

Variations pour la dégradation des protéines de quatre espèces de légumineuses fourragères

B. Julier, C. Huyghe, J.C. Emile

La luzerne et le trèfle blanc, légumineuses fourragères les plus cultivées en Europe, ont des protéines qui sont mal valorisées par les ruminants car trop rapidement dégradées dans le rumen pour être efficacement absorbées dans l'intestin, ce qui ne semble pas le cas des lotiers ou de la coronille. Les différences de dégradation des protéines entre espèces et entre variétés demandent à être évaluées...

RÉSUMÉ

L'étude a mesuré la dégradation des protéines et de la matière sèche de 5 variétés de luzerne, 4 de trèfle blanc, 5 de lotier et 1 de coronille, après 3 temps d'incubation (2, 8 et 48 h) dans le rumen de vaches fistulées. Des différences entre espèces ont été observées, à la fois pour la dégradation de la matière sèche et des protéines. Les espèces sans tannins (luzerne et trèfle blanc) ont des protéines plus rapidement dégradées que les espèces avec tannins (lotiers et coronille). Pour la luzerne et le trèfle blanc, la variabilité pour la dégradation des protéines était faible ou nulle entre variétés. Mais il existe des différences pour ce caractère entre cultivars de lotier, en partie reliées aux différences de teneurs en tannins condensés.

MOTS CLÉS

Coronille, lotier, luzerne, protéine, tanin, trèfle blanc, valeur alimentaire.

KEY-WORDS

Bird's-foot trefoil, crownvetch, feeding value, lucerne, protein, tannin, white clover.

AUTEURS

INRA, Unité de Génétique et d'Amélioration des Plantes Fourragères, F-86600 Lusignan ; julier@lusignan.inra.fr

Les légumineuses fourragères produisent un fourrage riche en protéines. Cependant, une forte proportion de ces protéines est dégradée dans le rumen, induisant une faible efficacité des protéines de la ration, des pertes d'azote polluant l'environnement et des risques de météorisation au pâturage. Certaines espèces de légumineuses produisent des métabolites secondaires, **les tannins condensés, connus pour réduire la dégradation ruminale des protéines**. Mais les tannins réduisent aussi la digestibilité de la matière sèche et l'ingestibilité. Les tannins condensés existent chez le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et d'autres espèces du genre *Lotus*, ainsi que chez la coronille (*Coronilla varia*), à différentes concentrations selon l'espèce, le cultivar et les conditions de culture (MORRIS et ROBBINS, 1997). Les légumineuses fourragères les plus cultivées en Europe, la luzerne (*Medicago sativa*) et le trèfle blanc (*Trifolium repens*), ne possèdent pas de tannins dans leurs feuilles ni leurs tiges. L'objectif de l'étude était d'évaluer la variabilité génétique pour la dégradation des protéines de deux espèces sans tannin (luzerne et trèfle blanc) et des espèces riches en tannins du genre *Lotus*.

1. Matériels et méthodes

Un essai avec 5 variétés de luzerne, 4 variétés de trèfle blanc, 5 cultivars de lotier (3 *L. corniculatus*, un *L. pedunculatus* et un *L. tenuis*) et une variété de coronille (tableau 1) a été semé au printemps 1999 à l'INRA Lusignan (France). La première coupe du printemps 2000 a été récoltée au stade "début de floraison" pour chaque espèce, et les échantillons ont été séchés à 60°C et broyés à la grille de 2 mm. La dégradation des protéines a été mesurée par l'incubation de sachets en Nylon contenant 2,5 g de fourrage dans le rumen de vaches fistulées, pendant 2, 8 et 48 h, avec 3 répétitions (NOZIERE et

TABLEAU 1 : Teneurs en protéines, en tannins condensés, en matière sèche résiduelle et en protéines résiduelles de quelques légumineuses après 2, 8 et 48 h d'incubation dans le rumen de vaches fistulées.

TABLE 1 : Protein contents, condensed tannin contents, contents in residual dry matter and residual protein of a number of legumes after 2, 8 and 48 hours of ruminal incubation in fistulated cows.

Espèce	Cultivar	Teneur (%MS) en protéines	Teneur (%MS) en tannins	% MS résiduelle après :			% protéines résiduelles après :		
				2 h	8 h	48 h	2 h	8 h	48 h
Coronille	Lucor	24,4	1,13	62,1	56,6	25,1	55,8	52,7	11,2
Lotier	Exact	20,9	1,99	62,4	51,2	25,1	55,9	44,4	9,3
Lotier	Wellington	21,3	1,44	62,1	53,4	23,7	56,7	48,8	8,8
Lotier	Leo	22,8	1,35	62,0	51,2	23,6	55,3	42,3	8,5
Lotier	<i>L. pedunculatus</i>	21,7	4,43	68,3	64,4	30,5	72,4	66,9	19,9
Lotier	<i>L. tenuis</i>	20,6	0,67	61,3	50,9	23,5	54,1	45,4	7,7
Luzerne	Luisante	19,8	-	61,6	50,3	24,1	43,5	36,4	8,2
Luzerne	Kyoverie	18,9	-	66,0	51,6	27,6	46,5	33,0	10,0
Luzerne	5715	16,8	-	65,2	51,2	27,7	49,6	35,4	10,1
Luzerne	4 073	19,9	-	65,0	49,9	25,3	48,2	32,6	8,7
Luzerne	Milheuil	19,5	-	64,4	51,1	26,5	46,0	30,3	9,0
Trèfle	Grassland Hills	21,3	-	58,5	48,0	10,3	50,7	42,6	4,8
Trèfle	Aberherald	21,1	-	58,5	48,3	11,1	50,7	43,4	6,0
Trèfle	Aberdal	21,9	-	57,0	46,0	10,1	48,0	40,6	5,6
Trèfle	Aran	20,4	-	56,8	44,6	9,5	48,0	39,4	4,2
Moyennes									
Générale		20,8	-	62,1	51,1	21,6	52,4	42,2	8,8
Coronille		24,4	1,13	62,1	56,6	25,1	55,8	52,7	11,2
Lotier		21,5	1,90	62,2	54,2	25,3	58,9	49,6	10,8
Luzerne		19,0	-	64,5	50,5	26,2	47,3	33,2	9,3
Trèfle		21,2	-	57,7	46,7	10,3	48,6	41,5	5,1

TABLEAU 2 : Analyse de variance pour la dégradation de la matière sèche et des protéines, avec les effets de l'espèce, du cultivar hiérarchisé à l'espèce, et de l'animal ; les carrés moyens sont indiqués.

TABLE 2 : Analysis of variance for dry matter and protein degradation, with the effects of species, of cultivars within the species effects, and of animals ; mean squares are given.

Effet	% MS résiduelle après :			% protéines résiduelles après :		
	2 h	8 h	48 h	2 h	8 h	48 h
Espèce	112,9 ***	156,7 ***	699,4 ***	373,5 ***	788,3 ***	80,8 ***
Cultivar (espèce)	12,2 ***	40,5 ***	13,0 ***	66,6 ***	115,0 ***	29,4 ***
Animal	3,1 **	24,0 **	0,33 NS	37,1 **	17,4 NS	1,2 NS
Erreur	0,5	3,6	0,3	6,5	7,5	0,7

MICHALET-DOREAU, 2000). Après l'incubation, les sachets ont été rincés, séchés et pesés. La teneur en protéines des échantillons initiaux et des résidus a été déterminée. La teneur en tannins des échantillons de lotier a été mesurée. Pour chaque espèce, une analyse de variance a été réalisée selon un dispositif en blocs randomisés, avec les effets du cultivar et de l'animal. Sur l'ensemble des 4 espèces, l'analyse de variance a permis de tester l'effet de l'espèce, du cultivar hiérarchisé à l'espèce, et de l'animal, pour la dégradation des protéines et de la matière sèche à chaque temps d'incubation.

2. Résultats et discussion

En moyenne, les échantillons de coronille, de lotiers et de trèfle blanc avaient plus de protéines que la luzerne (tableau 1). Pour la dégradation de la matière sèche, les échantillons de trèfle étaient plus dégradés à chaque temps d'incubation que les lotiers, la coronille et la luzerne, ce qui est à relier avec la forte digestibilité de cette espèce. Pour la dégradation des protéines, la luzerne était la plus dégradée après 2 et 8 h d'incubation, suivie par le trèfle ; les lotiers et la coronille étaient les moins dégradés. En d'autres termes, la dégradation des protéines des deux espèces sans tannin est plus grande que celle des deux espèces contenant des tannins. Après 48 h d'incubation, presque la totalité des protéines des différentes espèces était dégradée. Les effets de l'espèce et du cultivar hiérarchisé à l'espèce étaient significatifs (tableau 2).

À l'intérieur des espèces, il y avait des différences pour la dégradation de la matière sèche entre variétés de lotiers et entre variétés de luzerne, mais pas entre variétés de trèfle. Pour la dégradation des protéines, il n'y avait pas de variations entre variétés de trèfle, de faibles variations entre variétés de luzerne, et de fortes différences entre cultivars de lotiers (tableau 3). Une très faible variabilité génétique pour la dégradabilité des protéines avait déjà été observée (TREMBLAY *et al.*, 2000 ; JULIER *et al.*, 2003). **Les possibilités de progrès génétique par sélection classique sur la dégradabilité des protéines sont donc très limitées pour la luzerne et le trèfle blanc**, faute de variabilité génétique. **Chez le lotier, il doit être possible d'identifier ou de**

TABLEAU 3 : Analyse de variance pour la dégradation de la matière sèche et des protéines, chez le lotier, avec les effets du cultivar et de l'animal ; les carrés moyens sont indiqués.

TABLE 3 : Analysis of variance for dry matter and protein degradation in bird's-foot trefoil, with the effects of cultivars and animals ; mean squares are given.

Effet	% MS résiduelle après :			% protéines résiduelles après :		
	2 h	8 h	48 h	2 h	8 h	48 h
Cultivar	24,6 ***	100,1 ***	27,2 ***	174,2 ***	297,1 ***	78,0 ***
Animal	1,2 *	18,6 **	0,4 NS	5,0 NS	23,4 NS	0,8 NS
Erreur	0,3	2,4	0,2	5,8	7,1	1,8

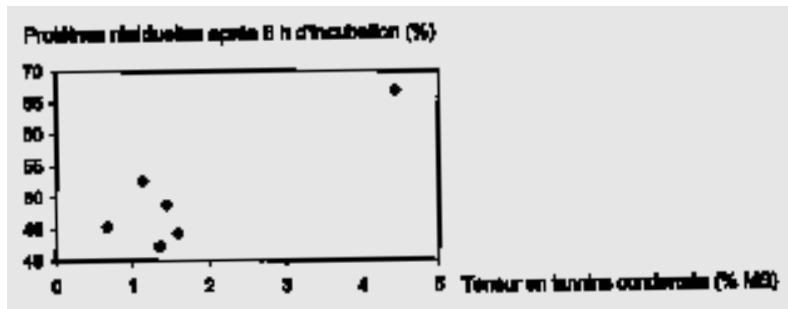


FIGURE 1 : Relation entre la teneur en tannins condensés chez le lotier et la coronille et la dégradation des protéines après 8 h d'incubation dans le rumen de vaches fistulées.

FIGURE 1 : Relationship between condensed tannin content in bird's-foot trefoil and crownvetch and protein degradation after 8 hours of ruminal incubation in fistulated cows.

sélectionner des variétés avec une teneur en tannins adéquate, entraînant une dégradabilité des protéines plus faible mais permettant une dégradabilité de la matière sèche satisfaisante. Cependant, la valeur agronomique de cette espèce est limitante pour la plupart des conditions de culture européennes.

La relation entre la teneur en tannins condensés et la dégradation des protéines après 8h d'incubation (figure 1) est positive, mais cette teneur en tannins n'explique pas toutes les variations de dégradabilité des protéines. D'autres paramètres interviennent probablement, comme la dégradabilité des parois cellulaires, ce qui a déjà été observé dans d'autres études (BRODERICK et ALBRECHT, 1997).

Conclusion

Les 4 espèces étudiées ont des caractéristiques de dégradation de la matière sèche et des protéines contrastées. Le trèfle blanc est l'espèce dont la dégradation de la matière sèche est la plus rapide. La variabilité pour la dégradation des protéines des espèces sans tannin (luzerne et trèfle blanc) semble être très limitée. Au contraire, la dégradation des protéines des lotiers est plus variable, en partie en relation avec la teneur en tannins. Les perspectives pour réduire la dégradation des protéines pour la luzerne et le trèfle blanc serait i) de mélanger ces espèces avec des espèces riches en tannins comme les lotiers, dans la ration ou dans les cultures, ii) d'introduire les gènes de la biosynthèse des tannins par transformation. La luzerne et le trèfle blanc produisent des tannins dans des organes et des tissus spécialisés (enveloppe de la graine, pétales), indiquant que les gènes de la voie de biosynthèse existent mais ne sont pas exprimés dans les tiges et les feuilles de ces espèces.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.
"Fourrages, protéines et environnement :
de nouveaux équilibres à construire",
les 27 et 28 mars 2003.

Remerciements

Cette étude a été financée par le programme européen CAGED (FAIR CT98-4068).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRODERICK G.A., ALBRECHT K.A. (1997) : "Ruminal *in vitro* degradation of protein in tannin-free and tannin-containing forage legume species", *Crop Sci.*, 37, 1884-1891.
- JULIER B., GUINES F., EMILE J.C., HUYGHE C. (2003) : "Variation in protein degradability in dried forage legumes", *Anim. Res.*, soumis.
- MORRIS P., ROBBINS M.P. (1997) : "Manipulating condensed tannins in forage legumes", *Biotechnology and the improvement of forage legumes*, McKersie B.D. et Brown D.C.W. (Eds), CAB International, pp 147-173.
- NOZIÈRE P., MICHALET-DOREAU B. (2000) : "In sacco methods", *Farm animal metabolism and nutrition*, D'Mello J.P.F. (Ed), CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 233-253.
- TREMBLAY G.F., MICHAUD R., BÉLANGER G., MCRAE K.B., PETIT H.V. (2000) : "In vitro ruminal undegradable protein of alfalfa cultivars", *Can. J. Plant Sci.*, 80, 315-325.

SUMMARY

Differences in protein degradation among four species of forage legumes

The most frequently grown forage legumes in Europe (luzerne and white clover) contain proteins which are rapidly degraded in the rumen ; their dietary efficiency is therefore poor. But bird's-foot trefoil and crownvetch produce condensed tannins, secondary metabolites known to reduce protein degradation. The study consisted in the measurement of the protein and dry matter degradation of 5 cultivars of luzerne, 4 of white clover, 5 of bird's-foot trefoil and 1 of crownvetch, after 3 durations of incubation (2, 8 and 48 hours) in the rumen of fistulated cows. Differences among species were observed, both for dry matter and for protein degradation. Proteins of the tannin-free species (luzerne and white clover) were more rapidly degraded than those of the species containing tannins (bird's-foot trefoil and crownvetch). Variation among luzerne and among white clover cultivars was small or nil, as regards protein degradation. However, differences for this trait were observed among bird's-foot trefoil cultivars, partly related to differences in condensed tannin contents.