

Ingestibilité et digestibilité du maïs frais et ensilé, récolté à différents taux de matière sèche

A. Kirilov

En Bulgarie, le maïs ensilage contribue de façon importante à la ration de base hivernale des bovins et des ovins. L'évolution de sa valeur alimentaire, et les facteurs qui interviennent, sont connus. Des études complémentaires, dans les conditions bulgares, ont permis d'observer l'évolution de la valeur alimentaire d'hybrides récents avec la maturité.

RÉSUMÉ

Plusieurs séries d'essais réalisées avec les hybrides Kneja 556, Kneja 560 et H-708 ont montré que la production de matière sèche est maximale à la fin du stade vitreux, que le taux de matière sèche augmente de plus en plus (+ 0,82 point/j du stade vitreux à la maturité). L'ingestibilité du maïs frais varie de façon non significative jusqu'au stade vitreux et diminue ensuite. L'ensilage améliore l'ingestibilité du maïs dont la teneur en matière sèche est élevée. L'addition d'urée augmente l'ingestibilité et la digestibilité de l'ensilage de maïs. Le taux de substitution de l'ensilage par le concentré est d'autant plus élevé que la teneur en matière sèche de l'ensilage est plus élevée. Il n'y a pas de différence significative de la digestibilité du maïs frais ou ensilé suivant le stade de végétation ou la teneur en matière sèche.

MOTS CLÉS

Bulgarie, complémentation, digestibilité, ensilage, ingestibilité, maïs, production fourragère, stade de récolte, urée, valeur alimentaire.

KEY-WORDS

Bulgaria, complementation, cutting stage, digestibility, feeding value, forage production, intake, maize, silage, urea.

AUTEUR

Institut des fourrages, 5800 Pleven (Bulgarie).

En Bulgarie, les conditions climatiques sont favorables à la culture des hybrides de maïs qui ont une longue période de végétation (indices 650-700 d'après la FAO). Le maïs grain et le maïs ensilage occupent 20% des surfaces labourables du pays. Cependant, au cours des dernières années, les surfaces en maïs ensilage qui étaient de l'ordre de 400 000 ha ont diminué par suite de la restructuration de l'agriculture nationale. Pourtant, l'ensilage de maïs, fourrage de valeur énergétique très élevée, reste la base des rations hivernales des bovins et ovins.

Le maïs frais ou ensilé a fait l'objet de nombreuses études et on connaît les principaux facteurs qui influent sur sa valeur alimentaire (DEMARQUILLY, 1994). Cependant, de nouvelles études complémentaires ont été effectuées pour élargir les connaissances avec l'apparition de nouveaux hybrides (ANDRIEU *et al.*, 1993 ; KIRILOV *et al.*, 1996), ou pour améliorer la prévision de la valeur alimentaire du maïs (DARDENNE *et al.*, 1993 ; ANDRIEU, 1995 ; DE BOEVER *et al.*, 1997).

L'objectif des études ici présentées est de montrer, dans les conditions bulgares, l'influence du stade de maturité (de l'apparition de la panicule au commencement de la maturité complète) sur l'évolution de la teneur en matière sèche, de la production, de l'ingestibilité et de la digestibilité du maïs frais et ensilé chez le mouton.

1. Matériel et méthodes

Plusieurs essais ont été effectués :

- un essai en continu de 12 semaines sur 2 lots de moutons alimentés parallèlement avec du maïs frais et fané (hybride Kneja 556), de l'apparition de la panicule au commencement de la maturité complète ; le fanage a pour but de voir quel est l'effet de la teneur en matière sèche à stade de maturité identique ;

- une série de 6 essais sur des moutons alimentés avec du maïs frais et ensilé (hybride H-708) aux stades laitieux, vitreux et en début de maturité complète ;

- une série d'essais sur des moutons alimentés avec de l'ensilage de maïs (hybride Kneja 556) aux stades laitieux, vitreux et en début de maturité complète, avec ou sans addition d'urée (12 g/kg MS) ou de concentré (33 ou 66% de la quantité de matière sèche de l'ensilage ingéré *ad libitum*).

Les hybrides Kneja 556, Kneja 650 et H-708 ont été utilisés pour étudier l'évolution de la teneur en matière sèche (MS) et de la production du maïs. Pour l'essai en continu, la quantité nécessaire de plantes a été coupée chaque matin ; une partie a été hachée finement à l'aide d'un hacheur à poste fixe, puis distribuée directement à un lot de moutons alors que l'autre partie, dont le fanage a duré 18 jours, a été hachée et distribuée au deuxième lot de moutons.

Les ensilages de maïs aux stades laitieux, vitreux et en début de maturité complète ont été préparés à l'aide d'une ensileuse à coupe fine (6 mm) dans des silos de béton, d'une capacité de 4 m³. Le concen-

tré utilisé, à base de maïs grain, d'orge et de tourteau de soja, contient 20% de matières azotées.

La teneur en matière sèche du fourrage distribué et des fèces a été déterminée quotidiennement pendant la période expérimentale. Une fois par semaine, la quantité de matière sèche produite à l'hectare a été déterminée à partir du poids sec de 3 fois 10 plantes représentatives et du nombre moyen de plantes à l'hectare.

Pour chaque essai, un lot de 6 moutons de race Danube à toison fine, âgés de 2 à 4 ans, placés en cages de digestibilité et alimentés *ad libitum* (10% de refus), a été utilisé.

2. Résultats

■ Teneur en matière sèche et production

La teneur en matière sèche augmente progressivement de l'apparition de la panicule jusqu'au début de la maturité complète (figure 1). Elle augmente en moyenne de 0,18 point par jour depuis l'apparition de la panicule jusqu'au stade vitreux, de 0,42 points par jour du stade laiteux au stade vitreux, puis de 0,82 points par jour du stade vitreux au début de la maturité complète. Cette évolution de la teneur en matière sèche et son effet sur la composition chimique varient selon l'hybride, l'année et le lieu de sa culture, comme l'indiquent ANDRIEU *et al.* (1993).

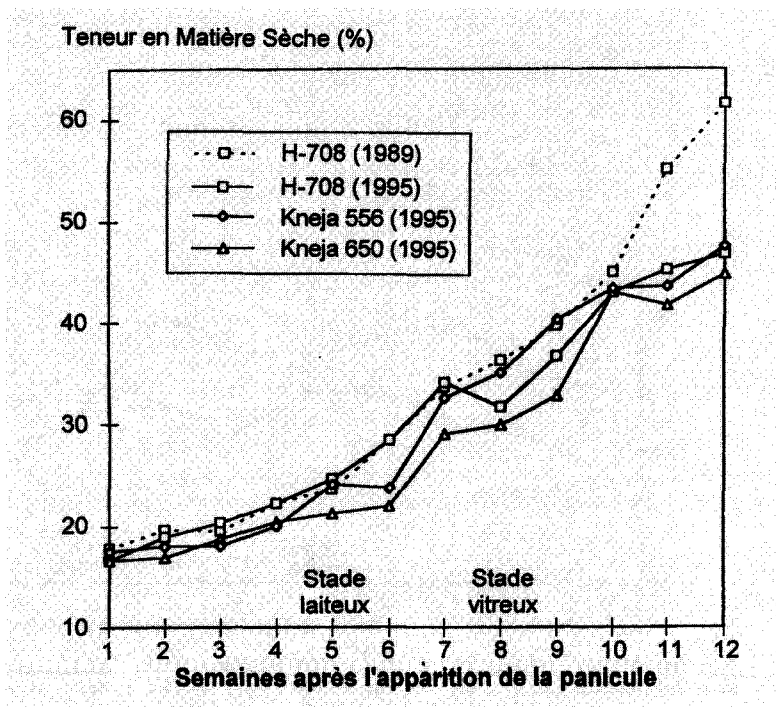


FIGURE 1 : Evolution de la teneur en matière sèche (MS) de 4 variétés de maïs cultivées en Bulgarie.

FIGURE 1 : Changes in dry matter content (MS) of 4 maize cultivars grown in Bulgaria.

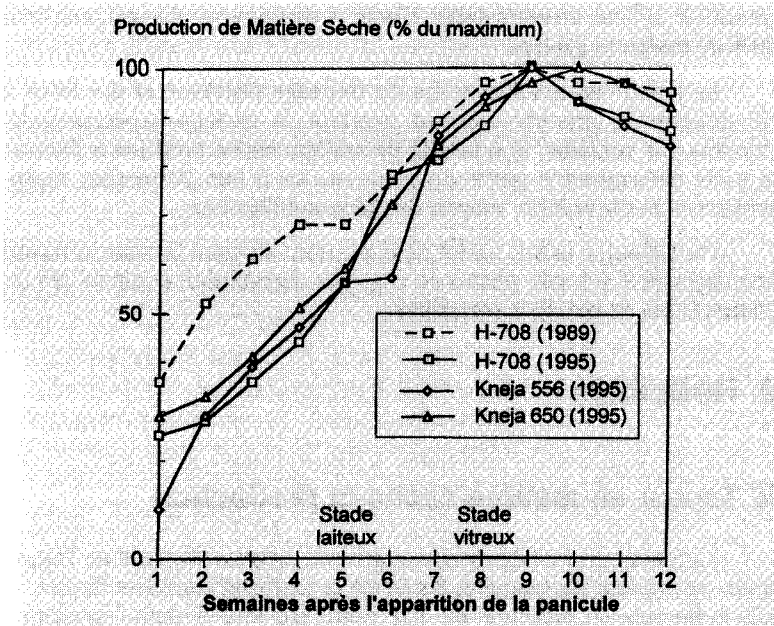


FIGURE 2 : Evolution de la production de matière sèche de 4 variétés de maïs cultivées en Bulgarie.

FIGURE 2 : Changes in dry matter production of 4 maize cultivars grown in Bulgaria.

La production de matière sèche augmente et atteint son maximum à la fin du stade vitreux - début de la maturité complète (figure 2). La teneur en matière sèche dans la plante entière des hybrides étudiés est alors en moyenne de 40% et varie de 36,6% à 42,9%.

FIGURE 3 : Evolution de l'ingestibilité et de la digestibilité de la matière sèche du maïs frais et fané (hybride Kneja 556).

FIGURE 3 : Changes in intake and digestibility of the dry matter of fresh and cured maize (hybrid Kneja 556).

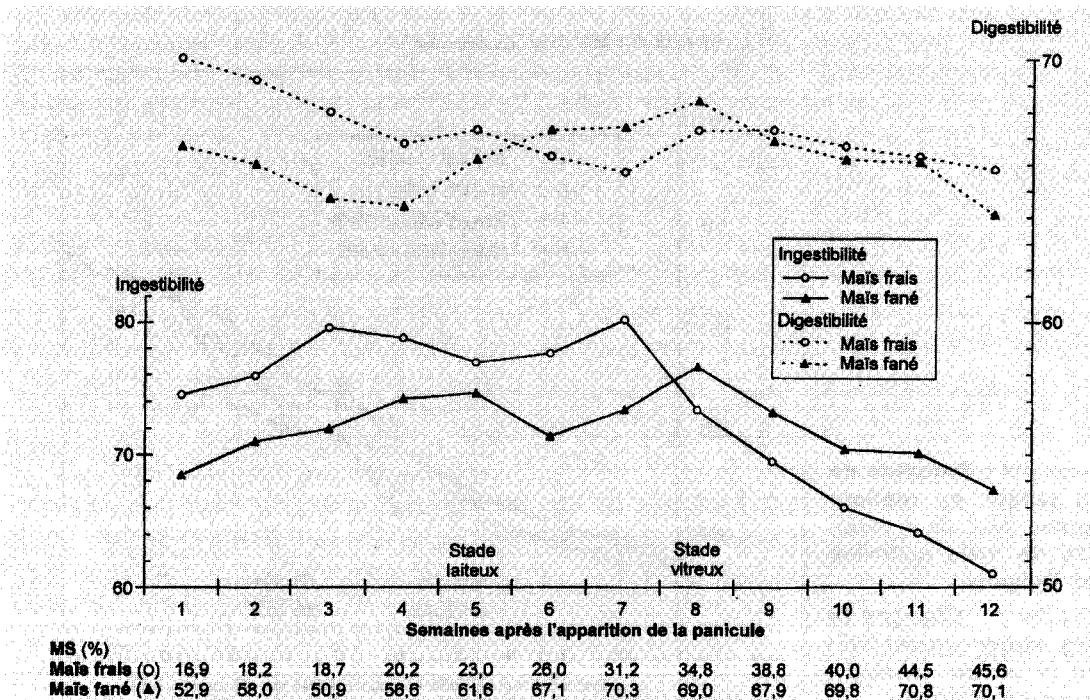


TABLEAU 1 : Evolution au cours de la maturité du maïs hybride H-708 de la teneur en matière sèche, de l'ingestibilité et de la digestibilité du maïs frais et ensilé.

TABLE 1 : Changes in dry matter content, intake, and digestibility, during maturation of the maize hybrid H-708, fresh and ensiled.

Stade	Matière sèche (%)	Ingestibilité (g/kg P ^{0.75})		Digestibilité de la matière organique (%)	
		Maïs frais	Ensilage	Maïs frais	Ensilage
Laiteux	23,0	71,5 ± 6,3	63,7 ± 5,7	67,1 ± 1,1	67,3 ± 1,8
Vitreux	36,0	60,8 ± 5,6	65,3 ± 4,8	68,4 ± 1,4	67,2 ± 2,6
Maturité presque complète	50,0	60,9 ± 2,6	67,3 ± 2,5	69,0 ± 1,9	69,3 ± 2,7

■ Ingestibilité et digestibilité

L'ingestibilité et la digestibilité de la matière organique du maïs frais (hybride Kneja 556) ne varient pas de façon significative de l'apparition de la panicule jusqu'aux stades laitieux et vitreux (figure 3). La quantité ingérée de matière sèche du maïs frais jusqu'au stade vitreux est de 77,5 g MS/kg P^{0.75} en moyenne et la digestibilité de 67,2%. Après le stade vitreux, la diminution de l'ingestibilité est nette. A 46% de matière sèche, l'ingestibilité du maïs frais n'est plus que de 61,0 g/kg P^{0.75}. Le fanage du maïs diminue l'ingestibilité et la digestibilité fortement de l'apparition de la panicule au stade laitieux et plus faiblement ensuite.

L'ingestibilité du maïs frais diminue plus avec le stade de maturité dans l'essai avec l'hybride H-708 (tableau 1). A la maturité presque complète, l'ingestibilité du maïs (à 50% de MS) est inférieure de 13% en moyenne à celle du maïs frais aux stades laitieux et vitreux (avec des teneurs respectives de 23 et 36% MS).

A maturité presque complète (50 et 53% MS, tableaux 1 et 2), on n'observe pas pour l'ensilage de maïs la même diminution d'ingestibilité que pour le maïs frais. Lorsque le maïs est proche de la maturité, l'ensilage augmente donc l'ingestibilité par rapport à celle du maïs frais. Des résultats similaires sont constatés aussi dans nos autres essais sur moutons et veaux (KIRILOV, non publié). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées : l'homogénéisation, au cours de la fermentation du maïs, des différentes parties de la plante, dont les teneurs en matière sèche étaient très différentes, ou une augmentation de la vitesse de dégradation dans le rumen.

■ Effet de l'addition d'urée et de la complémentation

L'addition d'urée augmente l'ingestibilité de l'ensilage de 15,6, 16,5 et 9% respectivement aux stades laitieux, vitreux et maturité presque complète (à 22, 32,5 et 53% MS, tableau 2). En effet, le maïs étant pauvre en matières azotées, l'addition d'urée améliore sa digestion et sa dégradation dans le rumen.

La présence de concentré augmente l'ingestibilité totale de la ration mais diminue celle de l'ensilage. Le taux de substitution de l'ensilage par le concentré est le plus élevé pour l'ensilage ayant la plus forte teneur en matière sèche : il est respectivement aux trois stades (avec 22,0, 32,5 et 53,0% MS) de 0,46 et 0,48, 0,46 et 0,56, 0,63 et 0,91 avec l'addition de 33 et de 66% de concentré. A la teneur en

Additif	Ingestibilité* (g/kg P _{0,75}) Ration totale et (ensilage seul)			Digestibilité de la matière organique* (%) Ration totale		
	Laiteux (22%)	Vitreux (32,5%)	MPC* (53%)	Laiteux (22%)	Vitreux (32,5%)	MPC* (53%)
Stade (et % MS)						
Sans additif	46,9 ± 6,4 (46,9)	49,8 ± 5,3 (49,8)	47,0 ± 0,8 (47,0)	61,7 ± 1,6	64,1 ± 2,4	64,0 ± 0,5
Urée (12 g/kg MS)	54,2 ± 2,2 (54,2)	58,0 ± 5,4 (58,0)	51,2 ± 4,2 (51,2)	69,6 ± 1,7	70,4 ± 1,5	66,6 ± 1,4
33% de concentré	63,8 ± 4,9 (45,9)	68,3 ± 4,1 (49,2)	57,4 ± 0,6 (40,5)	68,6 ± 0,8	73,8 ± 0,4	74,0 ± 2,9
66% de concentré	72,8 ± 5,3 (37,0)	75,0 ± 4,6 (36,7)	64,6 ± 1,6 (30,8)	71,3 ± 1,2	78,5 ± 3,6	77,0 ± 1,6

* MPC : maturité presque complète ; expérimentation avec des moutons de 1 an

matière sèche la plus élevée, la plus grande proportion de grains dans l'ensilage exercerait une influence plus prononcée sur le taux de substitution.

Conclusion

La teneur en matière sèche augmente de 0,18, 0,42 et 0,82 points par jour respectivement de l'apparition de la panicule au stade laiteux, du stade laiteux au stade vitreux, et du stade vitreux jusqu'au début de la maturité complète. La production de matière sèche augmente et atteint son maximum à la fin du stade vitreux - transition vers la maturité complète, la teneur en matière sèche de la plante entière étant en moyenne de 40%.

L'ingestibilité du maïs frais varie de façon non significative jusqu'au stade vitreux et diminue ensuite. L'ensilage améliore l'ingestibilité du maïs dont la teneur en matière sèche est élevée. L'addition d'urée augmente l'ingestibilité et la digestibilité de l'ensilage de maïs. Le taux de substitution de l'ensilage par le concentré est plus élevé quand l'ensilage a une teneur en matière sèche plus élevée.

Il n'y a pas de différence significative de la digestibilité du maïs frais ou ensilé suivant le stade de végétation ou la teneur en matière sèche.

Accepté pour publication, le 28 janvier 1999

TABLEAU 2 : Effet de l'addition d'urée et de concentré sur l'ingestibilité et la digestibilité de l'ensilage de maïs (hybride Kneja 556).

TABLE 2 : Effect of the addition of urea and concentrate on the intake and digestibility of maize silage (Kneja 556).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., DARDENNE P., BARBIÈRE Y., LILA M., RIVIÈRE F., FEMENIAS N. (1993) : "Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. I. Factors of variation", *Ann. Zootech.*, 42, 221-249.
- ANDRIEU J. (1995) : "Prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique du maïs fourrage à l'état frais", *Prod. Anim.*, 8 (4), 273-274.
- DARDENNE P., ANDRIEU J., BARBIÈRE Y., BISTON R., DEMARQUILLY C., FEMENIAS N., LILA M., MAUPETIT P., RIVIÈRE F., RONSIN T. (1993) : "Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. II. Prediction of the in vivo organic matter digestibility", *Ann. Zootech.*, 42, 251-270.
- DE BOEVER J.L., COTTYN B.G., DE BRABANDER D.L., VANACKER J.M., BOUCQUE C.V. (1997) : "Prediction of the feeding value of maize silages by chemical parameters, in vitro digestibility and NIRS", *Anim. Feed Sci. Technol.*, sous presse.
- DEMARQUILLY C. (1994) : "Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage", *INRA Prod. Anim.*, 7 (3), 177-189.
- KIRILOV A., NAIDENOV T., ZHELYAZKOV T., ILIEV A. (1996) : "Effect of the maize hybrid on silage consumption and digestibility", *Journal of Animal Science (Sofia)*, vol. XXXIII, 65-68.

SUMMARY

Intake and digestibility of fresh and ensiled maize harvested at different contents of dry matter

In Bulgaria, maize silage is a major constituent of the basic diet of cattle and sheep in Winter. The changes in its feeding value are well known, and also the factors that influence them. Complementary studies, made under Bulgarian conditions, show how the feeding value of recent hybrids changes with the plants' maturation.

A number of trials, made with the hybrids Kneja 556, Kneja 560 and H-708, demonstrated that dry matter production was largest at the end of the glassy stage, and that the dry matter content was ever increasing (by 0.82 points/day) from the glassy stage to maturity. The intake of fresh maize did not vary significantly until the glassy stage, and decreased from then onwards. Ensiling improved the intake of maize with large dry matter contents. Urea added to maize silage increased both its intake and its digestibility. The substitution rate of urea by concentrate was all the higher as the dry matter content of the silage was high itself. There were no significant differences in digestibility between fresh and ensiled maize, irrespective of the growth stage or the dry matter content.