

INFORMATIONS SPÉCIALISÉES PAIN SUISSE

INFORMATIONS UTILES SUR LE GLUTEN: COMMENT IL EST PRODUIT ET QUELS SONT SES EFFETS

Dr. sc. nat. Stephanie Baumgartner Perren, nutritionniste, infood GmbH, Brugg

Le gluten est un mélange de protéines, les gluténines et les gliadines, qui expliquent l'excellente qualité boulangère de la farine de blé. Grâce au programme fédéral de sélection de blé, les paysans suisses disposent de variétés de blé appropriées et adaptées aux conditions environnementales, qui sont obtenues par sélection et croisement selon la méthode traditionnelle. Les variétés de blé sont transformées avec soin dans les moulins et mélangées de sorte à fournir des farines indigènes optimales aux boulangers. Le gluten développe ses effets dans le fournil sous l'influence du pétrissage, ce qui permet de fabriquer un pain à pores fins, aromatique et gardant sa forme. La combinaison avec d'autres sources de protéines fait du pain un repas complet. Le pain fait partie intégrante de la cuisine suisse.

Le blé suisse contient une part équilibrée de protéines

QUE SONT LES PROTÉINES? QU'EST-CE QUE LE GLUTEN?

Les protéines sont des macromolécules biologiques constituées d'acides aminés. Chaque organisme utilise des protéines, tant le grain de blé que le corps humain. On trouve des protéines dans toutes les cellules; elles leur confèrent leur structure, transportent les métabolites, pompent des substances minérales, catalysent les réactions métaboliques et reconnaissent les messagers.

Le gluten est un mélange de gliadines et de gluténines (protéines) se trouvant dans la graine de certaines sortes de céréales. Mélangées à de l'eau, elles transforment la farine en une masse caoutchouteuse et élastique pendant la préparation de la pâte.

Grâce à son propre programme de sélection, la Suisse produit des céréales panifiables de haute qualité boulangère et a pu augmenter son taux d'auto-provisionnement de 15% à la fin du XIX^e siècle à 85% aujourd'hui. Le génie génétique n'ayant jamais été utilisé dans la sélection en Suisse, les variétés indigènes modernes contiennent toujours le matériel génétique des anciennes variétés du pays, complété par du matériel génétique de certaines variétés étrangères de bonne qualité. Par conséquent, le blé suisse contient les mêmes protéines en quantités similaires depuis le début de la sélection. Le blé suisse possède une teneur en protéines de 8 à 18%, lesquelles se composent pour 80 à 85% de gluténines et de gliadines insolubles et pour 15 à 20% d'albumines et de globulines solubles. Celles-ci sont réparties de façon inégale dans le grain de blé (cf. le téléchargement «Le grain du blé» sur www.painsuisse.ch).

Répartition des protéines dans les diverses fractions du grain

	Enveloppes	Couche à aleurone	Amande farineuse	Germe
Part dans le grain	5%	9%	82%	4%
Teneur en protéines % en poids de la matière sèche	6,9%	31,7%	12,6%	34,0%
Type de protéine prédominant	Protéines structurales	Protéines structurales et enzymes: albumines et globulines	Protéines de stockage: gluténines et gliadines	Protéines structurales et enzymes: albumines et globulines

La sélection de blé poursuit aujourd'hui les trois objectifs principaux suivants:

- stabilisation de la qualité élevée, notamment de la qualité boulangère;
- sécurité du rendement avec des modes de culture extensifs plus écologiques;
- résistance suffisante aux maladies fongiques pour la culture extensive.

À ces trois objectifs principaux s'ajoutent d'autres objectifs, tels la résistance à la verse ainsi qu'au froid et à la germination. Il faut aussi tenir compte de la biodiversité et veiller à ce que le matériel génétique ancien ne soit pas perdu. Soulignons que plus on poursuit d'objectifs, plus les progrès atteints pour chaque objectif sont petits. Certains objectifs comme la résistance à la germination constituent un exercice d'équilibriste, puisqu'il s'agit de freiner la germination sur l'épi et de la reporter au moment souhaité après les semis.

La haute qualité boulangère du blé dépend de sa teneur en protéines et d'un rapport adéquat entre les gliadines et les gluténines qui forment le gluten dans la pâte. Une telle combinaison est un objectif difficile à atteindre pour la sélection, car il présente un déterminisme génétique complexe. De plus, la teneur en protéines ne devrait pas augmenter trop fortement, trop de protéines rendant les grains de blé durs et provoquant, par conséquent, des dommages accrus sur les grains d'amidon à la mouture. L'amidon se trouve sous forme de petites pelotes, lesquelles devraient rester intactes, dans l'amande farineuse du grain de blé. De plus, il existe une corrélation fortement négative entre la teneur en protéines et le rendement, de sorte que les deux ne peuvent pas être accrus à volonté. Les variétés de blé à fort rendement contiennent donc généralement moins de protéines et présentent en moyenne un comportement en panification juste satisfaisant. Le profil protéique ne dépend donc pas seulement de la variété, du sol et de la fumure, mais aussi de facteurs sur lesquelles on ne peut influencer, tels les conditions météorologiques pendant la croissance des plantes. Il revient donc au paysan de combiner le sol, la variété et la fumure de telle manière que ses céréales panifiables atteignent la teneur en protéines dont les transformateurs ont besoin pour leurs diverses fabrications.

Composition des protéines dans la farine

Après la récolte, le meunier mélange les parties du blé de sorte à ce que l'aptitude à la panification de la farine soit la meilleure possible pour l'emploi (p. ex. pain, croissants, articles de pâtisseries) ou la transformation (p. ex. longue conduite de pâte) prévus. Des teneurs en protéines différentes sont en effet nécessaires pour fabriquer les différents produits. La farine boulangère fait partie des farines exigeantes. Une teneur en protéines de 10 à 15% provenant majoritairement de l'amande farineuse est souhaitable dans les farines de blé courantes dans le commerce. Pour la farine bise, une partie de la couche à aleurone séparant l'amande farineuse de l'enveloppe (son) est intégrée à la transformation. Le meunier incorpore également du son et le germe, lequel fournit des protéines supplémentaires, dans la farine complète. La part d'ingrédients sains peut aussi être augmentée par l'ajout séparé de son de blé ainsi que d'aleurone et de germe stabilisés.

Les farines à base de céréales suisses sont reconnues dans le monde entier, p. ex. en France comme «farine améliorante». Elles présentent des avantages pour la fabrication de pain moderne et automatisée ainsi que pour les pâtons surgelés. De plus, les variétés des classes Top et 1 sont très appréciées à l'étranger, car leur qualité boulangère facilite la fabrication de pains complets.

La protéine de stockage présente dans l'amande farineuse du grain, qui joue un rôle important dans le processus de panification, se compose pour 20 à 50% de gliadines et pour 50 à 80% de gluténines. Le gluten est un terme générique désignant le mélange de gliadines et de gluténines. Les gliadines sont de petites protéines extensibles et rondes; les gluténines se composent d'un mélange de grandes et de petites protéines fibreuses. Ces formes tridimensionnelles sont stabilisées par des ponts disulfures internes. Les deux protéines contiennent beaucoup de proline et de glutamine, mais moins de lysine, de tryptophane et de méthionine, des acides aminés essentiels, que les albumines et les globulines, ce qui explique la valeur biologique limitée des protéines de blé. Beaucoup de ces protéines provoquent des intolérances chez près de 5% de la population au total (cf. information spécialisée «Vivre sans douleurs, malgré une intolérance»).

VALEUR BIOLOGIQUE DES PROTÉINES

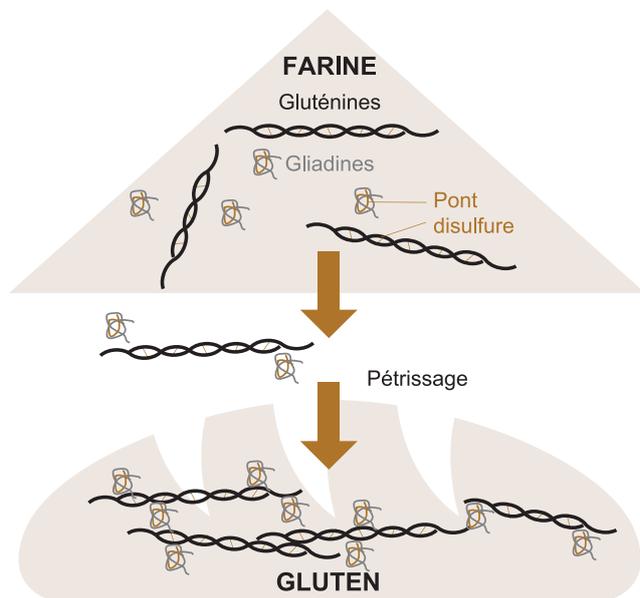
Les protéines du corps humain sont constituées de 23 acides aminés. Huit sont essentiels, à savoir vitaux, et ne peuvent pas être fabriqués par le corps, mais doivent être absorbés avec la nourriture. La valeur biologique des protéines d'une denrée alimentaire indique avec quelle efficacité celles-ci peuvent être transformées en protéines corporelles. Plus la protéine alimentaire ressemble à la protéine corporelle, plus sa valeur biologique est élevée et moins l'homme doit en consommer pour absorber tous les acides aminés vitaux. La teneur en acides aminés vitaux revêt une importance particulière. L'œuf entier, dont la valeur biologique a été fixée à 100, sert de valeur de référence. Cette valeur peut être dépassée grâce à une combinaison judicieuse de denrées alimentaires.

Farine de seigle complète	80
Farine de blé complète	58
Farine de blé blanche	47
75% de protéines de lait et 25% de protéines de farine de blé complet	123
68% de protéines d'œuf de poule et 32% de protéines de farine de blé complet	118

Influence de la préparation de la pâte, de la conduite de la pâte et du processus de cuisson sur la protéine de blé

Il revient ensuite au boulanger de fabriquer de délicieux pains avec de la farine boulangère suisse. Pour ce faire, il utilise ses connaissances approfondies sur la préparation de la pâte, la conduite de la pâte et la cuisson. Lors de la préparation de la pâte, la farine de blé est mélangée avec de l'eau. Il en résulte une masse caoutchouteuse et élastique. Les protéines initialement pliées ou en pelotes se déroulent et s'étirent. Les gliadines et les gluténines se réorganisent sous l'influence du pétrissage et forment ensemble le réseau de gluten de la miche. Fixant deux ou trois fois son propre poids en eau, le gluten humide atteint une teneur d'environ 30 à 35%. Les ponts disulfures entre les protéines ou leurs acides aminés soufrés créent un réseau élastique.

Le réseau de gluten de la mie résulte du pétrissage de la pâte



Les gluténines et les gliadines sont lâchement disséminées dans la farine.

Elles se réorganisent avec l'ajout de liquide et notamment le pétrissage.

Des ponts disulfures se créent entre les gluténines et les gliadines dans la pâte bien pétrie. Il en résulte un réseau.

Le gluten constitue un réseau solide dans une pâte pétrie de façon optimale et s'étire pour former de fines parois de pores lors de la conduite de la pâte qui s'ensuit. Ces pores retiennent le gaz (CO₂) produit lors de la fermentation ainsi que l'air incorporé par le pétrissage. La pâte lève, gagne en volume et prend forme. Pendant la fermentation, les enzymes de la levure et les microorganismes du levain produisent de nombreuses nouvelles substances qui confèrent au pain sa consistance et son arôme. Les pâtes conduites à entre 20 et 40 °C lèvent rapidement. Il en résulte des pores plus grands, mais moins de substances aromatiques. En revanche, les pâtes conduites à basses températures permettent de fabriquer des pains plus aromatiques avec des pores plus petits et plus homogènes. Les farines de seigle, d'avoine, de maïs ou de pommes de terre apportent aussi des arômes différents.

PAIN DE SEIGLE

Le blé représente 90% des céréales panifiables en Suisse, mais on peut aussi fabriquer du pain avec du seigle. Pendant la préparation de la pâte, le gluten gonfle et se gélatinise et forme en fin de compte un réseau tridimensionnel avec beaucoup de pores. Des pentosanes (substances gélatineuses) contribuent aussi au processus. Le blé forme une structure de gluten solide, gardant sa forme et élastique, mais ne contient que peu de pentosanes. Avec au moins 5% de pentosanes, le seigle en contient environ le double; en revanche, il forme un gluten plus faible et friable, gardant moins bien sa forme. Les pains de seigle ont par conséquent plutôt une forme plate. Grâce à leur capacité très élevée à lier l'eau et à gonfler, les pentosanes sont responsables de la structure de la pâte et des propriétés de cuisson du pain de seigle. Leur effet s'améliore avec l'acidification de la pâte (valeur pH d'environ 4,2). Les pâtes contenant 20% et plus de farine de seigle nécessitent donc, outre de la levure, aussi du levain ou des produits acidifiants.

Trois processus se déroulent dans le four: allègement de la pâte, formation de la mie et formation de la croûte. Du gaz est d'abord produit de façon accru, la mie continue de gagner en volume et une mie poreuse et stable est formée. La structure de gluten devient plus molle et dénaturée pendant la cuisson jusqu'à environ 60 °C et plus ferme à partir de 70 °C. Le gluten rejette de l'eau, laquelle est absorbée par l'amidon et utilisée pour la gélatinisation. Dans le pâton, la température augmente à 95 °C. La structure de gluten coagulée fait que le pain conserve sa

forme. La mie reste néanmoins élastique grâce à la part de gliadine. La température extérieure du pâton s'approche de la température du four d'environ 180 °C. Cela déclenche des réactions de brunissement (réactions de Maillard) conduisant à la formation des substances aromatiques et de la croûte.

LA TRANSFORMATION AMÉLIORE LA DIGESTIBILITÉ DES CÉRÉALES

On associe en général la transformation des denrées alimentaires à une perte de substances nutritives. C'est le contraire qui est vrai pour les macroéléments nutritifs des céréales que sont les protéines, l'amidon et les fibres alimentaires. Dans les denrées alimentaires non transformées, les protéines sont présentes à l'état natif, pliées en quatre. Les enzymes digestives humaines ont ainsi plus de peine à couper la chaîne d'acides aminés. Le chauffage dénature les protéines, ouvre leurs structures et les rend plus digestes. L'amidon est aussi difficile à digérer à l'état natif et se présente sous forme de granules enchevêtrés. Suite au mélange avec de l'eau et au chauffage subséquent, l'amidon gélatinise, s'ouvre et devient plus digeste. Les farines de blé contiennent plus ou moins de fibres alimentaires indépendamment de leur degré de mouture. Grâce au chauffage dans un environnement humide, ces fibres gonflent et gagnent en efficacité. La teneur en phytates de la farine dépend aussi du degré de mouture. Les phytates lient les substances minérales dans la plante et dans le bol alimentaire, de sorte qu'ils ne sont plus à la disposition du corps. Les céréales et la levure contiennent aussi des enzymes décomposant les phytates. Lors de la fabrication de produits à base de farine complète, la teneur en phytates est réduite par le levage prolongé, ce qui améliore la valorisation des substances minérales.

Le blé est très apprécié en raison de ces caractéristiques: pâte aux pores fins, la croûte croustillante et l'arôme délicat. Il représente 90% des céréales panifiables en Suisse et fournit des quantités importantes de protéines. Une consommation journalière moyenne de 133 g ou de 2 à 3 tranches de pain fournit 12,6 g de protéines pour un besoin quotidien de 50 g pour une femme et de 70 g pour un homme (base: 0,8 g par kg de poids corporel).

La teneur moyenne en substances nutritives est la suivante pour 100 g de produit:

	Grain de blé	Farine bise	Pain bis
Ingrédients principaux		Farine bise (100%)	Farine bise (56%), eau, levure, sel
Energie	1285 kJ/306 kcal	1440 kJ/340 kcal	1000 kJ/235 kcal
Graisse	1,8 g	1,7 g	1,2 g
Hydrates de carbone	61,0 g	64,6 g	44,3 g
Protéines	11,4 g	13,5 g	9,5 g
Fibres alimentaires	13,3 g	5,7 g	4,1 g

La valeur biologique des protéines contenues dans le pain est certes moindre (cf. valeur biologique des protéines au p. 3) que celle des protéines animales, mais la consommation parallèle de lait, de viande ou d'œuf permet de l'améliorer. En consommant des céréales avec des légumineuses, une excellente combinaison végétale, on obtient aussi des protéines de haute valeur, p. ex. de la soupe aux pois avec du pain, des falafels dans une poche de pain ou des lentilles avec du riz.

Sources et littérature complémentaire

- Office fédéral de l'agriculture (OFAG), station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) et station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) (2008) «*Variétés, semences et plants en Suisse*». www.blw.admin.ch/themen/00011/00077/index.html?lang=fr (dernière consultation 16 mars 2015)
- www.healthgrain.org (dernière consultation 16 mars 2015)
- www.healthbread.eu (dernière consultation 16 mars 2015)
- Felber J et al. (2014) «*S2k-Leitlinie Zöliakie – Ergebnisse einer S2k-Konsensuskonferenz zur Zöliakie, Weizenallergie und Weizensensitivität*». AWMF-Register Nr. 021/021 publié par Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselerkrankungen (DGVS) et Deutsche Zöliakie-Gesellschaft (DZG e.V.)
- Office fédéral de l'agriculture (OFAG); Observation du marché (2009). «*Statistique de la consommation de pain*» www.blw.admin.ch
- Weiss C (2010) «*Brot und Backwaren*». Ernährungsumschau 9/10: 33–36
- Weiss C (2012) «*Nährstoffveränderungen bei der Lagerung, Verarbeitung und Zubereitung von Lebensmitteln*». Ernährungsumschau 7: B25–B29 (A); 8: B29–B32 (B) und 9: B33–36 (C)
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P (2001) «*Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Kapitel Getreide und Getreideprodukte*». 5. Aufl. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. ISBN 3-540-41096-1.
- Köhler P, Schurer F, Kieffer R, Wieser H (2006) «*Folien aus Weizeneiweiss*». Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Forschungsreport 2/2006:30–32
- Baraka S et al. (2015) «*Biochemical and Functional Properties of Wheat Gliadins: A Review*». Critical Reviews in Food Science and Nutrition 55 (3): 357–368
- Veraverbeke WS, Delcour JA (2002) «*Wheat Protein Composition and Properties of Wheat Glutenin in Relation to Bread Making Functionality*». Critical Reviews in Food Science and Nutrition 42 (3): 179–208