

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

15949
Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

ETUDES DU ROLE DE FIBRES DANS

L'ALIMENTATION PORCINE

par

Norrytha WUNTU

année universitaire 1992-1993



SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	1. LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DES FIBRES	3
	2.1.1. La Cellulose	3
	2.1.2. Les Hémicelluloses	3
	2.1.3. Les Pectines	3
	2.2. EXEMPLES D'ALIMENTS RICHES EN FIBRES	4
	2.2.1. Le Son de Blé	4
	2.2.2. Tourteaux de Coco	4
III .	LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA DIGESTION DES FIBRES ALIMENTAIRES	5
	3.1. Généralités	5
	3.2. Facteurs intervenant sur la fermentation des fibres	6
	3.3. Effets physiologiques des fibres au niveau digestif	7
	3.3.1. Effets des fibres sur la vidange gastrique et sur la vitesse de transit digestif	7
	3.3.2. Effets des fibres sur l'acidification caecale et la prolifération des cellules épithéliales	8
IV.	EFFETS DES FIBRES AU NIVEAU METABOLIQUE	9
	4.1. Effets hypocholestérolémiant des fibres	9
	4.2. Le rôle des fibres dans la régularisation de la glycémie	10
V.	CONCLUSION	11
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	12

CHAPITRE I

INTRODUCTION

La consommation de nombreux aliments d'origine végétale aboutit à l'ingestion de quantités notables de fibres. Sous le terme de fibres, on désigne divers polysaccharides qui sont peu ou pas digérés dans l'intestin grêle mais qui peuvent être dégradés par la flore microbienne du gros intestin (caecum, colon). Parmi ces composés on trouve la cellulose, les hémicelluloses ainsi que les pectines et les gommes, voire certains composés de plus faible poids moléculaire, tels que les galactosides.

L'évolution des fibres varie selon la physiologie digestive de l'animal. Chez les ruminants ou polygastriques les aliments sont considérablement modifiés par la flore du rumen avant de subir la dégradation déterminée par la machinerie digestive propre à l'animal. Chez les monogastriques, cette machinerie intervient en premier ; abondante seulement dans les dernières parties du tube digestif, la flore a un rôle restreint, fondé sur l'utilisation des résidus laissés par la digestion et l'absorption. (2)

L'introduction d'une part importante de fibres dans le régime d'un monogastrique peut présenter un certain nombre de problèmes. On sait en effet que leur présence entraîne une moins bonne utilisation digestive des protéines (moindre disponibilité des acides aminés).

Les recherches nutritionnelles en relation avec les fibres se sont surtout consacrées aux problèmes d'apport protéique ainsi qu'aux problèmes de surconsommation lipidique. Il est important de s'intéresser aux effets d'un régime fibreux sur la nutrition d'un monogastrique. (2)(8)

Dans ce travail bibliographique nous exposerons les avantages d'un aliment riche en fibres. Ils sont de deux types essentiels :

- L'avantage économique :

Le facteur le plus important du coût pour le producteur est les aliments. C'est pourquoi il doit les manipuler pour obtenir un profit plus important. Les fibres sont des aliments meilleur marché et plus faciles à trouver.

- L'avantage qualitatif :

Actuellement le consommateur fait attention à sa consommation de viande. Par exemple, le consommateur veut éviter le cholestérol ; donc la production de viande moins grasse est appréciée. Pour obtenir un tel produit il faut appliquer un régime riche en fibres.

CHAPITRE II

2.1. LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DES FIBRES

2.1.1. La cellulose

La cellulose est formée d'unités glucose dont le degré de polymérisation peut aller jusqu'à 10.000. La cellulose est insoluble dans l'eau, mais peut absorber de l'eau particulièrement dans l'intestin grêle. (2)

2.1.2. Les hémicelluloses

A la différence de la cellulose, les hémicelluloses forment une classe très hétérogène dont les principaux points communs sont certains critères chimiques : insolubilité dans l'eau bouillante, solubilité dans les alcalis dilués, hydrolyse à chaud par les acides dilués. Cette hydrolyse donne principalement des pentoses (xylols, rabinose, ce qui correspond à des rabanes). (9)

Les hémicelluloses ont des propriétés physiologiques importantes par leur capacité de fixation de l'eau et de cations, comme beaucoup d'autres hypocyloïdes. (9)

2.1.3. Les pectines

Les substances pectiques sont un groupe de polyosides abondants dans les lamelles moyennes où elles joueraient le rôle de ciment intercellulaire. La richesse en acide uranique des pectines est très importante puisque cette fraction peut constituer plus de 85 % de la matière sèche.

De plus, les groupements carboxyles sont plus ou moins estérifiés par des groupements méthyle selon le type de pectine. Les pectines les plus méthylées sont celles qui contiennent le plus d'arabinose. Il existe de légères différences dans la digestibilité des pectines en fonction de leur degré de méthylation, les moins méthylées étant les plus digestibles. Il existe aussi des pectines de poids moléculaire différent variant de 30.000 à 300.000. (9)

2.2. EXEMPLES D'ALIMENTS RICHES EN FIBRES

2.2.1. Le son de blé

Il est riche en hémicellulose et contient de la cellulose lignifiée, ce qui explique sa faible digestibilité. D'un point de vue global, le son de blé contient beaucoup d'arabinose, de xylols (sous forme d'arabinoxylanes) et de glucose ainsi que de petites quantités de mannose et d'acides uraniques.

La teneur en lignine est importante (7 à 10 % de la matière sèche). C'est donc l'une des fibres les moins dégradées dans le gros intestin, particulièrement chez les espèces qui ont un temps de transit relativement court tel que le porc. (3)(4)(7).

2.2.2. Tourteaux de coco

Les fruits du coco constituent une source nutritionnelle importante dans certains pays tropicaux. Ils sont riches en fibres qui contiennent une proportion importante de mannose, de galactose et d'acides uraniques. Il est probable que l'ingestion élevée de coco a les mêmes effets que ceux du son de blé. (3)(7).

CHAPITRE III

LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA DIGESTION DES FIBRES ALIMENTAIRES

3.1. Généralités

L'anatomie du tube digestif et le comportement alimentaire des différentes espèces de monogastriques sont très divers si bien que les quantités de fibres ingérées et leur digestibilité peuvent varier énormément d'une espèce à l'autre.

La digestion des glucides est essentiellement biphasique : hydrolyse, lorsqu'elle est possible, des poly. et des oligo-saccharides dans l'intestin grêle et absorption des oses simples. Rappelons que la bordure en brosse des entérocytes contient de nombreuses hydrolases (lactase, maltase, isomaltase sucrase) les oses simples libérés diffusent très particulièrement dans la lumière intestinale puisqu'ils sont absorbés très rapidement par les entérocoques par diffusion facilitée ou transport actif. Le facteur limitant de la digestion des polysides est donc l'hydrolyse en oligosaccharides.

Bien qu'il existe des amylases très actives d'origine salivaire, pancréatique, voire intestinale, les polysides ne sont pas entièrement digestibles dans l'intestin grêle et parviennent jusqu'au gros intestin où ils seront fermentés par la flore symbiotique. (9)

Dans le gros intestin, la digestion des glucides est aussi biphasique : hydrolyse totale de tous les glucides par les enzymes bactériennes pour aboutir à des oses simples, suivie de leur glycolyse.

Justement, dans le processus de fermentation, la population microbienne tire de la glycolyse l'énergie et les carbones nécessaires à son entretien et à sa prolifération. Les produits finaux de ce métabolisme sont constitués par l'hydrolyse des polymères en composés de poids moléculaire plus faible. C'est le cas, en particulier, de l'activité cellulolytique qui peut être insuffisante si le temps de transit digestif de l'espèce est trop bref ou si la cellulose est peu digestible de par sa lignification.

En fait, la digestion microbienne ne se limite pas au gros intestin puisqu'il existe une densité de micro-organismes importante dans certaines zones de l'estomac ou dans l'intestin grêle. Si l'action fermentaire peut être notable dans les parties non sécrétoire de l'estomac de certaines espèces avec production d'acide lactique, la densité des micro-organismes est beaucoup trop faible pour l'intestin grêle ; on peut noter toutefois un démarrage des fermentations à la fin de l'iléon.

L'importance de la production des acides gras volatils est maintenant reconnue, que ce soit chez les espèces herbivores ou chez les espèces omnivores tels que le rat, le porc ou l'homme. (6) (9)

3.2. Facteurs intervenant sur la fermentation des fibres

Les possibilités de fermentation des fibres par la microflore dépendent de leur solubilité, de leur nature et de leur structure chimique, de la flore et du temps de séjour des aliments dans le tube digestif. Par exemple, les aliments riches en lignine et en cellulose comme le son de blé, sont résistants à l'activité des micro-organismes intestinaux tandis que les fibres riches en hémicellulose, en substances pectiques ou en galactomannanes, sont complètement fermentescibles. (5)

La complexité de la ration peut, dans certains cas, influencer la digestibilité des fibres ingérées. Chez le porc, on n'a pas trouvé de différence de digestibilité de la cellulose en fonction de sa proportion dans la ration. Par contre, des fibres peu digestibles telles que la cellulose peuvent exercer un effet d'encombrement digestif important alors qu'avec des fibres peu digestibles telles que la cellulose elles peuvent exercer un effet d'encombrement digestif important alors qu'avec des fibres fermentescibles l'encombrement digestif (quantité de matière fraîche continue dans l'intestin) est assuré surtout par la masse des micro-organismes contenus dans le gros intestin.

Le degré de fermentation de certaines fibres insolubles peut-être influencé par la taille des particules, la disponibilité en matière azotée ou la présence des divers glucides solubles. (4)

Par exemple, la finesse des particules de son ingérées peut avoir une influence sur leur digestibilité qui est variable selon les espèces ; chez l'homme et chez le porc, on obtient une meilleure digestibilité en augmentant la taille des particules de son. Mais, le processus de digestion microbienne chez les ruminants comme chez les monogastriques, les phénomènes d'adaptation jouent également un rôle considérable particulièrement pour certaines fibres. Ainsi, l'adaptation de la flore bactérienne est très importante dans le cas d'un aliment riche en pectine.

3.3. Effets physiologiques des fibres au niveau digestif

Une ingestion élevée de fibres peut affecter un grand nombre de paramètres physiologiques : vitesse du transit digestif, absorption des nutriments, des minéraux, modification de l'hyperglycémie postprandiale et de certains paramètres lipidiques sanguins.

3.3.1. Effets des fibres sur la vidange gastrique et sur la vitesse de transit digestif

Les fibres peuvent influencer sur la vidange gastrique chez l'homme, chez le rat et chez le porc. Administrée seule, la pectine diminue la vitesse de vidange gastrique chez l'homme, mais cet effet est beaucoup moins évident lorsque ces hypocyloïdes sont incorporés dans un repas ordinaire.

Chez le porc, la pectine agit indirectement sur la vidange gastrique en augmentant seulement la viscosité du contenu.

Une vitesse de transit accélérée peut non seulement perturber des processus digestifs dans l'intestin grêle, mais entraîner aussi une fermentation très rapide des glucides solubles ingérés. Tout ce processus peut conduire à l'apparition de diarrhées d'origine nutritionnelle. Pour aboutir à une digestion équilibrée, il est important que les aliments aient séjourné suffisamment longtemps ; ceci suppose, lorsque l'ingestion de fibres est élevée, que le tube digestif ait une grande capacité de rétention des aliments comme chez les herbivores.

En fait, les régimes riches en fibres sont constitués d'un mélange complexe de polymères solubles et il existe une diminution nette du temps de transit digestif avec de telles rations. (9)

3.3.2. Effets des fibres sur l'acidification caecale et la prolifération des celluloses épithéliales

Les fibres stimulent la prolifération des cellules épithéliales du colon. L'encombrement digestif provoqué par les fibres serait un des facteurs responsables de l'élévation de l'activité mitotique de l'épithélium.

D'autre part, la présence des fibres est nécessaire puisqu'une alimentation liquide dépourvue de fibres a plutôt tendance à provoquer l'hypotrophie de l'épithélium intestinal. La pectine serait très efficace pour stimuler l'hyperplasie des cellules épithéliales.

Les hypocycloïdes de la ration peuvent agir également au niveau de l'intestin grêle : un régime riche en pectine augmente par exemple le poids de l'intestin grêle et plus particulièrement celui de l'iléon. Les mécanismes d'action des fibres sur la morphologie de l'intestin grêle et du gros intestin sont sans doute sensiblement différents. Au niveau de l'intestin grêle on peut présumer une action directe des fibres par l'intermédiaire de la modification des propriétés physico-chimiques du contenu ; au niveau du gros intestin, à cause des fermentations et des processus d'absorption qui y sont liés, à de nombreux autres mécanismes entrent sans doute en jeu :

- Abaissement du pH intracellulaire dans les cellules épithéliales affectant certains stades de la prolifération cellulaire.
- Modification du métabolisme des acides biliaires par une diminution du pH de la lumière du tube digestif, ce qui contribue à augmenter leur concentration.
- Effets directs sur la production d'acides gras volatils (AGV). Les AGV peuvent stimuler la prolifération des cellules du colon. Par exemple, le butyrate est un excellent substrat énergétique pour les cellules épithéliales du caecum et du colon.

En plus de leur rôle en tant que substrat énergétique, les AGV augmentent l'index mitotique de l'épithélium digestif. (2)(9)

CHAPITRE IV

EFFETS DES FIBRES AU NIVEAU METABOLIQUE

4.1 Effets hypocholestérolémiants des fibres

L'ingestion de régimes riches en fibres peut modifier considérablement les paramètres lipidiques sanguins, qui a des conséquences physiopathologiques très importantes tout au moins chez l'homme.

Le rôle hypocholestérolémiant des fibres est apparu comme le plus important puisque l'hypercholestérolémie chez l'homme semble être à l'origine de nombreuses maladies du système cardio-vasculaire.

Les experts suggèrent que les fibres conduisent à une réduction nette du taux de cholestérol circulant. Chez l'homme, cet effet peut jouer un rôle très important dans la prévention et le traitement des maladies que l'on retrouve fréquemment dans le monde occidental.

Chez l'homme, les effets hypocholestérolémiants sont liés à l'utilisation des fibres solubles telles que les pectines, mais des résultats récents montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre la composition et les structures de fibres et leurs effets physiologiques.

L'effet hypocholestérolémiant des fibres solubles a sans doute une origine très diverse : il peut s'agir de la diminution des processus d'absorption des nutriments et plus particulièrement du cholestérol, de l'augmentation de l'excrétion des sels biliaires, de la modification du métabolisme intestinal et hépatique des lipoprotéines.

L'acétate et le butyrate peuvent constituer des sources d'acétyl CoA pour la cholestérogenèse et ne seraient donc pas impliqués dans l'inhibition de la synthèse du cholestérol. Chez le porc on a trouvé que l'acide propionique faisait chuter les concentrations de cholestérol sérique total. La propionate pourrait inhiber l'enzyme (hmg CoA réductase) limitante pour la synthèse du cholestérol.

Dans l'intestin, les hypocycloïdes pourraient absorber le cholestérol et ralentir sa vitesse d'absorption. L'effet hypocholestérolémiant de la pectine est bien sûr dépendant des autres constituants de la pectine et bien sûr dépendant des autres constituants de la ration, et en particulier des lipides.

En fait il existe une bonne corrélation entre l'excrétion des sels biliaires et l'effet hypocholestérolémiant, le son de blé étant par exemple sans effet sur ces deux paramètres à la différence de la pectine.

4.2. Le rôle des fibres dans la régulation de la glycémie

Le contrôle de la glycémie est très complexe puisqu'il faut équilibrer en permanence l'absorption, la production et l'utilisation du glucose. Si les fibres contribuent à la glycémie, leur rôle ne peut être qu'indirect.

Lorsque l'absorption du glucose est élevée (régimes riches en sucres solubles) la glycémie portale s'élève ; du glucose peut être utilisé par le foie et surtout, les tissus périphériques consomment un maximum de glucose grâce à l'insulo-sécrétion. Lorsque l'absorption du glucose est faible (régime hyperprotéique, hyperlipidique ou riche en fibres) le foie a plutôt tendance à libérer du glucose par néoglucogenèse.

La présence de fibres pourra agir sur la glycémie par l'intermédiaire de la vitesse d'absorption du glucose, par l'intermédiaire du métabolisme hépatique ou de l'utilisation périphérique. Au niveau hépatique, les fibres peuvent agir sur le métabolisme glucidique par l'apport d'acides gras volatils dont seul le propionate est glucoformateur. Pour diminuer la glycémie, il est très efficace de substituer à l'amidon des glucides destinés à être fermentés dans le gros intestin. Toutefois les flux de glucose obtenus par cette voie chez les monogastriques sont bien plus faibles que par la digestion et l'absorption directe de glucides de la ration. La réduction de la glycémie par l'utilisation d'un régime fibreux amène donc une baisse de l'accumulation graisseuse chez l'animal. (9)

CHAPITRE V

CONCLUSION

L'objectif de cette synthèse bibliographique était de présenter les possibilités d'utilisation des fibres qui jouent un rôle important en nutrition.

Dans de nombreuses situations physiologiques ou nutritionnelles, il existe un effet bénéfique de régimes riches en fibres : soit une contribution à la concentration en cholestérol, soit une diminution du glucose pour éviter l'accumulation graisseuse.

Les régimes très riches en fibres qui ont été mis au point permettent un apport exceptionnellement élevé d'AGV chez le porc. On conclut qu'il est possible de nourrir cette espèce avec un régime à forte teneur en fibres dans la ration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 BIKAWA T., (1983). La relation entre la nutrition et l'environnement thermique chez le porc de 25 à 100 kg de poids vif. USTL Montpellier pp 1 - 35.
- 2 BLUM J.C., (1984). L'alimentation des animaux monogastriques porcs, lapins, volailles. INRA Paris. pp 50 - 75
- 3 CAMPABADAL G., CRESWELL D., WALLACE A.D., et colab (1976). Nutritional value.
- 4 LE DIVIDICH J., CANOPE I., HENDREVILLE F., DESPOIS E., (1975). Une nouvelle source énergétique et azotée pour l'alimentation du porc en finition aux Antilles, le son fin de blé. Nouvelle Agronomie. Antilles Guyane. pp 284 - 292.
- 5 KNABE D.A., TANSKELY T.D., HESBY J.H., (1979). Affect of lysine crude fiber and free gossypol in cottonseed meal on the performance of growing pigs. Journal Animal Science. pp 134 - 142.
- 6 KOYONGO-MALE H., ULLREY D.E., MILER E.R., (1976). Alimentation des porcs avec du manganèse. 1- les types
- 7 SHARDA D.P., PRADHAN K., SINGH P., (1977). Nutritive value of rice polish for growing pigs. Journal Animal Science. pp 482 - 485.
- 8 TULUNG B., (1984). Métabolisme et mobilisation des lipides chez les vaches laitières en début de lactation. USTL Montpellier. pp 3 - 14.
- 9 TULUNG B., (1986). Effets physiologiques des fibres sur la digestion chez le rat. USTL Montpellier. pp 1 - 70.