extrusion peut favoriser une diminution significative de la teneur en lysine (-20 à 30 %) dans ces produits. Or, la lysine est l'acide aminé limitant des céréales. Compte-tenu des apports élevés des protéines animales dans les pays occidentaux, la valeur protéique des céréales de petit déjeuner n'est cependant certainement pas un problème majeur ; surtout si elles sont associées à du lait ou à d'autres sources de protéines végétales (amande, noisette).

Les apports de lipides

Le pain a une teneur très faible en matières grasses ; cependant il est souvent consommé au petit déjeuner avec du beurre ou des margarines si bien que l'ensemble est parfois très énergétique et pas nécessairement équilibré en acides gras. En dehors des flocons nature, les céréales de petit déjeuner comportent une fraction significative de matières grasses. La teneur en lipide des céréales du petit déjeuner peut varier entre 0,5 et 13,5 g/100 g de produit (tableau V). Les produits les plus riches en lipides sont généralement les céréales fourrées au chocolat à destination des enfants (environ 13 g/100 g). À l'exception de

ces produits, les teneurs en lipides sont donc plutôt acceptables. Pour les produits à destination des adultes, ce sont les produits contenant des fruits secs types noisettes et noix de coco qui apportent des lipides en plus (environ 7 g/100 g de produit). Les céréales du petit déjeuner restent malgré tout de faibles sources de lipides et sont plutôt conseillées pour les personnes désirant consommer peu de matières grasses. La consommation de céréales complètes contenant la fraction germe peut par ailleurs être une source intéressante de lipides essentiels polyinsaturés ; mais cette fraction est malheureusement rarement conservée.

Les apports d'amidon

Alors que le pain comporte essentiellement de l'amidon, de nombreux céréales prêtes à l'emploi apportent à la fois de l'amidon et des sucres simples. La qualité de l'amidon dépend beaucoup des matières premières utilisées et du rapport amylose/amylopectine. Le pain constitué à base de blé tendre comporte environ 30 % d'amylose. Cependant, la cuisson aboutit à une forte gélatinisation de l'amidon susceptible d'aboutir à des produits d'index glycémique élevé, les pains les plus aérés présentant les plus mauvais index glycémiques. Il y aurait donc intérêt de proposer au consommateur des pains de texture plus dense au petit déjeuner.

À la différence du pain, les céréales de petit déjeuner peuvent être confectionnées avec des céréales qui ont un rapport amylose/amylopectine très variable, sachant que l'élévation de ce rapport diminue fortement l'index glyc-

mique. C'est en particulier le cas du maïs, du riz et secondairement de l'orge. Un autre facteur intrinsèque aux variétés concerne la richesse des matières premières en fibres solubles (β -glucanes et arabinoxylanes) susceptibles de réduire la vitesse de digestion de l'amidon et d'absorption du glucose.

Les process technologiques appliqués aux céréales de petit déjeuner ont une incidence considérable sur le degré de gélatinisation de l'amidon, et donc sur l'élévation post-prandiale de la glycémie. On admet que plus les conditions de process sont drastiques, plus rapide est la digestion de l'amidon et plus l'index glycémique est élevé en raison d'une déstructuration de la structure botanique initiale des céréales [30]. Granfeldt *et al.* [31] ont par ailleurs montré que l'augmentation de l'épaisseur des flocons d'avoine de 0,5 à 1 mm réduisait l'index glycémique plus que la réduction du degré de gélatinisation de l'amidon.

Les apports de sucres simples

Les céréales du petit déjeuner peuvent contenir des teneurs en glucides simples très variables selon les produits : de 0,8 à 41,1 g/100 g (*tableau V*). Malheureusement, ce sont les produits à destination des enfants qui en contiennent le plus, à savoir de 7 à environ 41 g/100 g contre 1-28 g/100 g pour les produits à destination des adultes. En effet, les produits sont pour la plupart enrichis en glucides simples du type glucose, fructose, saccharose, maltose ou *via* l'ajout de chocolat, miel, fruits secs. Environ 80 % des glucides simples proviendraient du saccharose. Une portion de 60 g de céréales du petit déjeuner peut contenir 5 à 20 g de sucre, or, les enfants ne devraient pas consommer plus de 40 g de sucre par jour. Les produits pour enfants sont donc presque tous extrêmement sucrés. Cependant les céréales du petit déjeuner ne sont pas les seules sources de sucres et d'autres produits couramment consommés par les enfants (biscuits, barres chocolatées, yaourts sucrés, sodas sucrées, jus de fruits, nectars) viennent alourdir au cours de la journée les apports en sucres simples.

Les apports de fibres

Les produits céréaliers sont des sources majeures de fibres alimentaires. Le pain courant n'apporte environ que 2,5-3 g de fibres pour 100 g ; cependant les fibres du pain sont des arabinoxylanes très bien fermentées. Le pain type 80 a une teneur en fibres d'environ 4 g/100 g contre 7-8 g pour un pain complet (*tableau III*). Cependant dans le pain complet, les fibres alimentaires apportées par le son sont très peu fermentescibles à la différence de celles de l'amande farineuse. Ces fibres indigestibles jouent toutefois un rôle très important dans l'accélération du transit digestif par leur effet d'encombrement. Il n'est guère possible d'accroître fortement la teneur en fibres solubles du pain au risque d'altérer la machinabilité de la pâte. Par contre, l'utilisation de seigle dans des pains de campagne ou dans des pains de seigle comprenant plus de 30 % de farine de seigle accroît fortement la teneur en fibres solubles, de même que la consommation de certains pains multi-céréales.

La diversité des céréales pour petit déjeuner permet de disposer théoriquement d'une plus large gamme de fibres alimentaires en particulier par le biais de céréales riches en β -glucanes tels que l'orge et l'avoine.

En France, les produits à destination des adultes présentent des teneurs en fibres de 2,4 à 15,6 g/100 g de produit ; alors que ceux à destination des enfants ont des teneurs de 0,8 à 7,6 g/100 g (*tableau V*). Concernant les céréales du petit déjeuner riches en fibres, les produits se distinguent également par leur richesse plus ou moins grande en fibres solubles, mais nous ne disposons pas de données précises sur ce paramètre. Les céréales du petit déjeuner enrichis en fibres solubles (du type β -glucanes *via* l'ajout de son d'orge) provoquent des effets hypocholestérolémiant significatifs [32, 33] et ont également un impact favorable sur l'index glycémique [34]. Une baisse du cholestérol total a également été observée suite à la consommation de céréales du petit déjeuner de type muesli à base de son d'avoine [35].

L'exclusion de pain complet ou de céréales au petit déjeuner peut rendre difficile la couverture des besoins en fibres estimés à 30 g par jour. Or, de nombreux consommateurs n'en prennent jamais. Par contre, un petit déjeuner à base de céréales complètes (100 g de pain complet ou 70 g de flocons d'avoine) couvre environ un quart des apports de fibres journaliers.

Apport de minéraux et vitamines

La richesse des produits céréaliers en micronutriments dépend étroitement du degré de blutage des farines utilisées. Dans le pain, la fermentation au levain par l'acidification qu'elle provoque et l'activation des phytases permet d'optimiser la biodisponibilité des minéraux [36]. Ceci représente un avantage significatif par rapport aux céréales prêtes à l'emploi, encore faut-il que le pain ait subi une fermentation suffisamment longue avec une acidification de la pâte avec un pH 5-5.5 (ce qui est possible également avec une panification à la levure grâce à l'addition de levain liquide ou de pâte fermentée). Les céréales sont particulièrement riches en magnésium et l'accent n'a pas été suffisamment mis sur le rôle des produits céréaliers dans la couverture des besoins en magnésium, mais aussi en fer, zinc, sélénium ou autres oligoéléments. Les céréales peu raffinées sont également des sources intéressantes de vitamines B (B1, B6 et B9). Dans le pain, le pétrissage ou la cuisson entraînent des déperditions importantes en vitamines qui peuvent être en partie compensées par l'apport de levures naturellement riches en vitamines B (surtout en B2) ou par l'activité synthétique de la flore du levain [37, 38].

La déperdition en vitamines dans les céréales de petit déjeuner est sans doute extrêmement variable selon les technologies utilisées. Par ailleurs, le fait d'aboutir à des pétales relativement peu épais est une source d'altération en augmentant les risques d'oxydation de surface.

Jusqu'ici le pain n'est l'objet d'aucun enrichissement par un apport direct de minéraux ou de vitamines. Par contre le recours à des pains multi-céréales avec une addition de lin, de sésames équivaut à un enrichissement naturel en composés divers (par exemple en oméga 3).

De nombreuses céréales prêtes à l'emploi (environ 90 % des produits, [17]), en particulier celles qui sont confectonnées avec des farines raffinées, sont enrichies en minéraux (fer et calcium) ou en diverses vitamines (B9 et B12 principalement). De plus, l'ajout de fruits secs aux céréales du petit déjeuner [39] est un moyen supplémentaire d'augmenter leurs teneurs en vitamines et minéraux. Les procédures d'enrichissement aboutissent paradoxalement à des teneurs supérieures à ce que l'on peut trouver natu-

rellement dans les céréales complètes. La présence de calcium et de vitamine B12 peut ainsi contribuer à donner à ces produits dans l'esprit du consommateur, une valeur nutritionnelle intrinsèque qu'ils n'ont pas.

Certains excès peuvent avoir des conséquences fâcheuses, notamment dans le cas du fer. Le fer pourrait par ailleurs présenter un effet oxydant potentialisé par la vitamine C [40] (ce qui est courant au petit déjeuner lorsque l'on prend du jus d'orange). Les déficiences en fer n'existent que chez les moins de 3 ans mais les laits qui leur sont destinés sont déjà enrichis en fer.

Autres produits céréaliers consommés au petit déjeuner

Outre le pain et les céréales prêtes à l'emploi, 4 autres types de produits céréaliers sont généralement consommés au petit déjeuner : les biscottes, les biscuits, les viennoiseries (croissants, pains au chocolat, etc.) et le pain de mie ou pain brioché. Leurs technologies sont différentes ainsi que leur qualité nutritionnelle.

Les biscuits consommés au petit déjeuner (intitulé généralement Biscuits Spécial Petit déjeuner) n'ont rien de très différents des biscuits plutôt consommés lors des goûters. Ils sont riches en matières grasses saturées (environ 5 fois plus gras que les céréales prêtes à l'emploi à destination des enfants). Ainsi, certains biscuits peuvent apporter jusqu'à 42 % de calories sous forme de graisses, soit autant qu'un croissant. Quant à la teneur en sucres simples, elle est généralement proche ou inférieure à celle des céréales prêtes à l'emploi. Les biscuits proposés pour le petit déjeuner présentent généralement un amidon non totalement gélatinisé et une faible teneur en humidité ; combiné à une forte teneur en matière grasse (susceptible de réduire l'index glycémique par ralentissement de la vitesse de vidange gastrique), l'index glycémique de certains de ces biscuits peut être relativement bas (< 60) [41] ; ce qui explique la publicité faite par les industriels sur ces produits considérés comme des sources de sucres « lents » ou « d'énergie à diffusion progressive ». Par contre, leur densité nutritionnelle demeure largement insuffisante. Quant aux viennoiseries, elles présentent à peu près les mêmes défauts nutritionnelles que les Biscuits Spécial Petit Déjeuner, à savoir de fortes teneurs en matières grasses riches en acides gras saturés ou *trans*, et parfois en sucres ; elles sont en outre fabriquées à partir de farines très raffinées (type 45), très pauvres en micronutriments protecteurs. Les pains de mie ou briochés sont plus riches en matières grasses que le pain courant et sont également fabriqués à partir de farines très raffinées (type 45-55). Tous ces produits céréaliers présentent donc une faible valeur nutritionnelle : ils sont très énergétiques et souvent pauvres en micronutriments.

Enfin, les biscottes sont sans doute le produit le plus consommé au petit déjeuner après le pain et les céréales prêtes à l'emploi. Elles sont moins riches en matières grasses que les produits cités précédemment et ne contiennent en théorie pas de sucres simples. Elles présentent donc une valeur nutritionnelle assez proche de celle du pain blanc, et comme ce dernier, sont souvent accompagnées de beurre ou de confiture.

Conclusion

En France, l'essor des céréales du petit déjeuner a principalement commencé à partir des années 80. Dans cette période, la qualité du pain en France était au plus bas et la filière blé/pain ne s'était pas encore engagée vers l'amélioration du pain. Le décret concernant le pain de tradition française date de 1993 et le pain de tradition représente encore seulement environ 20 % de l'offre. La filière blé/pain n'a également pas essayé de mettre en valeur la richesse des produits céréaliers en fibres et en micronutriments. Le secteur agroalimentaire des céréales prêtes à l'emploi s'est au contraire appuyé sur des allégations fibres alimentaires et sur la praticité de leurs produits pour développer la gamme des céréales de petit déjeuner. Cependant, il existe un écart très important entre les allégations santé développées par les industriels et la valeur nutritionnelle intrinsèque de l'offre actuelle en céréale de petit déjeuner. Puisque ce repas est indéniablement important chez les jeunes comme chez les adultes, il revient aux diverses filières de faire preuve de responsabilité et de mettre sur le marché des produits d'excellente densité nutritionnelle et de très bon index glycémique.

Théoriquement, le pain demeure une valeur sûre parce qu'il bénéficie d'une étape de fermentation et de la garantie d'aucune addition de sucre et de matières grasses. Il y a cependant une place pour des problèmes de praticité voire pour leur qualité nutritionnelle, à la consommation de céréales prêtes à l'emploi. Cependant, il faudrait que l'ensemble des acteurs adopte un cahier des charges plus contraignant concernant la réduction du sucre, l'adoption de technologies peu dénaturantes, ce qui est fort éloigné du marketing actuel pratiqué dans ce domaine.

Résumé

Le petit déjeuner est un repas essentiel car il apporte un quart des besoins énergétiques et participe à un meilleur équilibre alimentaire de la journée ; il est en outre corrélé avec une meilleure santé mentale et physique. Une consommation accrue de céréales de qualité au petit déjeuner, telles que le pain et les céréales prêtes à l'emploi, permettrait d'atteindre l'objectif de 55 % des apports énergétique en glucides, notamment en glucides complexes (amidon et fibres). Cependant, ces deux produits présentent des qualités nutritionnelles inconstantes selon le choix des matières premières et des procédés de fabrication. Le pain bis devrait être privilégié au profit du pain blanc de faible densité nutritionnelle et d'index glycémique élevé ; pour cela, les modes de panification devront être améliorés et une meilleure communication sera nécessaire pour favoriser la consommation de pain de bonne qualité nutritionnelle. Quant aux céréales prêtes à l'emploi à destination des adultes, elles sont de meilleure qualité nutritionnelle que celles à destination des enfants : ils sont moins riches en sucres simples et en lipides, et plus riches en fibres.

Mots-clés : Petit déjeuner – Pain – Céréales prêtes à l'emploi – Valeur nutritionnelle.

Abstract

Breakfast is an essential meal since it provides 25% of the energetic needs and participates to a better food balance over the day; furthermore breakfast consumption is correlated with a better mental and physical health. An increased consumption of high-quality cereals, such as bread and ready-to-eat cereals, at breakfast should allow reaching the objective of 55% energy supplied by carbohydrates, notably complex carbohydrates (starch and fibre). However, both products exhibit inconstant nutritional qualities according to the raw materials and technological processes used. Brown bread should be favoured instead of white bread which has a low nutritional density and a high glycaemic index; baking processes will have to be improved, and a better communication will be necessary to favour the consumption of breads of high nutritional quality. Ready-to-eat cereals intended for adults are of better nutritional quality than those intended for children, containing less simple sugars and lipids, and more fibre.

Key-words: Breakfast – Bread – Ready-to-eat cereals – Nutritional value.

Bibliographie

- [1] Venn B.J., Mann J.I. – Cereal grains, legumes and diabetes. *Eur J Clin Nutr*, 2004, **58**, 1443-1461.
- [2] Anderson J.W. – Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. *Proc Nutr Soc*, 2003, **62**, 135-142.
- [3] Brand J.C., Nicholson P.L., Thorburn A.W., Truswell A.S. – Food processing and the glycemic index. *Am J Clin Nutr*, 1985, **42**, 1192-1196.
- [4] Chatenoud L., La Vecchia C., Franceschi S. *et al.* – Refined-cereal intake and risk of selected cancers in Italy. *Am J Clin Nutr*, 1999, **70**, 1107-1110.
- [5] Jenkins A.L., Jenkins D.J., Zdravkovic U., Wursch P., Vuksan V. – Depression of the glycemic index by high levels of beta-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr*, 2002, **56**, 622-628.
- [6] Brand-Miller J.C., Holt S.H.A., Pawlak D.B., McMillan J. – Glycemic index and obesity. *Am J Clin Nutr*, 2002, **76**, 281S-285S.
- [7] Nicklas T.A., Myers L., Reger C., Beech B., Berenson G.S. – Impact of breakfast consumption on nutritional adequacy or the diets of young adults in Bogalusa, Louisiana: Ethnic and gender contrasts. *J Am Diet Assoc*, 1998, **98**, 1432-1438.
- [8] Zabik. – Impact of ready-to-eat cereal consumption on nutrient intake. *Cereal Food World*, 1987, **32**, 234-239.
- [9] Skinner J.D., Salvetti N.N., Ezell J.M., Penfield M.P., Costello C.A. – Appalachian adolescents' eating patterns and nutrient intakes. *J Am Diet Assoc*, 1985, **85**, 1093-1099.
- [10] Hill G.M. – The Impact of Breakfast Especially Ready-to-Eat Cereals on Nutrient Intake and Health of Children. *Nutr Res*, 1995, **15**, 595-613.
- [11] Smith A.P., Clark R., Gallagher J. – Breakfast cereal and caffeinated coffee: effects on working memory, attention, mood, and cardiovascular function. *Phys & Behavior*, 1999, **67**, 9-17.
- [12] Smith A.P. – Breakfast cereal consumption and subjective reports of health. *Interl J Food Sci Nutr*, 1999, **50**, 445-449.
- [13] Smith A.P. – Breakfast cereal consumption and subjective reports of health by young adults. *Nutr Neuro*, 2003, **6**, 59-61.
- [14] Pollitt E. – Does Breakfast Make a Difference in School. *J Am Diet Assoc*, 1995, **95**, 1134-1139.
- [15] Pollitt E. – Supplement: Breakfast, cognition, and school learning – Introduction. *Am J Clin Nutr*, 1998, **67**, 747S.
- [16] Meyers A.F., Sampson A.E., Weitzman M., Rogers B.L., Kayne H. – School Breakfast Program and school performance. *Am J Dis Child*, 1989, **143**, 1234-1239.
- [17] Nicklas TA, O'Neil CE, Berenson GS. – Nutrient contribution of breakfast, secular trends, and the role of ready-to-eat cereals: a review of data from the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr*, 1998, **67**, 757S-763S.
- [18] Morgan KJ, Zabik ME, Leveille GA. – The role of breakfast in nutrient intake of 5- to 12-year-old children. *Am J Clin Nutr*, 1981, **34**, 1418-1427.
- [19] Morgan KJ, Zabik ME, Stampley GL. – The role of breakfast in diet adequacy of the U.S. adult population. *J Am Coll Nutr*, 1986, **5**, 551-563.
- [20] Hébel P. – Le petit déjeuner anglo-saxon s'installe peu à peu. *CREDOC, La Lettre Consommation et Mode de Vie*, 2007, **204**, <http://www.credoc.fr/pdf/4p/204.pdf>.
- [21] Rizkalla SW, Laromiguiere M, Champ M, Bruzzo F, Boillot J, Slama G. – Effect of baking process on postprandial metabolic consequences: randomized trials in normal and type 2 diabetic subjects. *Eur J Clin Nutr*, 2007, **61**, 175-183.
- [22] Feillet P. – Le grain de blé. Composition et utilisation. Éditions INRA, Paris, 2000, 1-308.
- [23] Rémésy C, Leenhardt F. – Développer les pains bis de type 80. *Valeurs boulangères*, 2007, **9**, 36-39.
- [24] Fardet A, Leenhardt F, Lioger D, Scalbert A, Rémésy C. – Parameters controlling the glycaemic response to breads. *Nutr Res Rev*, 2006, **19**, 18-25.
- [25] Liljeberg H, Granfeldt Y, Björck I. – Metabolic Responses to Starch in Bread Containing Intact Kernels Vs Milled Flour. *Am J Clin Nutr*, 1994, **59**, S779-S779.
- [26] Ostman E, Rossi E, Larsson H, Brighenti F, Björck I. – Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1 → 3; 1 → 4)-beta-glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *J Cer Sci*, 2006, **43**, 230-235.
- [27] Liljeberg HG, Björck IM. – Delayed gastric emptying rate as a potential mechanism for lowered glycemia after eating sourdough bread: studies in humans and rats using test products with added organic acids or an organic salt. *Am J Clin Nutr*, 1996, **64**, 886-893.
- [28] Dahl WJ, Lockert EA, Cammer AL, Whiting SJ. – Effects of flax fiber on laxation and glycemic response in healthy volunteers. *J Med Food*, 2005, **8**, 508-511.
- [29] Colombani PC. – Glycemic index and load – dynamic dietary guidelines in the context of diseases. *Physiol Behav*, 2004, **83**, 603-610.
- [30] Holm J., Hagander B., Björck I., Eliasson A.C., Lundquist I. – The effect of various thermal processes on the glycemic response to whole grain wheat products in humans and rats. *J Nutr*, 1989, **119**, 1631-1638.
- [31] Granfeldt Y., Eliasson A.C., Björck I. – An examination of the possibility of lowering the glycemic index of oat and barley flakes by minimal processing. *J Nutr*, 2000, **130**, 2207-2214.
- [32] Roberts D.C., Truswell A.S., Bencke A., Dewar H.M., Farmakalidis E. – The cholesterol-lowering effect of a breakfast cereal containing psyllium fibre. *Med J Aust*, 1994, **161**, 660-664.
- [33] Hicks V.A., Chen S.C., Kritchevsky D. – The cholesterol-lowering properties of a psyllium-based breakfast cereal in hamsters. *Artery*, 1995, **21**, 352-361.
- [34] Tappy L., Gugolz E., Wursch P. – Effects of breakfast cereals containing various amounts of beta-glucan fibers

- on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects. *Diab Care*, 1996, **19**, 831-834.
- [35] Bartram P., Gerlach S., Scheppach W., Keller F., Kasper H. – Effect of a single oat bran cereal breakfast on serum cholesterol, lipoproteins, and apolipoproteins in patients with hyperlipoproteinemia type IIa. *JPENJ Parenter Enteral Nutr*, 1992, **16**, 533-537.
- [36] Leenhardt F., Levrat-Verny M.A., Chanliaud E., Remesy C. – Moderate decrease of pH by sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. *J Agric Food Chem*, 2005, **53**, 98-102.
- [37] Batifoulier F., Verny M.A., Remesy C., Demigne C. – Variability of B vitamin concentrations in wheat grain, milling fractions and bread products. *Eur J Agron*, 2006, **25**, 163-169.
- [38] Batifoulier F., Chanliaud E., Remesy C., Demigne C. – Effect of different breadmaking methods on thiamine, riboflavin and pyridoxine contents of wheat bread. *J Cer Sci*, 2005, **42**, 101-108.
- [39] Hankin L., Hanna J.G. – Fruit content of breakfast cereals. *Dairy Food Sanit*, 1982, **2**, 409-410.
- [40] Fisher A.E., Naughton D.P. – Iron supplements: the quick fix with long-term consequences. *Nutr J*, 2004, **3**, 2
- [41] Garsetti M, Vinoy S, Lang V, Holt S, Loyer S, Brand-Miller JC. – The glycemic and insulinemic index of plain sweet biscuits: Relationships to in vitro starch digestibility. *J Am Coll Nutr*, 2005, **24**, 441-447.