

Valeur nutritive de marc de myrtilles pour le lapin en croissance : Résultats préliminaires de digestion et de croissance

S. DABBOU^{1,3}, F. GAI², L. ROTOLO¹, A. KOVITVADHI¹, A. N. HELAL³,
I. ZOCCARATO¹, L. GASCO^{1,2}

⁽¹⁾Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Largo P. Braccini 2, Grugliasco, Italia

⁽²⁾Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Largo P. Braccini 2, Grugliasco, Italia

⁽³⁾Laboratoire de Bioressources, Biologie Intégrative et Valorisation, Institut Supérieure de Biotechnologie de Monastir, av. Tahar Hadded, BP 74, 5000, Monastir, Tunisie

Résumé:

La valeur nutritive et l'utilisation des marcs des myrtilles (MM) dans l'alimentation des lapins en croissance ont été étudiés en comparant quatre régimes expérimentaux avec des taux d'incorporation croissants de MM (0, 5, 10 et 15%). 144 lapins, sevrés à 35 jours, ont été répartis en quatre lots homogènes de 36 animaux et alimentés *ad libitum*. La digestibilité a été mesurée entre 46 et 50 jours d'âge sur 10 lapins par groupe. Les MM peuvent être considérés comme une source importante de fibres (626 g/kg de NDF) et de protéines (142 g MAT/kg). La digestibilité des protéines brutes (74,7%) et celle de l'énergie (64,2 %) a présenté des valeurs plus élevées dans le groupe MM10. Une réduction de l'ingestion alimentaire (138,7 g/j) et une amélioration de l'indice de consommation avec une valeur plus favorable dans le groupe MM10 (3,17) ont été observés.

Abstract: Nutritive value of bilberry pomace for the growing rabbit: preliminary results of digestion and growth. The nutritive value and potential use of Bilberry pomace for the growing rabbit was studied by comparing 4 diets containing an increasing incorporation of MM (0, 5, 10 and 15%). 144 rabbits (weaned at 35 days old) were divided into four groups of 36 and fed *ad libitum*. The digestibility was measured between 46 and 50 days of age of 10 rabbits per group. The MM can be considered as a major source of fibers (626 g/kg NDF) and proteins (142 g/kg). Proteins (74.7%) and energy digestibility (64.2 %) showed a higher values in MM10 group. A lower average daily feed intake (139 g/d) and an improvement in feed conversion rate (3.17) were recorded also in MM10 group.

Introduction

Les résidus agricoles et agro-industriels représentent une part importante (près de 30 %) de la production agricole (Commission européenne, 2010). L'Europe produit chaque année $2,5 \times 10^8$ tonnes de sous-produits dont 39% proviennent exclusivement de l'industrie agro-alimentaire (Commission européenne, 2010). Ces résidus constituent des ressources alimentaires non-conventionnelles, d'origine végétale, qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation humaine et qui peuvent être valorisés en alimentation animale (Dahouda *et al.*, 2009). Ces résidus sont disponibles pour une durée du temps acceptable durant toute l'année, facilement dégradables, mais contribuent à l'augmentation des problèmes environnementaux dans les zones de production. Les myrtilles (*Vaccinium myrtillus* L.) sont parmi les baies les plus consommées sur le marché italien et sont vendues fraîches, congelées ou transformées en jus et en confiture (Bounous *et al.*, 2009). Les sous-produits de myrtilles sont composés principalement par des marcs, résidus subsistant après l'extraction de jus. Ils se composent d'épicarpes, de tiges et de

pulpes et représentent jusqu'à 20% du poids du fruit initial (Khanal *et al.*, 2009). Les marcs des myrtilles (MM) sont relativement riches en glucose, acide organique, amidon, pectines et en cellulose (Khanal *et al.*, 2010). En plus d'apporter des protéines, ils sont riches en fibres (Khanal *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2014) qui, chez le lapin, sont essentiels au bon fonctionnement de l'appareil digestif. En outre, ils sont également riches en antioxydants phénoliques (Gao *et al.*, 2010) qui peuvent avoir une fonction de protection contre les processus de dégradation cellulaire et réduire l'oxydation lipidique de la viande. L'objectif de ce travail a été de déterminer la valeur nutritive des MM et d'étudier ses effets dans l'alimentation des lapins.

1. Matériel et méthodes

1.1. Logement et Animaux

L'essai a été réalisé au clapier du centre expérimental du Département des Sciences Agricoles, Forestières et Alimentaires (DISAFA) de l'Université de Turin qui se situe à Carmagnola, à environ 30 km au sud-ouest de Turin. 144 lapins de lignée Grimaud sevrés à 35 jours ont été répartis en 4 lots homogènes de 36 animaux en fonction du poids individuel au sevrage.

L'essai a eu lieu entre 35 et 83 jours d'âge. Les animaux ont été logés individuellement dans des cages grillagées (0,41 m de longueur, 0,30 m de largeur et 0,28 m de hauteur) à une température de 22 ° C.

1.2. Protocole expérimental

En vue de mesurer la valeur nutritive (énergie et protéines digestibles, "ED, PD") du marc de myrtille (MM), quatre régimes expérimentaux contenant des niveaux croissants d'inclusion de MM ont été préparés, en substituant au mélange de base, sans prémix ni minéraux, 0, 5, 10 et 15 % de

MM (MM0, MM5, MM10, MM15) selon la procédure de Goby et Gidenne (2008). Le prémix vitaminique et minéral ainsi que le phosphate dicalcique ont été ajoutés à tous les régimes expérimentaux à raison de 1,5 et 0,5 % respectivement (Tableau 1). Le marc de myrtille a été fourni par la société Arc en ciel (Soc. Agric. Coop.- Cafasse, Italy)

La composition chimique des MM et des aliments expérimentaux est présentée dans le tableau 1. Pendant 49 jours, les lapins ont été alimentés *ad libitum*. L'eau a été disponible en permanence.

Tableau 1: Composition de l'aliment de base et formulation des régimes expérimentaux

Ingrédients du mélange de base		Quantités (%)			
Farine de Luzerne		30,00			
Son de blé		20,00			
Orge		17,00			
Pulpe de betterave séchée		15,00			
Tourteau de soja		11,50			
Paille de blé		2,00			
Mélasses		2,00			
Huile de soja		0,50			
Total		98,00			
		Aliments expérimentaux			
		MM0	MM5	MM10	MM15
Mélange de Base		98	93	88	83
Marc de Myrtille		0	5	10	15
Vitamines- minéraux et prémix*		1,5	1,5	1,5	1,5
Phosphate dicalcique		0,5	0,5	0,5	0,5
Composition Chimique (g/kg de MS)	Mars de Myrtille (MM)	Aliment MM0	Aliment MM5	Aliment MM10	Aliment MM15
Matière sèche (g/kg)	944	882	882	880	885
Matière organique	925	807,3	807	809,5	813,2
Cendres	18	74,7	75	70,5	71,8
Matières azotée totales	142	177	177	175	176
Matières grasses	35,0	34,3	31,1	33,7	30,5
NDF	626	368	361	365	363
ADF	433	198	199	203	226
ADL	258	35,2	40,3	39,1	40,8
Amidon	137	199	204	207	205
Energie brute (MJ/kg MS)	22,70	17,91	17,92	17,69	18,15

* Vitamine A 200 U, α -tocopheryl acétate 16 mg, Niacine 72 mg, Vitamine B6 16 mg, Choline 0,48 mg, DL-méthionine 600 mg, Ca 500 mg, P 920 mg, K 500 mg, Na 1 g, Mg 60 mg, Mn 17 mg, Cu 0,6 mg per kg d'aliment.

1.3. Mesures

Les lapins ainsi que la consommation d'aliment ont été pesés individuellement tous les 15 jours. La mortalité a été enregistrée chaque jour. Les paramètres de croissance, à savoir le gain moyen quotidien (GMQ), les quantités d'aliments moyennes ingérées (CMQ) et l'indice de consommation (IC) ont été calculés.

1.4. Essai de digestibilité

La digestibilité des différents composants de la ration est évaluée par collecte totale journalière des

fèces, durant 4 jours (Perez *et al.*, 1995). 10 lapins par groupe âgés de 46 jours ont été maintenus dans des cages individuelles assurant la collecte quantitative des fèces et leur séparation des urines. Les aliments et les fèces ont été analysés selon la méthode d'analyse officielle (AOAC, 2000).

1.5. Analyses statistiques

Les études statistiques ont été effectuées grâce au logiciel SPSS (Version 17.0.0 Windows, SPSS Inc.). Les paramètres zootechniques et les coefficients de digestibilité ont été analysés par le

modèle linéaire général (General Linear Model) en utilisant une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur fixe. La comparaison des moyennes a été réalisée moyennant le test de «Duncan». Les différences ont été considérées significatives au seuil de $p < 0,05$. Les valeurs nutritives des MM ont été calculés en utilisant la régression linéaire et selon Villamide et al. (2001).

2. Résultats et discussion

2.1. Paramètres de croissance

Les MM sont riches en fibres et en protéines (Tableau 1). Ils contiennent des quantités élevées de NDF (626 g/kg MS), de fibres peu digestes (ADF=433 g/kg MS) et surtout de lignines (ADL=258 g/kg MS). La teneur en protéines brutes est modérée (142 g/kg MS).

La vitesse de croissance, en moyenne de 46,8 g/j, n'est pas modifiée par les traitements (Tableau 2), alors que l'ingestion semble réduite avec l'incorporation de MM. L'IC est ainsi amélioré avec les MM, sachant que le meilleur IC a été trouvé pour le groupe supplémenté avec 10 % des MM (3,17). Ces résultats indiquent que les lapins ont pu utiliser, efficacement, les régimes alimentaires supplémentés avec les MM. Chez le rat, Khanal *et al.* (2012) montrent que les MM incorporés à très faibles taux dans l'alimentation (1,5 %), n'ont pas affecté le poids final, la consommation alimentaire et l'ICA. De même chez le hamster, Kim *et al.* (2010) montrent que l'ajout de MM dans l'aliment n'a pas affecté la croissance, ni le poids du foie et du tissu adipeux mais a augmenté la consommation alimentaire.

Tableau 2: Effet de la supplémentation des marcs des myrtilles sur les performances des lapins en croissance

	MM0	MM5	MM10	MM15	p
Nombre des lapins	35	36	35	36	-
Poids vif à 35 j (g)	937	941	938	936	0,95
Poids vif à 83 j (g)	3179	3187	3177	3208	0,90
CMQ (g/j)	165,3 ^a	159,2 ^b	147,6 ^c	155,9 ^b	$p < 0,001$
GMQ (g/j)	46,7	46,8	46,6	47,3	0,86
IC	3,54 ^a	3,41 ^b	3,17 ^d	3,29 ^c	$p < 0,001$

CMQ: consommation moyenne quotidienne, entre 35 et 83j d'âge; GMQ: gain moyen de poids vifs entre 35 et 83j; IC: indice de consommation.

2.2. Digestibilité

Aucune différence significative n'a été mise en évidence pour la digestibilité fécale de la matière sèche et de la matière organique (Tableau 3). Par contre, la digestibilité des protéines brutes a été plus élevée dans le groupe MM10 ($P=0,013$). En utilisant les coefficients de digestibilité de l'énergie et de protéines obtenus sur les quatre régimes expérimentaux, nous avons obtenu des équations de prédiction par la méthode de régression linéaire. Mais, comme la digestion n'est pas modifiée avec l'incorporation de MM, les équations de régression sont peu précises. Ainsi, pour l'énergie digestible nous calculons la relation suivante: $MM (DE (MJ / kg MS) = 11,274 + 1,590 MM (\%); R^2 = 0,026$). Tandis que pour les protéines brutes la relation est: $(DP (g / kg) = 129,821 - 8,871 MM (\%); R^2 = 0,010$). En conséquence et en utilisant la procédure de calcul proposée par Villamide *et al.* (2001), la concentration en énergie digestible de MM est estimée à 1 2,86 MJ/Kg MS, avec une erreur standard relativement élevée (15%). Selon l'équation, la teneur en protéines digestibles de l'aliment diminue avec le taux d'incorporation des MM. Extrapolé à 100 %, le contenu en protéines digestibles des MM est estimé à 121 g/kg MS, avec une erreur standard élevée de 8,16 g. En ce qui concerne la digestibilité des matières grasses, une

diminution significative été observée pour le groupe MM15 par rapport au témoin (MM0) et à MM5. Une diminution linéaire, avec le taux des MM, de la digestion des matières grasses a été observée ($P=0,02; R^2=0,236$).

Sur des hamsters nourris avec des aliments riches en matières grasses et complétée avec les MM, Kim *et al.* (2010) ont observé que cet ajout a diminué la digestibilité des lipides. En effet, les extraits riches en polyphénols inhibent la lipase pancréatique *in vitro* (McDougall *et al.*, 2008, 2009; Boath *et al.*, 2012) et l'absorption des triglycérides *in vivo* chez la souris et chez l'homme (Sugiyama *et al.*, 2007). La digestibilité de la fraction NDF a été plus élevée (de 2,5 points) en lien avec le plus fort coefficient de digestion pour la MS et la MO, pour le groupe MM10 alors qu'aucune différence significative n'a été observée pour la lignocellulose (ADF) et l'énergie. En comparaison avec d'autres sous-produits, riches en lignines, comme les marcs de raisin qui possèdent la même teneur en NDF, les MM ont montré une meilleure digestibilité en NDF que les marcs de raisin (Gidenne *et al.*, 2010).

Conclusions

Cette étude a permis de déterminer la valeur nutritive du marc de myrtille, établie à (121g/kg

MS de PD et 12,86 MJ d'ED/ kg MS). Jusqu'à 15% d'incorporation, les MM ne semblent pas modifier la croissance, mais conduirait à un meilleur indice de consommation. Des études complémentaires avec de plus grands effectifs d'animaux nourris

avec des aliments iso-nutritifs confirmeraient l'intérêt des MM pour l'alimentation du lapin en croissance.

Tableau 3: Ingestion d'aliment (g/j) et coefficients de digestibilité apparente *in vivo* des régimes expérimentaux (n=10)

	MM0	MM5	MM10	MM15	p
Ingestion d'aliment (g/j)*	139,6	136,6	138,7	140,0	0,943
Digestibilité fécale, %					
Matière sèche	62,9	62,3	65,8	63,7	0,091
Matière organique	63,7	62,9	66,2	64,2	0,123
Matières azotées totales	71,5 ^b	71,0 ^b	74,4 ^a	70,1 ^b	0,013
Matières grasses	82,9 ^{ab}	83,4 ^a	81,1 ^{bc}	79,9 ^c	0,008
NDF	39,4 ^{ab}	37,2 ^{ab}	41,9 ^a	34,8 ^b	0,025
ADF	29,2	23,5	27,1	26,3	0,250
Energie	62,1	61,2	64,2	62,1	0,268
Valeur Nutritive					
Energie digestible (MJ/kg MS)	11,35	11,19	11,57	11,49	
Protéine digestible (g/kg MS)	129	128	133	126	

* mesures de 46 à 50 jours d'âge, en cages individuelles.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Dr. Gabriella Garino (Arc en ciel Soc. Agric. Coop.- Cafasse, Italy) pour avoir fourni les marcs des myrtilles ainsi que le personnel de la station expérimentale de DISAFA (Carmagnola, TO, Italy).

Références

AOAC, 2000. Official methods of analysis, 17th edition. AOAC, Washington, DC, USA.

BOATH, A. S., GRUSSU, D., STEWART, D., McDougall, G. J., 2012. Berry polyphenols inhibit digestive enzymes: a source of potential health benefits? *Food Dig.*, 3, 1-7.

BOUNOUS, G., BECCARO, G., MELLANO, M. G., 2009. Piccoli frutti: mirtilli, lamponi, more, ribes, uvaspina. Milano, Italie: Il Sole 24 Ore/Edagricole 978-88-506-5270-9; 20091-393.

COMMISSION EUROPENNE, 2010. Chiffres clés de l'Europe. Résumé 2013 de l'annuaire en ligne d'Eurostat. ISSN 1831-323X.

DAHOUDA, M., TOLEBA, S. S., SENOU, M., YOUSDAO, A. K. I., HAMBUECKERS, A., HORNICK, J. L., 2009. Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique: valeurs nutritionnelles et contraintes. *Ann. Méd. Vét.*, 153 : 5-21.

GAO, C., CHENG, D. H., GAO, X., ZHAO, E. F., 2010. Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Blueberry Pomace Extracts. *Bulletin of Botanical Research*, 30(2) : 253-256.

GIDENNE, T., CARABANO, R., GARCIA, J., DE BLAS, J. C., 2010. Fibre Digestion In: DE BLAS, J.C., WISEMAN, J. (Eds), *The nutrition of the rabbits*. 2nd Edition. CABI International, Wallingford, United Kingdom, pages 66-82.

GOBY, J. P., GIDENNE, T., 2008. Nutritive value of carrot (whole plant), dried at low temperature, for the growing rabbit. *Proceedings of 9th World Rabbit Congress*. 10-13 June 2008, Verona, Italy, pages 677-682.

KHANAL, R. C., HOWARD, L. R., BROWNMIILLER, C. R., PRIOR, R. L., 2009. Influence of Extrusion Processing on Procyanidin Composition and Total Anthocyanin Contents of Blueberry Pomace. *J. Food Sci.*, 74 (2) : H52- H58.

KHANAL, R. C., HOWARD, L. R., PRIOR, R. L., 2010. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins. *Food Res Int.*, 43: 1464-1469.

KHANAL, R. C., HOWARD, L. R., WILKES, S. E., ROGERS, T. J., PRIOR, R. L., 2012. Effect of dietary blueberry pomace on selected metabolic factors associated with high fructose feeding in growing Sprague-dawley rats. *J. Med Food.*, 15 (9): 802-810.

KIM, H., BARTLEY, G. E., RIMANDO, A. M., YOKOYAMA, W., 2010. Hepatic gene expression related to lower plasma cholesterol in hamsters fed high-fat diets supplemented with blueberry peels and peel extract. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (7): 3984-3991.

LI, J., SOLVAI, K. M., ALFARO, L., ZHANG, J., CHOTIKO, A., BRANDAO DELGADO, J. L., CHOULJENKO, A., BANKSTON, D., BECHTEL, P. J., SATHIVEL, S., 2014. Effect of blueberry extract from blueberry pomace on the microencapsulated fish oil. *J. Food Process Pres.*, doi:10.1111/jfpp.12222

MCDUGALL, G. J., KULKARNI, N. N., STEWART, D., 2008. Current developments on the inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *BioFactors*, 34: 73-80.

MCDUGALL, G. J., KULKARNI, N. N., STEWART, D., 2009. Berry polyphenols inhibit pancreatic lipase activity in vitro. *Food Chem.*, 115: 193-199.

PEREZ, J. M., LEBAS, F., GIDENNE, T., MARTENS, L., XICCATO, G., PARIGI-BINI, R., DALLE ZOTTE, A., COSSU, M. E., CARAZZOLO, A., VILLAMIDE, M. J., CARABANO, R., FRAGA, M. J., RAMOS, M. A., CERVERA, C., BLAS, E., FERNANDEZ, J., FALCAO E., CUNHA, L., BENGALA FREIRE, J., 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbit. *World Rabbit Sci.*, 3 (1): 41-43.

SUGIYAMA, H., AKAZOME, Y., SHOJI, T., YAMAGUCHI, A., YASUE, M., KANDA, T., OHTAKE, Y., 2007. Oligomeric procyanidins in apple polyphenol are main active components for inhibition of pancreatic lipase and triglyceride absorption. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 4604-4609.

VILLAMIDE, M. J., MARTENS, 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 (1): 19-25.