

Evolution au cours de la conservation de la valeur nutritionnelle du maïs grain humide (ensilé et inerté) en comparaison au maïs sec chez le porc charcutier

Justine DANEL (1), Patrick CALLU (1), Jean-Georges CAZAUX (2), Arnaud SAMSON (3), Maria VILARIÑO (3)

(1) ARVALIS - Institut du végétal, Pouligne, 41100 Villerable, France

(2) FNPSMS, 21 Chemin de Pau, 64121 Montardon, France

(3) INZO°, Rue de l'église, 64, BP 50019, 02407 Chierry, France

j.danel@arvalisinstitutduvegetal.fr

Avec la collaboration technique de D. BARRAULT (1), J.M. BERTIN (1), J.Y. MOREAU (1)

et D. TERRIER, F. CHEVALIER (Semences de France)

Evolution au cours de la conservation de la valeur nutritionnelle du maïs grain humide (ensilé et inerté) en comparaison au maïs grain sec chez le porc charcutier

Le maïs grain (MG) conservé sous forme humide apporte un avantage économique aux éleveurs mais aussi une amélioration de sa valorisation énergétique par les porcs par rapport au maïs sec. Cependant, l'évolution de la valeur nutritionnelle au cours du stockage est peu décrite dans la littérature. Trois essais de digestibilité fécale ont été réalisés après 15 (T15), 90 (T90) et 180 (T180) jours de conservation d'un lot de maïs (même parcelle, même variété) soit séché (MGS), soit sous forme humide inerté (MGHI) ou humide ensilé (MGHE). 15 porcs mâles castrés (62-67 kg) ont été utilisés dans chaque essai (trois traitements x cinq répétitions). La ration contenait 96 % de maïs (ramené à 87 % matière sèche, MS) et 4 % d'un mélange de vitamines et de minéraux. Le maïs a été bien conservé au cours du stockage et sa composition chimique est stable et similaire entre les trois formes. La forme de conservation a un effet significatif sur la digestibilité de la matière organique ($P < 0,001$; MGH > MGS), de la matière azotée totale ($P < 0,001$; MGHI > MGHE > MGS) et de l'énergie ($P < 0,01$; MGHE > MGHI et MGS). La teneur en énergie digestible (ED) est supérieure pour le MGHE ($P < 0,01$; 3921 vs 3853 et 3862 kcal/kg MS, respectivement pour MGS et MGHI). Dans cette étude, la durée de conservation ne diminue pas la valeur énergétique des maïs humides, la valeur d'ED est même supérieure après 180 jours de stockage (3918 kcal/kg MS en moyenne pour 3854 et 3864 kcal/kg MS pour T15 et T90).

Evolution throughout the preservation of the nutritional value of high-moisture corn grains (whole or grounded) compared to dry corn in growing pigs

The corn grains preserved in high-moisture form (HMC) not only have a real economic value for breeders but also have an improved nutritional value in comparison to the dry form. Nevertheless, the evolution of the HMC nutritional value over the storage period is not well known. Three faecal digestibility trials were performed 15 (T15), 90 (T90) and 180 (T180) days after harvesting (same plot, same variety). High-moisture whole corn (HMWC) and high-moisture grounded corn (HMGC) were compared to dried corn (DC). A total of 15 barrows (62-67 kg) were used in each trial (three treatments x five replicates). Each experimental diet was formulated with 96% of corn (based on 87% of dry matter, DM) and 4% of a minerals and vitamins mixture. The chemical composition was stable throughout the storage period and similar for the three presentations. The storage condition influenced the faecal digestibility of organic matter ($P < 0.001$; HMC > DC), crude protein ($P < 0.001$; HMWC > HMGC > DC) and energy ($P < 0.01$; HMGC > HMWC and DC). The digestible energy value (DE) of HMGC was higher compared to the DC and HMWC forms (3921 vs 3853 and 3862 kcal/kg DM, respectively). In this study, the storage duration did not reduce the energetic value of HMC. The highest DE values were obtained after 180 days of storage (3918 vs 3854 and 3864 kcal/kg DM for T15 and T90, respectively).

INTRODUCTION

Le maïs grain peut être conservé sec (MGS) ou humide, inerté (MGHI) ou ensilé (MGHE). Le maïs sous forme humide a montré son intérêt sur les performances zootechniques (Castaing *et al.*, 1988), sur la qualité de la viande (Albar *et al.*, 2006) et présente des atouts économiques (pas de frais de séchage, récolte précoce, autoconsommation, etc. ; AIRFAF Contact, 2010). En élevage, les valeurs énergétiques et protéiques utilisées pour la formulation des rations avec maïs humide sont celles du maïs grain sec, du fait de l'absence de références spécifiques. Or, de précédentes études ont montré que le maïs humide était mieux valorisé que le maïs sec (Vilarinho *et al.*, 2009, 2012). Cependant, les mesures faites dans ces études à un moment précis de la conservation ne permettent pas de connaître la qualité de ces maïs tout au long de la période de stockage. C'est pourquoi trois essais ont été réalisés avec pour objectif de comparer les formes humides au maïs sec en fonction de la durée de conservation (15, 90 et 180 jours après récolte). L'étude a porté sur la composition physico-chimique et sur la digestibilité fécale des nutriments par le porc.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Matières premières

Un lot de maïs, de type corné-denté (variété Rubisco) issu d'une même parcelle (Terminiers, 28), a été récolté à 38,5 % d'humidité puis divisé en trois sous-lots homogènes. Le premier a été séché à 45°C à l'aide d'un conditionneur, puis broyé (grille de diamètre 4 mm). Les deux autres ont été conservés humides : inerté ou ensilé. Pour l'inertage, les grains entiers ont été stockés dans des big-bags étanches rendus hermétiques après fermeture. Ils ont été broyés avant consommation par les animaux (grille de diamètre 6 mm). Pour l'ensilage, le maïs humide a été broyé à la récolte (grille de diamètre 10 mm), puis mis en big-bag. Ainsi, un big-bag par type et par durée de conservation a été constitué, soit six big-bags de maïs humides, plus deux supplémentaires en cas d'accident de conservation, ce qui ne s'est pas produit. Aucun lot n'a été nettoyé afin de se rapprocher au plus près des situations rencontrées chez les éleveurs.

1.2. Dispositif expérimental et animaux

Trois essais ont été conduits sur des porcs en croissance avec les trois types de conservation de maïs (MGS, MGHI et MGHE) au terme de trois durées de conservation : 15 jours (T15, en octobre), 90 jours (T90, en février) et 180 jours (T180, en avril), dans le cadre d'un dispositif similaire à un factoriel 3x3.

A chaque essai, des mesures de digestibilité fécale sont réalisées sur 15 mâles castrés (cinq porcs par traitement) de type Youna x (Piétrain x Large White) ayant des poids vifs (PV) moyens au début de la collecte allant de 62,2 à 67,9 kg.

Après 9 jours d'adaptation aux régimes, les animaux ont été mis en collecte totale pendant 3 jours afin de mesurer les coefficients d'utilisation digestive au niveau fécal (CUDf) de la matière sèche (MS), de la matière organique (MO), de l'énergie brute (EB), de la matière azotée totale (MAT) et, sur un pool de fèces par régime et par durée de conservation, de la matière grasse (MG).

1.3. Régimes expérimentaux

Les aliments sont constitués de 96 % de maïs et de 4 % d'aliment minéral vitaminé (AMV) (rapporté à un aliment à 87 % MS). Les trois aliments sont présentés sous forme de farine humidifiée avant distribution (volume d'eau ajusté selon l'humidité des maïs).

Les quantités distribuées aux animaux ont été calculées après la mise en lot sur la base du PV de chaque animal, à hauteur de 35 g MS/kg PV.

1.4. Mesures et analyses

A la récolte, des observations et des mesures permettant de vérifier le bon état de conservation des maïs ont été réalisées sur les trois sous-lots. Une attention particulière a été portée sur la couleur jaune, l'odeur acide caractéristique ainsi que sur l'absence de moisissures. Les mycotoxines ont été recherchées sur ces mêmes lots. Le pH et la température ont été mesurés à l'ouverture de chaque big-bag au moment de la préparation des rations.

Au cours de la conservation, des mesures et analyses ont été faites sur les trois formes de maïs. Les teneurs en acide acétique, en éthanol et en azote ammoniacal ont été analysées pour chaque durée de conservation. Les paramètres chimiques suivants et leur évolution dans le temps ont été déterminés pour être mis en relation avec les mesures de digestibilité associées : teneurs en MAT, matière minérale (MM), MG (méthode avec hydrolyse), cellulose brute (CB), NDF, ADF, ADL, amidon, sucres totaux, EB.

Les CUDf des différents constituants des maïs ont été calculés en tenant compte du taux d'incorporation réel des matières premières. L'énergie apportée par l'AMV a été considérée comme négligeable (< 5 kcal/kg).

Pour le calcul de la teneur en énergie digestible (ED) des différents lots de maïs, l'EB du maïs a été recalculée à partir de l'EB mesurée sur les aliments effectivement consommés par les animaux à hauteur de leur taux d'incorporation et multipliée par son CUDf.

1.5. Analyses statistiques

Les données ont été analysées avec le logiciel R 2.15.0 par ANOVA à deux facteurs (le type et la durée de conservation). L'interaction entre les facteurs a été intégrée dans le modèle statistique. Les comparaisons multiples de moyennes ont été faites avec le test de Tukey.

Les résultats sont présentés de façon globale en intégrant à la fois le type de maïs et la durée de conservation.

2. RESULTATS

2.1. Conservation et composition chimique

A la récolte, les analyses montrent que le maïs était sain, les teneurs en mycotoxines étant très faibles (déoxynivalénol et ses dérivés < 130 µg/kg ; nivalénol < 140 µg/kg ; zéaralénone < 10 µg/kg) voire inférieures aux limites de quantification (fumonisines B1 et B2, ochratoxine A, fusarénone-X, T-2 et HT-2 toxines).

Les résultats des différentes analyses réalisées à chaque durée de conservation sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1– Composition chimique des lots de maïs grain sec (MGS), humide inerté (MGHI) et ensilé (MGHE) (sur la base de la MS) et évolution au cours de la conservation.

Type de conservation	Maïs grain sec			Maïs grain humide inerté			Maïs grain humide ensilé			Maïs grain sec
Durée de conservation	T15	T90	T180	T15	T90	T180	T15	T90	T180	Tables INRA-AFZ (2004)
Composition										
Matière sèche, % frais	85,7	85,8	86,2	60,8	61,5	60,9	59,6	62,0	61,1	86,4
Matière azotée totale, % MS	8,5	8,6	8,4	8,6	8,7	8,7	8,5	8,6	8,6	9,4
Amidon, % MS	73,4	73,3	72,1	76,0	73,8	74,3	74,0	72,6	73,7	74,2
Matière minérale, % MS	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4
Matière grasse, % MS ¹	4,9	5,6	5,3	4,9	5,6	5,5	5,2	5,3	5,3	4,3
Cellulose brute, % MS	2,6	2,7	2,9	2,6	2,8	2,7	2,6	2,3	2,6	2,5
NDF, % MS	10,0	10,7	10,6	8,1	9,0	8,8	7,7	8,3	8,2	12,0
ADF, % MS	2,7	2,8	3,0	2,4	2,6	2,7	2,2	2,4	2,5	3,0
ADL, % MS	0,5	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6
Sucres totaux, % MS	2,0	2,2	2,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	1,9
Energie brute, kcal/kg MS	4592	4578	4514	4537	4573	4542	4558	4592	4545	4468
Conservation MGH										
pH à l'utilisation	-	-	-	5,1	4,4	4,7	4,9	4,4	4,7	-
Température, °C	-	-	-	10,7	6,2	11,9	10,6	6,2	11,6	-
Acide acétique, g/kg MS	-	-	-	0,77	0,49	0,25	0,54	1,18	0,21	-
Ethanol, g/kg MS	-	-	-	0,72	0,26	0,33	0,18	0,19	0,16	-
N ammoniacal / N total	-	-	-	0,94	3,39	3,98	0,67	3,35	3,40	-

¹ Méthode avec hydrolyse sauf pour la valeur des Tables INRA - AFZ (2004).

A l'ouverture des big-bags, les maïs présentent un bon aspect (couleur, odeur, absence de moisissures). Les valeurs de pH du MGHI et du MGHE sont relativement stables au cours du temps, elles sont en moyenne de $4,7 \pm 0,4$ et $4,7 \pm 0,3$, respectivement, pour le MGHI et le MGHE. Le pH optimal pour la conservation des maïs humides est situé entre 4,0 et 4,5 compte tenu de leur humidité à la récolte (AGPM, 2000).

Tous les critères de conservation sont inférieurs aux limites données dans le guide AGPM (2000) qui sont, respectivement pour le MGHI et le MGHE, de 3 et 6 g/kg MS pour l'acide acétique et de 1,0 et 0,8 g/kg MS pour l'éthanol. Le rapport azote ammoniacal / azote total donne des valeurs inférieures à 10. Cette information confirme la bonne conservation sous forme humide des maïs.

La composition des maïs a peu varié entre T15 et T180 en ce qui concerne les teneurs en MAT, MM, CB, ADF, ADL et en sucres. Les variations des teneurs en amidon, MG et NDF peuvent en partie être dues aux phénomènes de respiration, fermentation au cours du temps, mais les écarts sont proches des incertitudes des méthodes d'analyses.

Après 15 jours de conservation, la composition chimique des trois lots de maïs est similaire pour les teneurs en MAT, MM, CB, ADF et ADL (Tableau 1). Les différences résident essentiellement dans la teneur en amidon (MGHI > MGS et MGHE), en NDF (MGS > MGHI) et en sucres (MGS > MGHI). Les sucres ont rapidement été consommés par les réactions ayant eu lieu au début de la conservation dans les big-bags des formes humides.

Après trois mois de conservation, la composition chimique des maïs a tendance à s'uniformiser. Les valeurs du MGHI et du

MGHE sont proches de celles du MGS et seules les teneurs en NDF et en sucres varient de façon plus importante que l'écart potentiellement dû à la reproductibilité des mesures. Les sucres, une fois consommés, ne sont retrouvés qu'à l'état de traces dans les deux formes humides. La teneur en NDF du MGS est de 1,7 et 2,4 points supérieure à celles des MGHI et MGHE. La teneur en amidon est comparable entre le MGS et le MGHI (73,3 et 73,8 % MS) mais est inférieure pour le MGHE (72,6 % MS).

Après six mois de conservation, les compositions des maïs diffèrent sur les teneurs en amidon, en NDF et en sucres. Le MGS a une teneur en amidon inférieure de 2,2 et 1,6 points à celles des MGHI et MGHE (Tableau 1).

2.2. Digestibilité des nutriments

La digestibilité des constituants du maïs est significativement influencée par le type de conservation. L'absence d'interaction entre le type de maïs et la durée de conservation permet de considérer l'effet de chaque variable indépendamment (Tableau 2).

Ainsi, le CUDf MAT du MGHI est plus élevé que celui du MGHE (Figure 1), lui-même plus élevé que celui du MGS ($P < 0,001$). Le CUDf MO du MGHI est similaire à celui du MGHE et supérieur à celui du MGS ($P < 0,001$). Enfin, le CUDf de l'énergie est plus élevé pour le MGHE que pour le MGS, celui du MGHI étant intermédiaire ($P < 0,01$).

La durée de conservation n'influence pas significativement les critères étudiés (Tableau 2). Le CUDf MAT des maïs humides est supérieur à celui du MGS ($P < 0,001$, +6,1 points pour MGHI ; $P < 0,001$, +3,8 points pour MGHE en moyenne).

Tableau 2 – Digestibilité fécale des différents nutriments des maïs grain sec (MGS), humide inerté (MGHI) et ensilé (MGHE).

Conservation		CUDf, %				
Type	Durée	MS	MAT	MO	EB	MG ²
MGS	T15	86,5	77,4	88,5	85,2	48,7
	T90	85,4	75,2	87,6	84,1	41,1
	T180	86,3	76,3	88,4	85,1	40,6
MGHI	T15	86,9	82,5	88,8	85,1	33,6
	T90	87,0	82,5	88,9	85,0	32,2
	T180	87,5	82,3	89,5	86,1	28,0
MGHE	T15	87,7	80,6	89,3	86,2	51,6
	T90	88,0	80,4	89,9	86,5	46,2
	T180	87,7	79,4	89,9	86,6	48,1
ETR ¹		1,1	2,0	1,0	1,2	-
P-value ¹	Type	***	***	***	**	-
	Durée	NS	NS	NS	NS	-
	Type x Durée	NS	NS	NS	NS	-

¹ANOVA : Effet du type de conservation du maïs et de la durée de conservation et interaction entre ces deux effets fixes. NS : $P > 0,05$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ETR : écart-type résiduel.

a, b, c : sur une même ligne, des lettres différentes indiquent des moyennes différentes (test de Tukey, $P < 0,05$) ;

²Pool de fèces par traitement.

Par ailleurs, le CUDf MAT varie aussi selon le type de maïs humide (+2,3 points de plus pour le MGHI par rapport au MGHE ; $P < 0,001$; Figure 1). Les formes humides sont mieux valorisées que la forme sèche en ce qui concerne les digestibilités de la MS et de la MO. Le CUDf MS du MGS est inférieur de 1,0 et 1,7 point, respectivement, à celui du MGHI et du MGHE. Quant au CUDf MO, l'écart est du même ordre que pour la MS (-0,9 et -1,5 point ; Figure 1). Le CUDf EB du MGHE est meilleur que celui du MGS (+1,6 point ; $P < 0,01$), le MGHI ayant une valeur intermédiaire (+0,6 point par rapport au MGS et -1,0 point par rapport au MGHE).

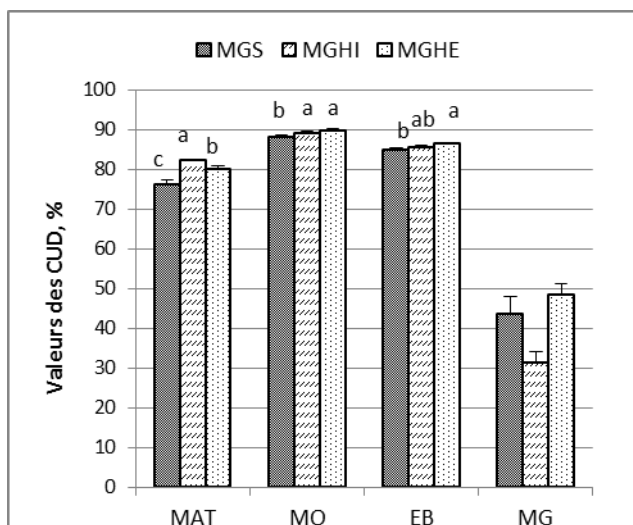


Figure 1 – Coefficients d'utilisation digestive fécale (CUDf) moyens des différents nutriments selon le type de conservation de maïs.

Les mesures de MG ayant été réalisées sur des pools de fèces, il n'est pas souhaitable de tester statistiquement les différences de CUDf MG.

Cependant, le CUDf MG moyen du MGHI (31,3 %) est de 17 points inférieur à celui du MGHE et 2 points inférieur à celui du MGS (respectivement 48,6 et 43,5 % ; Figure 1).

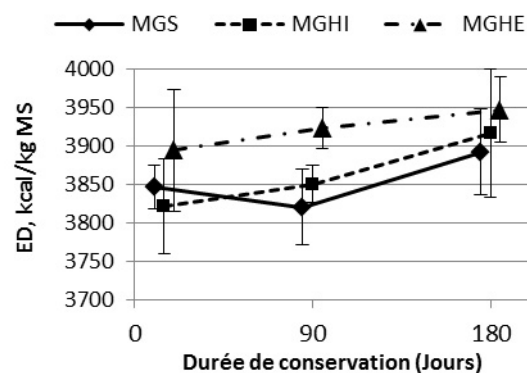
Les valeurs sont à prendre avec précaution puisque les mesures, en plus d'être faites par type de maïs, ont été réalisées sans tenir compte de la MG d'origine endogène.

2.3. Valeur nutritionnelle des maïs

Les teneurs en ED varient selon le type de maïs ($P < 0,001$) mais aussi selon la durée de conservation ($P < 0,05$).

La meilleure digestibilité de l'énergie du MGHE par rapport au MGHI et surtout au MGS lui confère une valeur énergétique supérieure (3921, 3853 et 3862 kcal/kg MS, respectivement pour le MGHE, le MGS et le MGHI).

Le MGHE est significativement mieux valorisé par le porc que le MGS et le MGHI (respectivement + 68 et + 59 kcal/kg MS, Figure 2).



ED, kcal/kg MS	T15	T90	T180	Moyenne Type $P < 0,01$
MGS	3846	3820	3892	3853 ^a
MGHI	3821	3850	3916	3862 ^a
MGHE	3894	3923	3947	3921 ^b
Moyenne Durée $P < 0,01$	3854 ^a	3864 ^a	3918 ^b	Pas d'interaction

Figure 2 – Evolution de la teneur en énergie digestible (ED) au cours du temps, en fonction du type de conservation de maïs.

En ce qui concerne l'effet de la durée de conservation, à T180, les valeurs sont significativement supérieures à celles de T15 (+54 kcal/kg MS). Ce résultat montre que la valeur énergétique des maïs humides n'est pas dégradée au cours du temps (Figure 2), voire qu'elle s'améliore légèrement.

Bien que dans notre dispositif il soit impossible de différencier l'effet de la durée de conservation de l'effet éventuel de la bande d'animaux, l'absence de différences pour le maïs sec renforce l'hypothèse de l'amélioration dans le temps.

Le MGHI présente une meilleure digestibilité de la MAT, mais une plus faible digestibilité de la MG, par rapport au MGHE. L'apport énergétique différentiel de ces nutriments pourrait expliquer la plus faible ED du maïs humide inerté par rapport à l'ensilé.

3. DISCUSSION

La hiérarchie de valorisation des trois types de conservation (MGHE > MGHI > MGS) est globalement similaire aux résultats publiés dans la littérature même si la différence entre les moyennes est plus faible. En effet, Vilariño *et al.* avaient mis en évidence des écarts d'ED de +140 kcal/kg MS pour le MGHE par rapport au MGS (en 2009) et de +165 et +53 kcal/kg MS pour le MGHE et le MGHI par rapport au MGS (en 2012). Dans notre étude, l'écart entre les moyennes des trois périodes est de 68 et 9 kcal/kg MS pour le MGHE et le MGHI par rapport au MGS. Cependant, en prenant les valeurs à T90, durée de stockage proche de celle utilisée dans les études précitées, les écarts sont de 103 et 30 kcal/kg MS entre le MGHE et le MGHI par rapport au MGS.

Les valeurs d'ED obtenues sont toujours inférieures aux valeurs calculées à partir de l'équation de prédiction de Le Goff et Noblet (2001). Avec cette équation, l'ED est surestimée en moyenne de 144, 196 et 149 kcal/kg MS, respectivement pour le MGS, MGHI et MGHE par rapport aux mesures *in vivo*. Cet écart avait déjà été rapporté par Vilariño *et al.* (2012). Il faut cependant noter que cette équation est validée pour des maïs récoltés plus tardivement avec une humidité moins élevée et séchés, et surtout qu'elle est élaborée à partir d'un ensemble de données alors que dans notre étude, nous ne comparons qu'un seul lot de maïs sous différentes formes.

L'importance de la bonne conservation mais aussi de la mesure du taux d'humidité des grains des maïs humides dans les silos ont été soulignées par Samson et Goasdoue (2012).

En effet, même si les caractéristiques du lot à la récolte sont homogènes, une fois dans le silo, la matière première peut être désilée de façon plus hétérogène. Les humidités seront alors caractéristiques d'une zone du silo et non plus représentatives de l'ensemble du lot.

Une erreur d'estimation de la teneur en eau peut avoir des conséquences sur la valeur énergétique de la ration des animaux nourris à la ferme avec du maïs humide. Une baisse de deux points de matière sèche correspond approximativement à un apport d'ED moindre, inférieur de 80 kcal/kg MS. Cette diminution ne serait pas sans conséquence sur les performances de croissance des animaux. Dans une étude récente, Vilariño *et al.* (2014) ont obtenu une différence de deux points d'humidité dans un silo de MGHI chez un éleveur entre les désilages à 60 et 240 jours de conservation.

CONCLUSION

Sur une durée de conservation de 180 jours, la composition chimique des maïs secs et humides reste stable et les coefficients de digestibilité de différents critères ne sont pas modifiés. Seule la valeur d'ED montre une légère amélioration à T180. Quant au type de conservation, la valeur énergétique du maïs grain humide ensilé est légèrement améliorée par rapport aux deux autres formes, alors que pour la MAT c'est le maïs inerté qui présente la meilleure digestibilité.

Globalement, dans les conditions de nos essais, la valeur nutritionnelle des maïs humides est comparable voire supérieure à celle du maïs sec.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIRFAF Contact, 2010. Silo tour inerté ou ensilé... les questions se posent. Revue Nationale, mai 2010, 3, 15-17.
- Albar J., Coquelin C., Cazaux J.G., Royer E., Vautier A., Alibert L., Mourot J., 2006. Enquête sur la qualité technologique des tissus gras de porcs recevant des rations à base de maïs humide. Journées Rech. Porcine, 38, 53-60.
- Castaing J., Coudure R., Grosjean F., 1988. Influence du mode de distribution du maïs grain humide ensilé ou auto-inerté pour l'alimentation du porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 20, 391-395.
- INRA – AFZ, 2004. Tables INRA-AFZ de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: 2^{ème} édition. Sauvart D., Perez J.M., Tran G., INRA Editions Versailles, 306 p.
- Le Goff G., Noblet J., 2001. Utilisation digestive comparée de l'énergie des aliments chez le porc en croissance et la truie adulte. Journées Rech. Porcine, 33, 211-220.
- Noblet J., Bontems V., Tran G., 2003. Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. INRA Prod. Anim., 16 (3), 197-210.
- Samson A., Goasdoue G., 2012. Variabilité de la valeur nutritionnelle du MGH et performances zootechniques des porcs charcutiers. Colloque Valorisation Animale : *Maïs Grain Humide et maïs fourrage : au cœur de la rentabilité des élevages*, communication orale, Paris.
- Vilariño M., Callu P., Foucault J., Skiba F., 2009. Valeur énergétique du maïs grain ensilé humide et effet variétal chez le porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 41, 157-158.
- Vilariño M., Callu P., Samson A., Cazaux J.G., Skiba F., 2012. Effet du mode de conservation du maïs grain (sec, inerté ou ensilé) sur sa valeur nutritionnelle chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 44, 207-208.
- Vilariño M., Callu P., Cazaux J.G., Danel J., 2014. Evolution de la qualité d'un maïs humide inerté stocké dans un silo tour chez un éleveur au cours de 8 mois de conservation. Journées Rech. Porcine, 46, 99-100.

