

UTILISATION DES PROTÉINES PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

IV. — UTILISATION DES PROTÉINES DE LEVURES D'ALCANES ET INFLUENCE DE L'ADDITION D'UN COMPLEXANT DU FER

J.-L. PARUELLE, R. TOULLEC et P. PATUREAU-MIRAND*

avec la collaboration technique de Marguerite BEAUFILS,
J. LAREYNIÉ, Yvette LENTO et Y. MANIS

*Station de Recherches zootechniques,
Centre de Recherches de Rennes, I. N. R. A.,
65, rue de Saint-Brieuc,
35042 Rennes Cedex*

** Laboratoire d'Études du Métabolisme azoté,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
Theix, Saint Genès Champanelle, 63110 Beaumont*

RÉSUMÉ

Nous avons étudié l'influence du remplacement d'une partie des matières azotées du lait par celles des levures d'alcanes dans les aliments d'allaitement destinés au veau préruminant à l'engrais. Il s'agissait de levures cultivées sur gas-oil contenant 71 p. 100 de matières azotées et 260 p.p.m. de fer.

Quatre aliments d'allaitement dans lesquels les levures d'alcanes apportaient 26 ou 51 p. 100 des matières azotées ont été comparés à un aliment témoin dont les protéines provenaient presque exclusivement du lait écrémé. Deux des aliments contenant les levures étaient supplémentés par un complexant du fer (dérivé de l'EDTA). Les aliments ont été distribués à 16 (aliment témoin) ou 8 veaux préruminants (aliment contenant les levures), entre les âges d'environ 3 et 16 semaines.

L'état sanitaire des veaux ne semble pas avoir été influencé par l'origine des matières azotées alimentaires. Les aliments contenant les levures ont eu tendance à se déposer au fond du seau, sans cependant occasionner des refus importants. Bien que satisfaisants, les gains de poids vif des veaux recevant les aliments dont 26 et 51 p. 100 des protéines provenaient des levures (respectivement 1 144 et 1 104 g/j) ont été moins élevés ($P < 0,01$) que ceux des animaux consommant l'aliment témoin (1 271 g/j). La quantité de matière sèche ingérée par kg de gain de poids vif a augmenté ($P < 0,01$) avec le taux d'introduction des levures dans les aliments (respectivement 1,47-1,57 et 1,61 kg). Le rendement à l'abattage et l'état d'engraissement des carcasses ont été satisfaisants pour tous les veaux, bien que légèrement plus faibles pour ceux des lots recevant les levures. La coloration de la viande a été trop foncée chez les veaux qui recevaient les aliments contenant les levures et non additionnés de complexant du fer. Elle a été satisfaisante dans tous les autres cas. Le complexant du fer semble donc avoir limité l'utilisation du fer alimentaire. Cela est confirmé par l'évolution de la valeur de l'hématocrite des veaux et par la teneur en fer hémique de l'onglet.

On peut donc envisager d'incorporer les levures d'alcanes à des taux élevés dans les aliments

d'allaitement distribués au veau préruminant à l'engrais entre les âges d'environ 3 et 16 semaines. Cependant, pour éviter une baisse importante dans les performances des animaux, ce taux semble devoir être maintenu en dessous de 10 p. 100, de manière à apporter moins du quart des protéines alimentaires.

INTRODUCTION

Les matières azotées des levures d'alcane présentent une composition intéressante en acides aminés indispensables, (SHACKLADY, VAN WEERDEN et VAN DER WAL, 1970 ; cité par SHACKLADY et GATUMEL, 1972). Elles sont bien pourvues en lysine et en thréonine mais sont carencées en acides aminés soufrés et, dans une moindre mesure, en histidine. Leur utilisation digestive par le Veau préruminant est satisfaisante : 85 p. 100 pour les levures cultivées sur gas-oil (PARUELLE *et al.*, 1972) à 87 p. 100 pour celles cultivées sur paraffine (VAN WEERDEN, 1972). Par ailleurs, les levures d'alcane sont riches en vitamines du groupe B (sauf en cyanocobalamine) et en phosphore, mais sont pauvres en calcium (SHACKLADY et GATUMEL, 1972).

L'influence du remplacement des matières azotées du lait par celles des levures d'alcane sur les performances zootechniques du Veau préruminant à l'engrais a fait l'objet de peu de publications (BERENDE, 1972 ; KIRCHGESSNER et ROTH, 1973). Dans ces travaux, les levures n'apportaient qu'une part peu importante des matières azotées : au maximum 28 p. 100 au cours des 9 premières semaines. Il est intéressant de connaître l'effet de taux de substitution plus élevés et, du fait de la richesse en fer des levures, de tenter de limiter leur influence défavorable sur la coloration de la viande produite.

Pour cela, des aliments d'allaitement dans lesquels les levures d'alcane apportaient le quart ou la moitié des matières azotées ont été comparés à un aliment témoin dont les protéines provenaient presque exclusivement du lait écrémé. L'intérêt de la supplémentation des aliments contenant les levures par un complexant du fer a également été étudié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Aliments

L'étude a porté sur des levures (espèce *Candida tropicalis*) cultivées sur gas-oil. Il s'agissait d'un produit insoluble contenant, par rapport à la matière sèche, 71 p. 100 de matières azotées et 260 p.p.m. de fer. Sa composition en acides aminés, rapportée par PION (1973) a été déterminée par chromatographie sur colonne de résine échangeuse d'ions, à l'exception de la teneur en tryptophane qui a été mesurée selon une technique dérivée de celle de SLUMP et SCHREUDER (1969).

La somme corrigée des teneurs en acides aminés indispensables et semi-indispensables des matières azotées de levures d'alcane est un peu moins élevée que celle des matières azotées du lait (47 p. 100 au lieu de 52). En outre, ces protéines sont carencées en acides aminés soufrés et peut-être aussi en histidine (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1974).

Cinq aliments d'allaitement dont la teneur en matières azotées digestibles était d'environ 23,5 p. 100 ont été comparés. Ces aliments ne différaient que par l'origine de leurs protéines et par leur supplémentation éventuelle en un complexant du fer (tabl. 1). Dans l'un d'entre eux (aliment témoin), les matières azotées provenaient presque exclusivement du lait. Dans deux autres aliments (aliment L 20 et aliment L 20 C), elles provenaient environ pour 51 p. 100 des levures d'alcane et pour le reste du lait, du lactosérum, du soja et d'un supplément de méthionine. L'un d'eux (ali-

ment L 20 C) était additionné d'un dérivé calcique et disodique de l'acide éthylènediaminotétracétique (EDTA) destiné à complexer le fer apporté par les levures d'alcanes (0,7 p. 100 de complexant dans l'aliment pour 20 p.p.m. de fer excédentaire). Les compositions des 2 derniers aliments (aliment L 10 et aliment L 10 C) étaient intermédiaires entre celle de l'aliment témoin d'une part et celle des aliments L 20 ou L 20 C d'autre part. La composition chimique des aliments (tabl. 1) a été déterminée sur des échantillons moyens mensuels constitués à partir de prélèvements hebdomadaires. Les méthodes de dosage ont été décrites précédemment (PARUELLE *et al.*, 1972). La composition en acides aminés des aliments (tabl. 2) a été calculée à partir de la composition moyenne de leurs constituants azotés.

TABLEAU I

Composition des aliments

Aliments	Témoin	L 20	L 20 C	L 10	L 10 C
<i>Constituants</i> (p. 100 de l'aliment)					
Levures d'alcanes (1)	—	20,0	—	10,0	—
Lait écrémé séché	63,0	27,0	—	45,0	—
Lactosérum séché	8,0	14,0	—	11,0	—
Matières grasses (2)	18,0	18,0	—	18,0	—
Lactose	4,0	12,5	—	8,25	—
Amidon de maïs cru	3,3	2,3	—	2,8	—
Méthionine commerciale	—	0,5	—	0,25	—
Tourteau de soja (3)	1,7	1,7	—	1,7	1,0
Complexant (4)	—	—	1,7	—	0,7
Complément minéral et vitaminique (5)	2,0	4,0	—	3,0	—
<i>Composition chimique</i> (p. 100 de la matière sèche)					
Matières azotées (N × 6,25) ...	24,2	26,4	26,1	25,2	25,4
Matières grasses	19,0	19,0	19,5	19,5	20,0
Substances réductrices (exprimées en lactose)	42,9	41,0	40,5	40,7	41,2
Acide lactique	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
Matières minérales	6,2	6,9	6,8	6,5	6,7
Phosphore	0,73	0,78	0,74	0,75	0,74
Calcium	1,03	1,13	1,17	1,06	1,09
Sodium	0,38	0,42	0,50	0,49	0,50
Potassium	1,25	1,22	1,20	1,23	1,21
Magnésium	0,14	0,15	0,14	0,13	0,13
Fer (p.p.m.)	12	70	70	45	40
Cuivre (p.p.m.)	6	7	6	7	6
Zinc (p.p.m.)	44	208	165	132	127
Manganèse (p.p.m.)	16	24	23	20	20

(1) Concentré protéique de la Société Française des Pétroles B. P., 10, quai Paul Doumer, 92400 Courbevoie.

(2) Les matières grasses (suif 78 p. 100, huile de coprah 20 p. 100 et saccharoglycérines 2 p. 100) avaient été incorporées dans du lait écrémé liquide à raison de 40 p. 100 de la matière sèche et le mélange obtenu avait été homogénéisé et séché par le procédé Spray.

(3) Soyassim, de la Société Industrielle des Oléagineux, 6 bis, boulevard Jourdan, 75014 Paris.

(4) Nourycal 25, de la Société Akzo Chimie France, 9, rue Mathurin Régnier, 75015 Paris.

(5) La composition du mélange de vitamines et d'antibiotiques a déjà été rapportée (PARUELLE *et al.*, 1972).

TABLEAU 2

Composition en acides aminés des aliments

(g p. 16 g d'azote)

Aliments	Témoin	L 20 + L 20 C	L 10 + L 10 C
Acide aspartique	8,05	9,0	8,55
THRÉONINE	4,65	5,1	4,85
Sérine	5,75	5,3	5,5
Acide glutamique	22,15	17,15	19,65
Proline	9,55	6,1	7,85
Glycine	2,1	3,45	2,75
Alanine	3,55	4,9	4,2
VALINE	7,0	6,2	6,6
CYSTINE	0,95	1,1	1,05
MÉTHIONINE	2,5	3,8	3,2
ISOLEUCINE	5,7	5,65	5,6
LEUCINE	9,85	8,35	9,1
TYROSINE	4,95	4,15	4,55
PHÉNYLALANINE ...	5,3	5,05	5,15
LYSINE	8,4	7,95	8,2
HISTIDINE	2,85	2,25	2,55
ARGININE	3,6	4,2	3,9
TRYPTOPHANE	1,2	1,02	1,1
Somme corrigée (1) des teneurs en acides ami- nés indispensables et semi-indispensables	51,6	50,9	51,5

(1) La somme des teneurs en acides aminés indispensables et semi-indispensables a été corrigée de la façon suivante pour tenir compte d'éventuels excès en certains acides aminés : teneur en leucine limitée à 1,5 fois celle en isoleucine, teneurs en tyrosine plus phénylalanine et en arginine respectivement limitées à 12,0 et 7,3 p. 100 de la somme corrigée (PION, DE BELSUNCE, FAUCONNEAU, 1963).

Animaux

Quarante-huit veaux mâles de race *Frisonne* ont été achetés à l'âge d'environ une semaine. Dès leur arrivée, ils ont été munis d'une muselière et placés en cases individuelles, sur litière de paille. Après une période d'observation de 12 jours, les animaux ont été répartis, compte tenu de leur poids vif, de leur gain de poids vif, de la valeur de leur hématoците et de leur état sanitaire, en 1 lot de 16 veaux, destinés à recevoir l'aliment témoin et 4 lots de 8 veaux destinés à recevoir les aliments contenant des levures.

Pendant la période d'observation, les animaux ont tous reçu le même aliment d'allaitement riche en lait écrémé, auquel a été progressivement substitué, entre le douzième et le quinzième jour, l'un des 5 aliments expérimentaux.

Au cours des deux premières semaines suivant leur arrivée, les veaux ont reçu des quantités modérées de lait de remplacement, puis ils ont été alimentés en fonction de leur poids métabolique et de leur appétit (tabl. 3). Cependant, au cours des trois dernières semaines, les quantités d'aliment proposées par repas ont été limitées respectivement à 1 280, 1 360 et 1 520 g.

TABLEAU 3

Plan de rationnement

Semaines après l'arrivée	Quantité maximum d'aliment proposée (g/kg poids vif ^{0,75} /j)	Taux de reconstitution (g d'aliment/kg de lait de remplacement)
3	55	130
4	60	140
5, 6 et 7	64	150
8 et 9	67	160
10 et 11	70	170
12 et 13	73	180
14, 15 et 16	73	190

Prélèvements, mesures et calculs

Les animaux ont été pesés à leur arrivée, une fois par semaine à heure fixe et avant leur abattage. Des prélèvements de sang ont été effectués dans la veine jugulaire au cours de la première semaine, ainsi qu'à la fin du premier, du second et du troisième mois d'engraissement pour la détermination de la valeur de l'hématocrite. Certains de ces prélèvements ont par ailleurs servi au dosage des protéines totales, des albumines, des globulines, de la céruloplasmine libre (MICHEL, 1973), ainsi que de l'urémie et de l'aminoacidémie libre (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1974).

Après chaque repas, les refus alimentaires individuels ont été pesés. Pour chaque veau, le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire ont été mesurés pendant 84 jours à partir du treizième jour de présence.

L'abattage des veaux a été effectué de 97 à 103 jours après leur arrivée, en 4 groupes de 12 animaux représentant le quart de l'effectif de chaque lot. La carcasse chaude, le foie, le pancréas et les dépôts adipeux périrénaux ont été pesés. Le pourcentage de rémission à 545 m μ a été déterminé au niveau du muscle pectoral ascendant, à l'aide d'un réflectomètre Manuflex 2. Un prélèvement a été effectué dans les piliers latéraux du diaphragme (onglet) en vue de déterminer sa teneur en fer hémérique d'après la méthode de HORNSEY (1956). Deux morceaux de « carré couvert » ont été prélevés au même endroit sur la carcasse d'un veau du lot témoin et sur celle d'un veau du lot L 20. Six jours plus tard, après avoir été débités et frits au beurre, chacun d'eux a été soumis sans identification à 14 personnes afin de rechercher d'éventuelles modifications du goût occasionnées par le remplacement partiel des protéines du lait par celles des levures.

RÉSULTATS

État sanitaire

Les animaux ont, dans l'ensemble, manifesté des troubles respiratoires au cours du premier mois suivant leur arrivée, apparemment sans relation directe avec la nature du régime alimentaire et sans effet néfaste sur leurs performances zootechniques ultérieures. Il n'a pas été tenu compte dans l'expression des résultats, de l'un des veaux du lot L 20 C dont le gain de poids vif n'était que de 50 kg à l'issue de 103 jours de présence en étable et dont la carcasse a été saisie pour arthrite.

Quantités ingérées

Lors de leur dilution, les aliments d'allaitement contenant les levures ont eu tendance à se déposer rapidement au fond du seau, rendant plus difficile leur distribution. Cependant, cela ne semble pas avoir eu d'influence importante sur les quantités refusées, non plus d'ailleurs que l'addition du complexant du fer. Ainsi, pour l'ensemble de l'essai, tous les aliments ont été bien consommés puisque les quantités de lait de remplacement refusées par rapport aux quantités proposées ont été respectivement de 1,7 p. 100 pour l'aliment témoin, 3,2 et 3,0 pour les aliments L 20 et L 20 C et 1,9 et 3,2 pour les aliments L 10 et L 10 C.

Gain de poids vif et efficacité alimentaire

Les veaux des lots L 20 et L 20 C ont réalisé des gains de poids vif voisins et ont ingéré des quantités identiques de matière sèche par kg de gain de poids vif au cours des 4 premières semaines de l'essai (tabl. 4). Par la suite, les performances des veaux du lot L 20 C ont été inférieures à celles des veaux du lot L 20 sans que les différences soient jamais significatives. Les performances des veaux des lots L 10 et L 10 C ont été voisines au cours des 4 premières semaines, elles ont été légèrement à l'avantage des veaux du lot L 10 C au cours des 4 semaines suivantes, puis des veaux du lot L 10 au cours des 4 dernières semaines. Cependant, sur l'ensemble de l'essai, les gains de poids vif et l'efficacité alimentaire obtenus avec les veaux des lots L 20 et L 20 C,

TABLEAU 4

*Influence de l'addition d'un complexant du fer aux aliments
sur le gain de poids vif des veaux et l'efficacité alimentaire
(moyennes et écarts-types)*

Aliments	L 20	L 20 C	L 10	L 10 C
Nombre d'animaux	8	7	8	8
Poids vif (kg)				
- à la mise en lots	51,5 ± 4,1	51,3 ± 4,2	51,5 ± 3,5	51,6 ± 3,0
- à la fin de l'essai	145,7 ± 12,8	142,3 ± 14,5	145,7 ± 14,2	149,6 ± 16,2
Gain de poids vif (g/j)				
- au cours des 4 premières semaines	871 ± 171	888 ± 173	915 ± 169	1 000 ± 127
- de la 5 ^e à la 8 ^e semaine	1 179 ± 121	1 087 ± 205	1 080 ± 247	1 214 ± 222
- de la 9 ^e à la 12 ^e semaine	1 317 ± 210	1 275 ± 96	1 371 ± 134	1 286 ± 265
- au cours des 12 semaines d'essai	1 122 ± 122	1 083 ± 141	1 122 ± 160	1 167 ± 172
Quantité de matière sèche ingérée (kg)				
- totale	148,1 ± 11,8	148,8 ± 15,8	148,0 ± 17,7	152,9 ± 15,1
- par kg de gain de poids vif				
- au cours des 4 premières sem.	1,42 ± 0,17	1,40 ± 0,14	1,33 ± 0,12	1,28 ± 0,11
- de la 5 ^e à la 8 ^e semaine	1,49 ± 0,14	1,62 ± 0,14	1,61 ± 0,19	1,54 ± 0,20
- de la 9 ^e à la 12 ^e semaine	1,78 ± 0,15	1,85 ± 0,12	1,73 ± 0,14	1,87 ± 0,21
- au cours des 12 semaines d'essai	1,58 ± 0,07	1,64 ± 0,08	1,58 ± 0,09	1,57 ± 0,11

de même que ceux obtenus avec les veaux des lots L 10 et L 10 C, dont l'alimentation ne différait que par l'addition ou non du complexant, ont été très voisins. En conséquence, l'étude de l'influence de l'origine des protéines alimentaires sur la croissance et l'efficacité alimentaire a pu être entreprise en regroupant les veaux des lots L 10 et L 10 C et ceux des lots L 20 et L 20 C.

Pour l'ensemble de l'essai, les veaux du lot L 20 + L 20 C et ceux du lot L 10 + L 10 C ont eu un gain de poids vif moins élevé et ont consommé des quantités plus importantes de matière sèche par kg de gain de poids vif que les veaux du lot témoin ($p < 0,01$) : ainsi, par rapport à ces derniers, les écarts ont été respectivement de 13,1 et 10,0 p. 100 dans le gain de poids vif et de 9,5 et 6,8 p. 100 dans l'efficacité alimentaire (tabl. 5). Les différences ont été particulièrement importantes et presque toutes significatives au cours des 8 premières semaines, elles ont été plus faibles et non significatives par la suite. En outre, pour l'ensemble de l'essai, les performances des veaux du lot L 20 + L 20 C ont été un peu moins satisfaisantes que celles des veaux du lot L 10 + L 10 C. Cependant, seule la différence dans la quantité de matière sèche ingérée par kg de gain de poids vif a été significative (2,5 p. 100). Les différences n'ont été importantes qu'au cours des 4 premières semaines où elles ont atteint 8,2 et 8,4 p. 100 respectivement pour le gain de poids vif et pour l'efficacité alimentaire, mais n'ont pas été significatives.

TABLEAU 5

*Influence de l'origine des matières azotées des aliments
sur le gain de poids vif des veaux et l'efficacité alimentaire*
(moyennes et écarts-types)

Aliments	Témoin	L 20 + L 20 C	L 10 + L 10 C
Nombre d'animaux	16	15	16
Poids vif (kg)			
- à la mise en lots	51,6 ± 5,0	51,4 ± 4,0	51,6 ± 3,1
- à la fin de l'essai	156,4 ± 11,9	144,1 ± 13,2	147,7 ± 14,9
Gain de poids vif (g/j) (1)			
- au cours des 4 premières semaines ..	1 045 ± 93 ^a	879 ± 166 ^a	958 ± 151
- de la 5 ^e à la 8 ^e semaine	1 355 ± 113 ^{la}	1 136 ± 166 ^l	1 147 ± 237 ^a
- de la 9 ^e à la 12 ^e semaine	1 412 ± 182	1 298 ± 163	1 328 ± 207
- au cours des 12 semaines d'essai ...	1 271 ± 99 ^{lm}	1 104 ± 128 ^l	1 144 ± 162 ^m
Quantité de matière sèche ingérée (kg)			
- totale	156,8 ± 8,8	148,4 ± 13,3	150,4 ± 16,1
- par kg de gain de poids vif			
- au cours des 4 premières sem.	1,21 ± 0,08 ^{lm}	1,42 ± 0,15 ^l	1,31 ± 0,11 ^m
- de la 5 ^e à la 8 ^e semaine	1,41 ± 0,09 ^{lm}	1,55 ± 0,15 ^l	1,58 ± 0,19 ^m
- de la 9 ^e à la 12 ^e semaine	1,74 ± 0,19	1,81 ± 0,14	1,80 ± 0,19
- au cours des 12 semaines d'essai ...	1,47 ± 0,10 ^{lm}	1,61 ± 0,08 ^{la}	1,57 ± 0,10 ^{ma}

(1) Les valeurs de la même ligne suivies des mêmes lettres sont significativement différentes ($a : p < 0,05$ et $l, m : p < 0,01$).

Évolution de la valeur de l'hématocrite

La valeur de l'hématocrite des veaux de chaque lot a diminué au cours de l'essai, en particulier pendant le premier mois (tabl. 6). Elle a moins diminué chez les veaux du lot L₂₀ que chez ceux du lot témoin, la différence ayant été significative dès la fin du deuxième mois d'essai. L'évolution de la valeur de l'hématocrite des veaux du lot L₁₀ a été intermédiaire entre celle des veaux des deux lots précédents. Les différences sont devenues significatives à la fin du deuxième mois avec les veaux du lot témoin mais ne l'ont pas été avec ceux du lot L₂₀. Les valeurs de l'hématocrite des veaux des lots L₂₀ C et L₁₀ C, recevant les aliments supplémentés en complexant du fer, ont toujours été très proches de celles des veaux du lot témoin ; dès la fin du premier mois, elles ont donc été inférieures à celles des veaux des lots L₂₀ et L₁₀.

TABLEAU 6

Influence de l'addition d'un complexant du fer aux aliments sur l'évolution de la valeur de l'hématocrite, sur la teneur en fer héminique de l'onglet et sur la coloration du pectoral ascendant (moyennes et écarts-types)

Aliments	Témoin	L 20	L 20 C	L 10	L 10 C
Nombre d'animaux	16	8	7	8	8
Valeur de l'hématocrite (%) ⁽¹⁾ :					
— au début de l'essai	37,4 ± 6,1	37,2 ± 5,2	39,7 ± 4,4	37,1 ± 6,6	37,7 ± 6,1
— après 1 mois	27,6 ± 5,0	31,3 ± 5,5	28,9 ± 4,0	28,0 ± 4,2	26,6 ± 3,9
— après 2 mois	22,1 ± 3,1 ^{la}	29,3 ± 4,6 ^{la}	22,4 ± 2,9 ^b	25,2 ± 2,3 ^{am}	21,1 ± 2,2 ^m
— après 3 mois	21,1 ± 3,0 ^{lm}	28,6 ± 4,8 ^{la}	19,9 ± 1,8 ^q	25,5 ± 3,0 ^{mn}	20,7 ± 2,1 ⁿ
Teneur en fer héminique de l'onglet après l'abattage (10 ⁻⁶ g/g de muscle frais)	20,6 ± 3,9 ^l	29,9 ± 6,5 ^{alm}	22,3 ± 3,4 ^a	24,3 ± 4,8	20,4 ± 1,7 ^m
Pourcentage de rémision du pectoral ascendant à 545 mμ ⁽²⁾	20,8 ± 10,2 ^{ab}	9,0 ± 10,9 ^a	16,6 ± 5,7	11,2 ± 5,5 ^{bc}	20,8 ± 7,4 ^c

(1) Les valeurs de la même ligne suivies des mêmes lettres sont significativement différentes ($a, b, c : p < 0,05$ et $l, m, n, q : p < 0,01$).

(2) Les mesures n'ont pu être effectuées que sur 12 (Témoin), 6 (L 20), 5 (L 20 C), 6 (L 10) et 5 animaux (L 10 C).

Résultats d'abattage

La durée moyenne de présence en étable des veaux de chaque lot a été de 101 jours. De ce fait, les veaux des lots L₂₀ + L₂₀ C et ceux des lots L₁₀ + L₁₀ C ont été abattus à un poids vif moyen inférieur à celui des veaux du lot témoin. Le

rendement commercial en carcasse a été satisfaisant pour l'ensemble des veaux. Il a été légèrement plus faible chez ceux des lots ayant reçu les levures que chez ceux du lot témoin (tabl. 7). L'état d'engraissement des carcasses a été suffisant dans tous les cas, bien que le poids des dépôts adipeux périrénaux, rapporté au poids de carcasse, ait eu tendance à diminuer lorsque la teneur en levures de l'aliment augmentait. La coloration de la viande a été plus prononcée chez les veaux des lots L 20 et L 10 que chez ceux du lot témoin, comme l'indiquent les valeurs de réflectométrie (tabl. 6) ; en revanche, chez les animaux des lots L 20 C et L 10 C, la coloration a été très voisine de celle observée chez les veaux du lot témoin. Ces résultats sont en accord avec ceux de la valeur de l'hématocrite des veaux à la fin de l'essai et avec ceux du dosage du fer héminique dans l'onglet. Le poids du foie, rapporté au poids de carcasse, a été significativement plus élevé chez les veaux des lots L 20 + L 20 C et L 10 + L 10 C que chez ceux du lot témoin. Le poids du pancréas a été identique pour les veaux des différents lots.

TABLEAU 7

*Influence de l'origine des matières azotées des aliments
sur les résultats d'abattage des veaux
(moyennes et écarts-types)*

Aliments	Témoin	L 20 + L 20 C	L 10 + L 10 C
Nombre d'animaux	16	15	16
Poids vif à l'abattage (kg) ⁽¹⁾ ⁽²⁾	159,6 ± 12,0 ^{la}	145,6 ± 10,6 ^l	149,5 ± 12,8 ^a
Rendement commercial (poids de la carcasse chaude p. 100 du poids vif vide)	61,7 ± 1,8	61,1 ± 1,0	60,7 ± 1,8
Par rapport au poids de la carcasse chaude (%) :			
- poids des dépôts adipeux périrénaux	1,42 ± 0,41	1,23 ± 0,29	1,14 ± 0,41
- poids du foie ⁽²⁾	2,92 ± 0,35 ^{lm}	3,64 ± 0,30 ^l	3,41 ± 0,30 ^m
- poids du pancréas	0,12 ± 0,02	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,03

⁽¹⁾ Après un jeûne d'environ 16 h.

⁽²⁾ Les valeurs de la même ligne suivies des mêmes lettres sont significativement différentes ($a : p < 0,05$ et $l, m : p < 0,01$).

Test de dégustation

La viande qui provenait de l'un des veaux du lot L 20 a été jugée tendre et onctueuse dans respectivement 10 et 8 des 14 réponses du test. Celle qui provenait de l'un des veaux du lot témoin n'a obtenu le même jugement que dans respectivement 6 et 4 des 14 réponses. Le goût de la première a été estimé satisfaisant dans 12 des réponses, contre 5 pour celui de la deuxième. Ce résultat a cependant pu être influencé par celui des caractéristiques précédentes. Il ne semble donc pas que l'introduction de levures d'alcanes dans les aliments soit à l'origine d'une altération du goût de la viande produite.

DISCUSSION

Le remplacement partiel des matières azotées du lait par celles des levures d'alcanes cultivées sur gas-oil a eu une influence défavorable sur le gain de poids vif des veaux et sur l'efficacité alimentaire, bien que les performances se soient maintenues à un niveau satisfaisant.

Cet effet dépressif a surtout été important au cours des deux premiers mois et s'est atténué ultérieurement. Des résultats voisins ont été obtenus par KIRCHGESSNER et ROTH (1973) avec des aliments contenant 10 p. 100 de levures d'alcanes cultivées sur paraffine. En revanche, BERENDE (1972) a observé des performances respectivement peu ou pas diminuées avec des aliments contenant 10 p. 100 de levures d'alcanes cultivées soit sur gas-oil, soit sur paraffine. Il semblerait donc judicieux de ne pas incorporer plus de 5 à 7,5 p. 100 de levures d'alcanes dans les aliments d'allaitement distribués jusqu'à l'âge de 2 mois (KIRCHGESSNER et ROTH, 1973).

La baisse observée dans les performances zootechniques, en introduisant les levures d'alcanes dans les aliments d'allaitement, peut être attribuée à plusieurs causes. La digestibilité de leurs matières azotées est moins élevée que celle des matières azotées du lait (VAN WERDEN, 1972 ; PARUELLE *et al.*, 1972), en particulier au cours du premier mois de vie du Veau. Il en est de même pour la digestibilité de leur extractif non azoté qui est constitué en grande partie de glucides membranaires. Cependant, dans notre essai, les aliments utilisés avaient approximativement le même taux de matières azotées digestibles, au moins à l'issue des 10 premiers jours. Néanmoins, les levures d'alcanes apportent moins d'énergie digestible que le lait écrémé qu'elles remplacent. Leurs matières azotées sont en partie sous forme d'azote nucléique (environ 12 p. 100, d'après DURAND, 1974) dont l'utilisation nutritionnelle est mal connue chez le Veau. Elles ont, en outre, des teneurs en acides aminés indispensables et semi-indispensables inférieures à celles du lait. Toutefois, les sommes corrigées des teneurs en ces composés dans les 5 aliments sont très voisines car les protéines des levures sont complémentaires de celles du lait pour plusieurs acides aminés (valine, isoleucine, leucine et arginine). Il en résulte que les aliments contenant les levures qui avaient été supplémentés en méthionine, présentaient seulement une légère carence en histidine (PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1974).

En accord avec les observations de KIRCHGESSNER et ROTH (1973), l'introduction de levures d'alcanes dans les aliments a provoqué une légère diminution du rendement en carcasse après abattage et un accroissement de l'intensité de la coloration de la viande. En outre, le poids du foie était plus élevé, ainsi que l'a observé, dans certains cas, ENGEL (1972) chez le Rat et la Souris. Comme les protéines de poisson (PARUELLE *et al.*, 1974), les levures d'alcanes ne semblent pas communiquer de goût particulier à la viande. Le dérivé de l'EDTA (NOURYCAL 25) contenu dans les aliments L 20 C et L 10 C paraît avoir limité l'utilisation du fer alimentaire et peut donc permettre d'obtenir des carcasses peu colorées. Par ailleurs, ce composé n'a pas eu d'influence importante sur le gain de poids vif et sur l'efficacité alimentaire. Ces résultats confirment ceux d'un précédent travail (PARUELLE *et al.*, 1974) où l'utilisation de ce complexant semblait cependant avoir conduit à une augmentation du poids du foie qui n'a pas été observée dans cet essai.

En conclusion, les levures d'alcane peuvent être introduites à des taux élevés (jusqu'à 20 p. 100), dans les aliments d'allaitement distribués au veau préruminant à l'engrais, entre les âges d'environ 3 et 16 semaines. Cependant, pour éviter une baisse importante dans les performances des animaux, ce taux semble devoir être maintenu en dessous de 10 p. 100, de manière à apporter moins du quart des protéines alimentaires. Néanmoins, l'utilisation des levures d'alcane paraît s'améliorer avec l'âge ; elles pourraient donc probablement être incorporées à des taux plus élevés dans les aliments distribués en fin d'engraissement. Ainsi, dans un essai ultérieur, nous n'avons pas observé d'effet dépressif sur la croissance et l'efficacité alimentaire entre les âges de 11 et 20 semaines, en introduisant 16,5 p. 100 de levures d'alcane dans l'aliment d'allaitement (TOULLEC et GUYON, résultats non publiés). La teneur en fer élevée des levures constitue un facteur gênant leur emploi. Il serait donc intéressant de leur appliquer des traitements technologiques permettant d'abaisser cette teneur. On pourrait également leur associer des complexants du fer tels que le dérivé de l'EDTA que nous avons utilisé, sous réserve que leur innocuité à l'égard de l'animal et du consommateur ait été prouvée.

Reçu pour publication en avril 1975.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M^{me} R. GUYON, de l'Institut Technique de l'Élevage Bovin, qui s'est chargée des mesures de réflectométrie.

SUMMARY

UTILIZATION OF PROTEIN BY PRERUMINANT FATTENING CALVES.

IV. — UTILIZATION OF ALKANE GROWN YEAST PROTEIN AND EFFECT OF ADDING AN IRON CHELATING AGENT

The influence of replacing part of milk protein by that of alkane grown yeast in milk replacers for preruminant fattening calves was studied. The yeast was cultivated on gas-oil and contained 71 p. 100 crude protein and 260 p.p.m. iron.

Four milk replacers, in which alkane grown yeast supplied 26 or 51 p. 100 of the crude protein, were compared with a control diet in which the proteins were provided almost exclusively by skim milk (table 1). Two of the feeds including yeast were supplemented with an iron chelating agent (derivative of EDTA). The diets were offered to 16 calves (control feed) or 8 calves (yeast containing feed) between the ages of about 3 and 16 weeks.

The health of the animals did not seem to be affected by the origin of the dietary crude protein. The feeds with yeast showed a tendency to deposit on the bottom of the pail, however without causing large refusals. Although satisfactory, liveweight gains of the calves receiving the diets containing 26 and 51 p. 100 yeast protein (1 144 and 1 104 g/day, respectively) were lower ($P < 0.01$) than those of the calves fed the control diet (1 271 g/day) (table 5). The dry matter intake per kg liveweight gain increased ($P < 0.01$) with increasing levels of yeast in the diets (1.47-1.57 and 1.61 kg, respectively). The dressing out percentage and fatness of the carcasses were satisfactory for all the calves, although slightly lower for the groups receiving yeast (table 7). The meat colour was too dark in the calves fed the yeast containing diets without addition of an iron chelating agent (table 6). It was satisfactory in all the other cases. Thus, the iron chelating agent seems to have limited the utilization of dietary iron. This was confirmed by the hemato-

crité value of the calves and by the heminic iron content of the lateral pilars of the diaphragm (table 6).

Consequently, alkane grown yeast seems to be well fitted for being incorporated at a high level into milk replacers for preruminant fattening calves between the ages of about 3 and 16 weeks. However, in order to avoid a large reduction in the performances of the animals, the levels must not exceed 10 p. 100, thus supplying less than the fourth of the dietary proteins.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERENDE P. L. M., Cité par SHACKLADY C. A., GATUMEL E., 1972. In GOUNELLE DE PONTANEL H., *Les levures cultivées sur alcanes. Nouvelles sources de protéines alimentaires*. Symposium d'Aix-en-Provence, 15-16 février, 37-75.
- DURAND G., 1974. (Communication personnelle).
- ENGEL C., 1972. In GOUNELLE DE PONTANEL H., *Les levures cultivées sur alcanes. Nouvelles sources de protéines alimentaires*. Symposium d'Aix-en-Provence, 15-16 février, 65-88.
- HORNSEY H., 1956. The colour of cooked pork. Estimation of the nitric oxidehaem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, **7**, 534-540.
- KIRCHGESSNER M., ROTH F. X., 1973. Zum einsatz von auf n-paraffinen gewachsenener hefe in der kalbermast. *Züchtungskunde*, **45**, 208-214.
- MICHEL M. C., 1973. Recherche des tests biochimiques destinés à caractériser l'état nutritionnel et sanitaire d'un troupeau de veaux. *Ann. Rech. Vétér.*, **4**, 113-124.
- PARUELLE J. L., TOULLEC R., FRANTZEN J. F., MATHIEU C. M., 1972. Utilisation des protéines par le Veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation digestive des protéines de soja et des levures d'alcanes incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 319-331.
- PARUELLE J. L., TOULLEC R., PATUREAU-MIRAND P., MATHIEU C. M., 1974. Utilisation des protéines par le Veau préruminant à l'engrais. II. Utilisation des protéines de poisson et influence de l'addition d'un complexant du fer. *Ann. Zootech.*, **23**, 519-535.
- PATUREAU-MIRAND P., PRUGNAUD J., PION R., 1971. Influence de la nature des protéines des aliments d'allaitement sur l'amino-acidémie libre du Veau préruminant. *X^e Congrès Intern. Zootech.*, 17-23 juillet, Versailles.
- PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., PARUELLE J. L., PRUGNAUD J., PION R., 1974. Influence de la nature des matières azotées des aliments d'allaitement sur l'amino-acidémie du Veau préruminant. I. Matières azotées du lait, du lactosérum, du poisson et des levures d'alcanes. *Ann. Zootech.*, **23**, 343-358.
- PION R., 1973. Composition des aliments végétaux en protides et en acides aminés. *Rev. Franç. Diététique*, **66**, 3-15.
- PION R., DE BELSUNCE C., FAUCONNEAU G., 1963. Composition en acides aminés de quelques aliments. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 3 (h. s. 1), 11-18.
- SLUMP P., SCHREUDER H. A. W., 1969. Determination of tryptophan in foods. *Analyt. Biochem.*, **27**, 182-186.
- SHACKLADY C. A., GATUMEL E., 1972. In GOUNELLE DE PONTANEL H., *Les levures cultivées sur alcanes. Nouvelles sources de protéines alimentaires*. Symposium d'Aix-en-Provence, 15-16 février, 37-75.
- VAN WEERDEN E. J., Cité par SHACKLADY C. A., GATUMEL E., 1972. In GOUNELLE DE PONTANEL H., *Les levures cultivées sur alcanes. Nouvelles sources de protéines alimentaires*. Symposium d'Aix-en-Provence 15-16 février, 37-75.