

UTILISATION D'UN CHAMPIGNON MYCELIEN
(Pénicillium commune)
DANS L'ALIMENTATION DU LAPIN

André Salse et P. Raynaud

Institut de Physiologie, 2 rue F. Magendie Toulouse

INTRODUCTION

Le champignon étudié : Pénicillium commune, a été cultivé de façon semi industrielle sur du lactosérum bovin, traité en ultrafiltration pour en extraire les protéines utilisées par ailleurs, et avec de l'urée comme seule source azotée. Les rendements en matière sèche et en protéines fongiques sont respectivement de l'ordre de 38 % et 15 % (RAIMBAULT, 1979).

Le mycélium est récolté par filtration et la biomasse obtenue contient 38 à 46 % de matière azotée totale. Cette teneur en azote élevée de Pénicillium commune en fait une source protéique privilégiée. Cependant, des expériences de substitution partielle de soja par du pénicillium dans des régimes pour rats et souris font apparaître que suivant l'état de culture du champignon, les proportions introduites et la technique d'incorporation, les résultats sont très variables (NANEMA, 1977 ; GARCIA, 1982).

Dans ce travail, nous avons voulu vérifier si pour le lapin, dont la flore digestive extrêmement active et la pratique de la caecotrophie permet l'utilisation de formes azotées végétales non utilisables par les autres monogastriques (GALLOUIN, 1981), le Pénicillium commune avait une valeur nutritionnelle meilleure que pour le rat.

MATERIEL ET METHODES

1 - Pénicillium commune est un champignon mycélien dont la teneur azotée peut varier de 6,2 à 8,1 p. cent de la matière sèche. Cet azote est essentiellement protéique (65 à 80 p. cent) mais il est aussi sous forme de sucres aminés (7,2 à 8,5 %) de nucléotide (3 à 5 %) et de sels azotés (3 à 7 %) (SALSE et RAYNAUD, 1983 I).

Lorsque le champignon est mis à "trempier", on constate que, sans que la structure cellulaire soit détruite, 20 à 30 % de la matière sèche contenant 30 à 60 % de l'azote total, passe en solution.

L'azote soluble est constitué par 70 à 80 % d'azote protéique dont 15 à 30 % est sous forme d'acides aminés libres ; le reste est principalement de l'azote minéral (11 à 16 %).

La matière sèche insoluble représente environ les 2/3 de celle du champignon mis à tremper ; sa teneur en azote est de 6,8 à 8,1 % (contre 9,6 à 11,2 % pour la matière sèche soluble).

L'azote insoluble est surtout sous forme de protéines (76 à 80 %) et d'hexosamines (11 à 15 %). Une analyse des acides aminés montre que la composition du pénicillium est convenable ; le rapport acide aminé indispensable et semi-indispensable sur acides aminés totaux est voisin de 0,50 et l'indice chimique est pratiquement le même que celui du soja.

La lysine, l'arginine et la leucine occupent une place prépondérante par rapport aux acides aminés soufrés qui apparaissent comme les facteurs limitants (Tableau 1).

la fraction soluble s'enrichit en ornithine, lysine, histidine et arginine ainsi qu'en acide γ aminobutyrique au détriment de la fraction insoluble (Tableau 1).

2 - Nous avons constitué des régimes alimentaires contenant 12 % de matière azotée totale dont une moitié est apportée par de la luzerne (pour assurer l'appétence) et l'autre moitié soit par du tourteau de soja pour la ration témoin, soit par du champignon entier ou sa fraction insoluble pour le régime essai étudié. Le reste de la ration est constitué par 3 % de mélange minéral (UAR 205 b), 2 % de complexe vitaminique (UAR 200), 5 % d'huile d'olive vierge et de l'amidon de riz (q.s.p. 1 000).

L'aliment fabriqué au laboratoire se présente sous forme de granulés cylindriques de dimension très voisine de ceux habituellement destinés au lapin et trouvés dans le commerce.

Tableau 1 - Répartition des acides aminés dans *Penicillium commune* (en p. 100 des acides aminés totaux et en mg/g de MS de *Penicillium*).

	Pénicillium entier		Fraction insoluble		Fraction soluble		Acides aminés libres	
	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g
Acide aspartique	9.8	32	9.4	24	8.9	11	5.4	1.7
Threonine	5.7	17	6.0	13	7.2	8	3.9	1.1
Serine	6.3	16	5.7	11	8.6	8	6.3	1.5
Acide glutamique	9.0	33	8.9	25	11.3	15	11.0	3.7
Proline	4.5	13	4.5	10	4.3	5	1.0	0.3
Glycine	8.3	15	8.7	12	8.6	6	2.1	0.4
Alanine	9.1	20	8.5	14	9.1	8	16.4	3.4
Valine	6.5	19	6.5	15	5.5	5	3.9	1.1
Cysteine	1.0	6	1.0	5	2.1	2	2.2	0.6
Methionine	1.5	6	1.6	5	1.4	2	1.5	0.5
Isoleucine	5.0	16	5.9	15	3.8	5	2.0	0.6
Leucine	7.6	25	8.2	20	5.8	7	5.1	1.5
Tyrosine	1.8	8	2.2	7	1.7	3	1.8	0.8
Phénylalanine	3.4	14	3.6	11	2.4	4	2.6	1.0
Acide γ aminobutyrique	0.01	0.4	0.8	2	1.0	1	8.8	2.1
Ornithine	1.1	4	0.7	2	2.4	3	3.0	0.9
Lysine	6.0	22	5.9	16	6.5	9	4.3	1.4
Histidine	1.9	7	2.0	6	2.1	3	1.0	0.4
Arginine	4.6	21	4.9	16	5.5	9	6.8	2.7
Glutamine							9.8	3

Tableau 2 - Formule des différentes rations (en g/kg d'aliment)

	Témoin (soja)	Essai I (champignon entier)	Essai II (fraction insoluble)
Luzerne	353	353	353
Soja 50	121	0	0
Pénicillium	0	137	0
Fraction insoluble	0	0	146
Composé minéral	30	30	30
Complexe vitaminique	20	20	20
Huile d'olive	50	50	50
Amidon	426	410	401

3 - Pour chaque ration étudiée, des lapins mâles en période de croissance sont répartis au hasard dans des cages individuelles, à métabolisme, de telle sorte qu'une cage d'animal essai est encadrée par deux cages d'animaux témoins.

La ration alimentaire et les eaux de boisson sont fournies ad libitum et les mesures nécessaires à l'établissement des bilans sont commencées après une période d'adaptation de deux semaines et elles sont poursuivies pendant 10 jours consécutifs.

Le CEP, le CUD, le CUP et la valeur biologique apparente sont calculés ainsi que le CUD total.

RESULTATS

Les résultats obtenus sont consignés sur le tableau 3.

1 - Le lapin utilise convenablement l'aliment contenant le champignon entier ; la croissance des animaux est la même dans les deux séries (témoin I et essai I) et il n'apparaît pas de différence significative quel que soit le coefficient nutritionnel étudié.

Tableau 3 - Coefficients nutritionnels obtenus avec des lapins consommant les régimes suivants :

Témoin I et II : régime contenant le soja
 Essai I : régime contenant le champignon entier
 Essai II : régime contenant la fraction insoluble du champignon.

	Témoin I	Essai I	P (?)	Témoin II	Essai II	P (2)
ΔP (1)	35 \pm 6	33 \pm 6	NS	26 \pm 2	17 \pm 2	**
conso. (1)	93 \pm 2	90 \pm 2	NS	84 \pm 4	68 \pm 4	**
N abs (1)	0,94 \pm 0,04	0,78 \pm 0,04	NS	1,08 \pm 0,09	0,79 \pm 0,07	NS
N ret (1)	0,55 \pm 0,02	0,43 \pm 0,03	NS	0,77 \pm 0,09	0,47 \pm 0,06	NS
CEP	3,2 \pm 0,3	3,0 \pm 0,3	NS	3,0 \pm 0,3	2,4 \pm 0,2	NS
CUD	52 \pm 2	45 \pm 1	NS	74 \pm 3	66 \pm 3	NS
CUP	30 \pm 1	25 \pm 1	NS	51 \pm 4	38 \pm 5	NS
CR	59 \pm 1	54 \pm 2	NS	68 \pm 4	53 \pm 6	NS
CUD _T	62 \pm 1	62 \pm 1	NS	75 \pm 1	75 \pm 1	NS

(1) Le gain de poids (ΔP), la consommation alimentaire (conso.), l'azote absorbé (N abs.) et l'azote retenu (N ret) sont exprimés en g/jour.

(2) NS = pas de différence significative

** = différence significative à 1 p. 100

*** = différence significative à 1 p. 1000

Malgré cette différence, les résultats obtenus avec la fraction insoluble du champignon sont semblables à ceux obtenus avec le champignon et il n'apparaît pas de différence significative entre régime essai et témoin.

Cela peut s'expliquer par le fait que la flore digestive, en particulier celle du caecum, utilise très bien les molécules azotées non protéiques telles que les hexosamines. De telles molécules doivent également fournir une potentialité énergétique sous forme d'acides gras volatils.

D'autre part, les formes protéiques insolubles sont en majeure partie des éléments de la paroi et des organites cellulaires. Elles sont protégées des sucs digestifs classiques par les polymères glucidiques auxquels elles sont liées (SOUTHGATE, 1976) mais elles peuvent être métabolisées par la flore caecale pour synthétiser ses propres protéines que le lapin "récupère" au cours de la caecotrophie.

C'est ainsi que l'on peut expliquer les bonnes performances obtenues avec la fraction insoluble du pénicillium chez le lapin alors que la croissance de rats soumis aux mêmes expériences devient nulle (SALSE et RAYNAUD, 1983 II).

L'écart observé pour le CR et le CUP entre essais et témoin est lié dans ce cas aux pertes d'azote sous forme ammoniacale qui ont lieu lors de la transformation des formes azotées non protéiques (ou protéiques non digérées) en protéines bactériennes.

CONCLUSION

Le pénicillium commune constitue une source protéique très efficace pour le lapin du fait de la présence d'acides aminés libres et de peptides de faible poids moléculaire.

La fraction insoluble de pénicillium commune, malgré une teneur en indigestible importante, permet d'assurer une croissance convenable de nos animaux.

Ceci s'explique par l'intervention des microorganismes dont la protéosynthèse s'effectue à partir des molécules azotées ayant échappé aux enzymes digestives et qui parviennent au caecum.

RESUME

Suivant les conditions de culture de penicillium commune, 20 à 30 % de sa matière sèche est soluble. Cette fraction soluble est très riche en azote (9,6 à 11,2 %) et 70 à 80 % de cet azote est sous forme d'acides aminés libres, de peptides et de protéines de faible poids moléculaire. La fraction insoluble est moins riche en azote (6,1 à 8,1 %) et 11 à 15 % de cet azote est sous forme d'hexosamines. Des régimes alimentaires contenant 12 % de MAT sont préparés de telle façon que la moitié de l'azote soit apportée par de la luzerne et l'autre moitié soit par du soja pour le régime témoin, soit par le champignon entier ou sa fraction insoluble pour le régime essai.

Le champignon entier constitue une source de protéine très efficace et sa fraction insoluble assure une croissance convenable de nos lapins dont la flore digestive permet l'utilisation des sucres aminés et des protéines entrant dans la constitution des parois cellulaires du champignon.

SUMMARY

According to the culture condition 20 to 30 % of the dry matter of Penicillium commune is soluble and the soluble fraction is very rich in nitrogen (9.6 to 11.2 %), 70 to 80 % of which is in the form of free amino acids peptides and low molecular weight proteins.

The insoluble fraction is less rich in nitrogen (6.1 to 8.1 %) and 11 to 15 % of the nitrogen is in form of hexosamines.

Dietary ration including 12 % nitrogen-containing material were prepared in such a way that half the nitrogen came from lucern and the other half from soya for the control diet or from Penicillium commune mycelium or the insoluble fraction of the mould for the various test group. The rations were given ad libitum.

Whole penicillium was an acceptable source of proteine and the insoluble fraction led normal growth in the rabbit which has a digestive flora that allows the amino sugar and the proteins of the fungal cell walls to be used.

BIBLIOGRAPHIE

- COMBE E., PATUREAU-MIRAND P., BAYLE G., PION R. - Influence de l'aliment et de la microflore sur la teneur en sucres aminés des contenus digestifs et des fèces chez le rat, l'agneau et le veau préruminants.
Reprod. Nutr. Dévelop., 1980, 20(5 B), 1707 - 1715.
- GARCIA J. - Recherches sur la valeur nutritionnelle de *Penicillium commune* cultivé sur lactosérum.
Doctorat de 3e cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 1982.
- GALLOUIN F. - Intérêt nutritionnel et déterminisme de la caecotrophie chez le lapin.
Doctorat d'Etat, Université P. et M. Curie, Paris VI, 1981.
- HÖRNICKE H., BJÖRNHAG G. - Coprophagy and related strategies for digesta utilization.
5e symposium international sur la physiologie des ruminants. Clermont-Ferrand, 3-7 septembre 1979.
- MERCER L.P., WATSON D.F., RAHLET J.S. - Control of food intake in the rat by dietary protein concentration.
J. Nutr., 1981, 111, 1117 - 1123.
- NANEMA R. - Recherche sur la valeur alimentaire et nutritionnelle de champignons filamenteux cultivés sur sous-produits agricoles.
Doctorat de 3e cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse, 1977.
- RAIMBAULT M. - Protéines d'organismes pluricellulaires "Les champignons filamenteux, procédés industriels".
"La course aux protéines", ISG Avenir, Paris, 26 novembre 1979.
- SALSE A., RAYNAUD P. - Study of a filamentous fungus (*Penicillium commune*)
I - Evaluation of nitrogen-containing constituents.
Nutr. Repts. Intern., 1983, 27, n° 1, 147 - 152.
- SALSE A., RAYNAUD P. - Study of a filamentous fungus (*Penicillium commune*)
II - Nutritional properties.
Nutr. Repts. Intern., 1983, 27, n° 1, 153 - 160.
- UDEN P., VAN SOEST P.J. - Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits.
Br. J. Nutr., 1982, 42, n° 2, 267 - 272.
- Usine d'Alimentation Rationnelle (U.A.R.) 7, rue du Maréchal Galliéni,
Villemoisson sur Orge, 91360 Epinay sur Orge.