

Valeur nutritive de la pulpe de betterave déshydratée chez le lapin en croissance.

T. GIDENNE¹, P. AYMARD¹, C. BANNELIER¹, D. COULMIER², A. LAPANOUSE¹

¹ INRA, UMR 1289 'TANDEM', BP 52627, F-31326 Castanet-Tolosan Cedex, France

² Désialis, Mont Bernard, BP 124, Chalons en Champagne Cedex, France.

Résumé. La valeur nutritive de la pulpe de betterave déshydratée pour le lapin en croissance a été étudiée en comparant trois régimes contenant une incorporation croissante de pulpe: 0% (témoin), 15% et 30% en substitution à l'aliment de base. La digestibilité fécale des régimes a été mesurée entre 42 et 46 jours d'âge, sur 3 groupes de 12 lapereaux nourris à volonté depuis le sevrage (35j). La concentration en énergie digestible "ED" de la pulpe de betterave est estimée à 2750 kcal/kg brut, soit 300 kcal de plus que les valeurs tabulaires (INRA 2004, ou EGRAN 2002). L'écart type de la moyenne de la concentration en ED est de 51,5 kcal. La digestibilité moyenne des protéines brutes de la pulpe est estimée à 74,4%. ce qui correspond à une teneur en protéines digestibles de 57 g/kg brut.

Abstract. Nutritive value of dehydrated beet pulp for the growing rabbit. The nutritive value of the dehydrated beet pulp was studied for the growing rabbit by comparing 3 diets containing an increasing incorporation rate of pulp: 0% (control), 15%, 30% in substitution to the control diet. The faecal digestibility of the diets were measured between 42 and 46 days of age, on three groups of 12 young rabbits fed ad-libitum since weaning (35d.). The digestible energy (DE) concentration of the beet pulp was estimated to 2750 kcal/ kg (as fed basis), for instance 300 kcal over the values of the animal feeding tables (INRA 2004 or EGRAN 2002). The standard deviation of the mean for the DE concentration was 51.5 kcal. The mean digestibility of crude protein was estimated to 74.4%, corresponding to a digestible crude protein concentration of 57 g/kg (as fed basis).

Introduction

Un aliment équilibré pour le lapin en engraissement doit couvrir non seulement ses besoins en nutriments pour la croissance, mais aussi ses besoins en terme de prévention des troubles digestifs par l'apport de fibres (Gidenne, 2003). De plus, il est recommandé de respecter un équilibre entre l'apport de fibres peu digestes (lignines et cellulose) et de fibres plus facilement digestibles (hémicelluloses et pectines), ces dernières étant bien valorisées, en terme de croissance, par le lapin (Perez *et al.*, 2000; Gidenne *et al.*, 2004).

La pulpe de betterave déshydratée est une des sources de fibres digestibles les plus couramment incorporée dans l'alimentation du lapin. Si l'on considère un taux d'incorporation moyen de l'ordre de 12%, ce seraient environ 60000 tonnes de pulpes déshydratée qui seraient consommées par la filière cunicole (soit de l'ordre de 2% de la production française de pulpe de betterave déshydratée).

La bonne digestibilité des fibres contenues dans la pulpe de betterave a été remarquée dès 1978 par Candau *et al.* (1978), et sa bonne valorisation pour la croissance du lapin, par rapport à des sources de fibres moins digeste, a été remarquée dès 1980 par Franck et Seroux (1980). Pourtant, la littérature rapporte une variabilité importante de la valeur nutritive de cet ingrédient (De Blas et Carabaño, 1996), allant de 10,2 MJ (2190 kcal) à 14,2 MJ/kg (3054 kcal/kg brut). Cette variabilité provient des

variations de la composition chimique des pulpes, mais aussi de la méthode de mesure. En effet, la valeur nutritive de la pulpe de betterave n'a pas fait l'objet de déterminations précises, avec des conditions d'incorporation courante dans un aliment complet équilibré. C'est donc l'objectif de cette étude, qui mesure la digestibilité fécale de 3 régimes, correspondants à une gamme croissante d'incorporation de pulpes (0, 15, 30 %), et qui utilise la méthode par "régression" pour calculer la concentration en énergie et protéine digestible de la pulpe de betterave déshydratée.

1. Matériel et méthodes

1.1 Alimentation, animaux et origine de l'échantillon.

La valeur nutritive de la pulpe de betterave déshydratée a été étudiée en mesurant la digestibilité fécale de 3 régimes granulés (PB0, PB15, PB30), correspondants à une gamme croissante d'incorporation de pulpes (0, 15, 30 %, société Desialis, récolte 2005) en substitution à un régime de base (tableau 1), équilibré pour des lapins à l'engraissement. A 35 jours d'âge (sevrage) les lapereaux, des hybrides commerciaux, ont été répartis en 3 lots, à raison de 12 par régime. Ils ont été placés en cage à digestibilité individuelle, pour une période de 11 jours. Les régimes expérimentaux ont été distribués à volonté depuis le sevrage jusqu'à 46 jours d'âge. Les mesures de digestibilité ont été effectuées individuellement, selon la procédure Européenne harmonisée par le groupe EGRAN (European Group

on Rabbit nutrition : <http://www.dcam.upv.es/egran>), entre 42 et 46 jours d'âge, soit après une période d'accoutumance aux régimes de 7 jours (Perez *et al.*, 1995).

Tableau 1: Ingrédients du régime de base et formulation des aliments expérimentaux.

Mélange de base	%	Premix	%
Blé	14,0	Sel	0,50
Orge	14,0	Carbonate de calcium	0,60
Tourteau de soja	10,0	DL Méthionine (99%)	0,40
Tourteau de tournesol	10,0	CMV	0,50
Luzerne déshydratée	25,0		
Son de blé	25,0		
Total=	98,0	Total=	2,0
Formulation des aliments expérimentaux			
Régimes :	PB0	PB15	PB30
Mélange de base	98,0%	83,0%	68,0%
Pulpe de betterave	0 %	15%	30%
Premix	2,0 %	2,0%	2,0%

Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées sur les aliments et la pulpe étudiée (tableaux 2 et 3), selon les procédures européennes harmonisées (EGRAN, 2001) : humidité, cendres, matières azotées totales (N x 6,25, méthode Dumas, Leco), énergie, fibres (NDF, ADF et ADL) selon la méthode séquentielle de Van Soest. La dureté des granulés correspond à la force nécessaire (kg) pour briser un granulé (mesure répétée sur 20 granulés, appareil Kahl, Noyon, France).

Tableau 2. Composition chimique de la pulpe de betterave étudiée

Critères, g/kg brut (/kg Sec)	Analyse	Valeurs des tables INRA*
Humidité	136	109 /
Cendres	83 (96)	68 (76)
Protéines brutes	77 (89)	81 (86)
N.D.F.	440 (509)	405 (455)
A.D.F.	196 (227)	206 (231)
ADL	19 (22)	19 (21)
Energie brute, kcal/kg brut (/kg Sec)	3563 (4124)	3620 (4062)

* Sauvante *et al.* (2004)

1.2 Analyses statistiques

L'ensemble des résultats obtenus a été soumis à une analyse de variance monofactorielle (effet du régime), combinée si nécessaire à un test de comparaison multiple de moyennes (test de Scheffé). La valeur nutritive de la pulpe de betterave a été calculée selon la méthode de régression (Villamide *et al.*, 2001).

2. Résultats et discussion

L'analyse chimique de la pulpe de betterave (tableau 3) présente des valeurs très cohérentes avec celle des tables INRA (code 232; Sauvante *et al.*, 2004), excepté une valeur de NDF inférieure dans les tables INRA. La concentration en énergie brute du produit testé ici, exprimée par rapport à la matière sèche, est

légèrement supérieure (+1,5%) à la valeur table (resp. 4124 vs 4062 kcal/kg de MS), et les valeurs pour l'ADF sont similaires. La matière première étudiée ici est donc très proche de celle référencée classiquement.

Tableau 3. Composition chimique des aliments expérimentaux.

Régimes	PB0	PB15	PB30
Humidité, g/kg brut	91	93	94
Cendres, g/kg brut	86	78	77
Protéines brutes g/kg brut	191	173	157
N.D.F., g/kg brut	330	334	350
A.D.F., g/kg brut	160	167	172
ADL, g/kg brut	40	36	33
Energie brute, kcal/kg	4040	3981	3934
Dureté, Kahl index	4,1□1,0	5,7□1,2	6,5□0,9

L'incorporation de pulpe de betterave conduit logiquement à une baisse linéaire de la concentration en protéines brutes (tableau 3), et à une hausse légère du taux de fibres (NDF et ADF), excepté la fraction ADL qui baisse. De la même manière, l'incorporation de pulpe (avec une teneur en EB de 3563 kcal/kg) conduit à une réduction linéaire de la teneur en EB des régimes de PB0 à PB30.

En revanche, l'incorporation de pulpe de betterave conduit à une hausse de la dureté des granulés. Ceci est cohérent avec les qualités technologiques de cette matière, et avait déjà été remarqué par Gidenne et Jehl (1999).

Les résultats d'ingestion et de croissance (tableau 4) permettent de vérifier le bon statut physiologique des animaux, ainsi que le bon niveau d'ingestion des aliments durant l'expérimentation. La plus faible ingestion des lapins du lot PB30 pourrait être mise en relation avec la plus grande dureté de cet aliment. Ce phénomène de sous ingestion après sevrage avait également été remarqué par Gidenne et Jehl (1999), mais pour un taux d'incorporation de la pulpe supérieur (40 et 49%).

L'incorporation croissante de pulpe entraîne un accroissement linéaire de la digestibilité de l'énergie (tableau 5), avec un coefficient de détermination élevé de 0,98. En extrapolant à 100% le taux d'incorporation, la digestibilité de l'énergie de la pulpe par le lapin en croissance est estimée à 77,2%, soit une concentration en énergie digestible "ED" de 2750 kcal par kg brut (soit 3183 kcal / kg sec). L'écart type de la moyenne de cette valeur énergétique est de 51,5 kcal (calculé selon Villamide *et al.*, 2001), ce qui correspond à une valeur moyenne minimum de 2700 kcal et une valeur moyenne maximum de 2803 kcal. Cette estimation est sensiblement supérieure (+15,7%) à la valeur de 2750 kcal / kg sec, mentionnée dans les tables du groupe EGRAN (Maertens *et al.*, 2002) et INRA (Sauvante *et al.*, 2004).

Tableau 4. Croissance et ingestion des animaux pendant l'expérimentation.

Régimes :	PB0	PB15	PB30	CVr, %	Pr > F
Poids vif initial (35j), g	934	929	946	14,1	NS
Poids vif à 42j, g	1302	1351	1229	9,7	0,15
Poids vif à 46j, g	1556	1592	1428	9,3	0,064
GMQ* de 35 à 42j., g/j	52,6 ab	60,3 a	40,5 b	30,5	<0,05
GMQ de 42 à 46j., g/j	63,3 a	60,1 ab	49,6 b	18,2	0,039
IMQ* de 35 à 42j., g/j	96,9 ab	102,8 a	81,0 b	15,1	<0,05
IMQ de 42 à 46j., g/j	128,2 a	131,3 a	102,9 b	12,6	<0,01
IC* de 35 à 42j., g/j	1,84	1,81	2,26	26,9	NS
IC de 42 à 46j., g/j	2,05	2,22	2,12	12,3	NS

* GMQ = Gain de poids moyen quotidien; IMQ = Ingéré moyen quotidien ; IC = indice de consommation (kg aliment ingéré/kg de gain de poids). Sevrage= 35j, adaptation aux régimes = 35 à 42j., mesure de digestibilité de 42 à 46j. d'âge. CVr: coefficient de variation résiduel ; a, b : les moyennes ayant en commun une lettre ne diffèrent pas au seuil P=0,05 ; NS: P > 0,15

Cet écart n'est vraisemblablement pas à attribuer à une différence de composition chimique de la pulpe testée ici par rapport aux valeurs "références" mentionnées dans les tables. Bien que la littérature ne mentionne pas d'études similaires à la nôtre, avec deux taux d'incorporation de pulpe, on peut néanmoins remarquer que Jehl *et al.* (1998) signalent aussi une valeur énergétique de la pulpe relativement élevée de 2680 kcal/kg brut. Lebas et Cheriet (1981) donnent une valeur encore plus élevée : 2930 kcal/kg brut pour une teneur en MS similaire. Par ailleurs, la pulpe de betterave a surtout fait l'objet d'études de valeur énergétique en comparant un régime témoin et un seul taux de substitution. De plus, les régimes témoins utilisés étaient souvent peu équilibrés (par ex. très fibreux). Il en résulte une variation importante des valeurs énergétiques mesurées (De Blas et Carabaño, 1996). Cependant, si on retient les études de Maertens et De Groote (1984) et de Fekete et Gippert (1986), qui toutes deux emploient des régimes témoins équilibrés pour le lapin en croissance, on constate que ces 2 études trouvent des concentrations en ED pour la pulpe de 2645 et 2796 kcal/kg (avec une incorporation de 40% de pulpe), soit des valeurs très proches et qui encadrent celles obtenues ici.

Concernant la digestion des protéines, nous n'observons pas de variations significatives avec l'incorporation de pulpe de betterave (tableau 5). Le coefficient de détermination entre ces 2 paramètres est logiquement faible (0,32). Ainsi, en extrapolant à 100% le taux d'incorporation, la digestibilité moyenne des protéines de la pulpe par le lapin en croissance,

est estimé à 74,4%. Cette valeur est nettement supérieure à celles de 50% mentionnées dans les tables (INRA ou EGRAN), mais elle est proche de celle obtenue par Lebas et Cheriet en 1981 (72,6%). Si on calcule cette digestibilité par différence entre le régime témoin "PB0" et le régime "PB15", on obtient une valeur de 69,0%, qui reste nettement supérieure aux valeurs tabulaires (INRA 2004 ou EGRAN 2002). En utilisant le coefficient moyen de digestibilité de 74,4%, la concentration en protéines brutes digestibles de la pulpe est de 57 g/kg brut. L'écart type de la moyenne de cette valeur est de 2,1 g.

Par ailleurs, l'incorporation croissante de pulpe réduit linéairement la teneur en matière sèche des fèces dures (tableau 5). Cet effet peut provenir de la capacité élevée des pulpes à retenir l'eau (Bertin *et al.*, 1988).

Conclusion

La détermination de la valeur énergétique et protéique de la pulpe de betterave testée ici pour le lapin en croissance, conduit à des valeurs sensiblement supérieures à celle mentionnées dans les tables de valeur nutritive des matières premières. Ainsi, la concentration en énergie digestible de la pulpe étudiée est de 3180 kcal/kg sec, soit plus de 400 kcal de plus que les valeurs "tables". Cet écart n'est vraisemblablement pas attribuable à une différence de composition chimique de la pulpe testée ici, par rapport aux valeurs tabulaires. La valeur obtenue dans cette étude est cohérente avec trois autres études de la littérature.

Tableau 5. Coefficients d'utilisation digestive "CUD" des nutriments et valeur nutritive des régimes, et teneur en matière sèche des fèces dures collectées.

Régimes :	PB0	PB15	PB30	CVr, %	Pr > F
Matière organique, %	65,1 a	66,0 ab	69,3 b	3,8	<0,01
Energie, %	63,7 a	65,2 ab	67,7 b	3,9	0,014
Protéines brutes, %	76,9	75,8	76,3	3,0	NS
Energie digestible, kcal/kg brut	2573	2597	2664		
Protéines digestibles, g/kg brut	147	131	120		
Matière sèche des fèces, %	49,1 a	43,0 b	38,0 b	9,9	<0,001

CVr: coefficient de variation résiduel

Références

- BERTIN C., ROUAU X., THIBAUT J.F., 1988. Structure and properties of sugar beet fibres. *J. Sci. Food Agr.*, 44, 15-29.
- CANAU M., BERTRAND B., FIORAMONTI J., 1978. Variation de la digestibilité des constituants de la ration chez le lapin. *CR Séances Soc. Biol.*, 172, 554-559.
- DE BLAS J.C., CARABAÑO R., 1996. A review on the energy value of sugar beet pulp for rabbits. *World Rabbit Sci.*, 4, 33-36.
- EGRAN, 2001. Technical note: Attempts to harmonise chemical analyses of feeds and faeces, for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Sci.*, 9, 57-64.
- FEKETE S., GIPPERT T., 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9, 103-108.
- FRANCK Y., SEROUX M., 1980. Utilisation de la pulpe de betterave déshydratée par le lapin à l'engraissement. In: WRSA (Ed), *Proc. 2^d of World Rabbit Congress*, 16-18 avril, Barcelone, Vol. 2, p167-175.
- GIDENNE T., 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livest. Prod. Sci.*, 81, 105-117.
- GIDENNE T., JEHL N., 1999. Réponse zootechnique du lapin en croissance face à une réduction de l'apport de fibres, dans des régimes riches en fibres digestibles. In: JM Perez (Ed.), *8^{ème} J. Rech. Cunicoles Fr.*, 9-10 juin, Paris, ITAVI publ. Paris, pp. 109-113.
- GIDENNE T., MIRABITO L., JEHL N., PEREZ J.M., ARVEUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., DUPERRAY J., CORRENT E., 2004. Impact of replacing starch by digestible fibre, at two levels of lignocellulose, on digestion, growth and digestive health of the rabbit. *Anim. Sci.*, 78, 389-398.
- JEHL, N., GIDENNE, T. LE ROUX, J.F. 1998. Emploi de rations à fortes proportions de fibres digestibles: effets sur la digestion et le transit du lapin en croissance. *Proceedings of the 7^{ème} J. Rech. Cunicoles Fr.*, 13-14 mai, Lyon, (ed. J.M. Perez) ITAVI publ. Paris, France, pp. 137-140.
- LEBAS F., CHERIET S., 1981. Utilisation de 3 sources de lest chez le lapin en croissance. *Cuniculture* 40, 190-193.
- MAERTENS L., DE GROOTE G., 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. In: *Proc. 3rd Congr. of the World Rabbit Congress*, 16-18 avril, Barcelone, ASESU Publ., vol. 1, pp. 244-251.
- MAERTENS L., PEREZ J.M., VILLAMIDE M., CERVERA C., GIDENNE T., XICCATO G., 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science* 10: 157-166
- PEREZ J.M., LEBAS F., GIDENNE T., MAERTENS L., XICCATO G., PARIGI-BINI R., DALLE ZOTTE A., COSSU M.E., CARAZZOLO A., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R., FRAGA M.J., RAMOS M.A., CERVERA C., BLAS E., FERNANDEZ CARMONA J., FALCAO E CUNHA L., BENGALA FREIRE J., 1995. European reference method for in-vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 3, 41-43.
- PEREZ J.M., GIDENNE T., BOUVAREL I., ARVEUX P., BOURDILLON A., BRIENS C., LE NAOUR J., MESSEGER B., MIRABITO L., 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhoea. *Ann. Zootech.*, 49, 369-377.
- SAUVANT D., PEREZ J.M., TRAN G., 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porc, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. 2^{ème} Edition revue et corrigée. INRA Editions, Paris, 301p.
- VILLAMIDE M.J., MAERTENS L., CERVERA C., PEREZ J.M. XICCATO G. 2001. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Sci.*, 9: 19-26