

# COMPARAISON DE QUATRE VARIETES DE BLE D'HIVER : EFFETS DE DIFFERENTS CRITERES PHYSICO-CHIMIQUES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DU POULET

Piron Fabien<sup>1</sup>, Beckers Yves<sup>1</sup>, Ounissi Kamel<sup>1</sup>, Lenartz Jonathan<sup>2</sup>, Théwis André<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (Unité de Zootechnie),  
passage des Déportés, 2 B-5030 Gembloux (Belgique),

<sup>2</sup>Centre Wallon de Recherches Agronomiques (Département Qualité des Productions  
Agricoles), chaussée de Namur, 24 B-5030 Gembloux (Belgique).

## Comparaison de quatre variétés de blé d'hiver : effets de différents critères physico-chimiques sur les performances zootechniques du poulet

L'influence de plusieurs paramètres physico-chimiques des grains de froment sur les performances zootechniques des poulets de chair (Ross) est étudiée. Quatre variétés (Agami, Corvus, Folio et Meunier) cultivées dans les mêmes conditions, au cours de la campagne 2003, sont incorporées (après broyage) dans des rations démarage (57.6 % de froment) et croissance (61.4 % de froment).

L'ingestion des animaux n'est pas influencée ( $p > 0.05$ ,  $n = 24$ ) par la variété. Par contre, les poids vifs à 38 jours sont ( $p < 0.05$ ,  $n = 516$ ) plus élevés avec Folio et Meunier par rapport à Agami et Corvus. De même, les indices de consommation cumulés (IC) entre 3 et 38 jours montrent que Folio et Meunier ont ( $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ) une meilleure efficacité alimentaire que Corvus et Agami.

La dureté est corrélée négativement à l'IC ( $r = -0.60$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ). La corrélation entre le taux de MAT et l'IC vaut  $-0.70$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 4$ ). Celles qui concernent l'indice de Zéleny, ainsi que les teneurs en gluten humide et sec s'élèvent à  $-0.62$  ( $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ),  $-0.66$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 4$ ) et  $-0.51$  ( $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ). La corrélation entre l'IC et la proportion de particules grossières ( $> 1800 \mu\text{m}$ ) des broyats vaut  $-0.48$  ( $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ) et celle qui concerne la matière fine ( $< 707 \mu\text{m}$ ) s'élève à  $0.53$  ( $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ). De manière inattendue, les corrélations observées entre l'IC et les teneurs en polysaccharides non amyloacés solubles et en arabinoxylanes solubles sont négatives. Il en va de même pour les viscosités *in vitro*. Il n'y a pas de relation significative ( $p > 0.05$ ,  $n = 24$ ) entre les viscosités intestinales et les performances animales.

## Comparison of four wheat varieties : effects of some parameters on performances of broiler chicken

This study investigated the influence of some physic and chemical parameters of wheat grains on the performances of broilers (Ross). Four varieties (Agami, Corvus, Folio et Meunier) were grown on a single site in harvest year 2003. This cultivar samples are ground and included in starter (57.6 % of wheat) and growth diets (61.4 % of wheat).

Broiler's intake was not influenced ( $p > 0.05$ ,  $n = 24$ ) by varieties. But weights of chicken (38 days) were ( $p < 0.05$ ,  $n = 516$ ) higher with Folio and Meunier. Feed conversion ratios cumulated between day 3 to day 38 (FCR) were ( $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ) lower with Folio and Meunier than with Corvus and Agami.

Hardness was negatively correlated with FCR ( $r = -0.60$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ). The correlation between crude proteins and FCR was equal to  $-0.70$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 4$ ). FCR was negatively correlated to Zeleny's index ( $r = -0.62$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ), wet ( $r = -0.66$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 4$ ) and dry gluten ( $r = -0.51$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ). FCR was negatively correlated to ratio of large ( $> 1800 \mu\text{m}$ ) particles in ground wheat ( $r = -0.48$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ) and also related to small ( $< 707 \mu\text{m}$ ) material ( $r = 0.53$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ). Surprisingly, FCR was negatively correlated with amounts of soluble Non-Starch Polysaccharides and soluble Arabinoxylans. The same pathway was observed with *in vitro* viscosity data. Intestinal viscosities were not related ( $p > 0.05$ ,  $n = 24$ ) to broiler's performances.

## INTRODUCTION

Dans le sud de la Belgique, le froment d'hiver est la céréale de choix pour l'alimentation du poulet de chair. En effet sa culture y est très répandue et il peut représenter une part prépondérante de la ration. En particulier, de nombreux aviculteurs céréaliers incorporent directement le blé de leurs propres cultures dans leur atelier avicole. Néanmoins, les régimes à base de froment donnent des résultats variables au niveau de la digestion (Barrier-Guillot et al., 1997) et des performances (Steenfeldt, 2001) chez le poulet de chair.

Il serait donc utile de fournir aux exploitants des critères objectifs pour guider leurs choix cultureaux en amont de leurs ateliers avicoles. Dans ce cadre, nous avons étudié les corrélations existant entre plusieurs paramètres physico-chimiques des grains et les performances zootechniques obtenues à partir de quatre variétés de froment (choisies préalablement pour leurs caractéristiques phytotechniques et pour leurs occurrences sur le marché belge).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Quatre lots de froment d'hiver ont fait l'objet de mesures physico-chimiques et d'un essai zootechnique (en parquets). Ils proviennent des variétés Agami, Corvus, Folio et Meunier cultivées dans les mêmes conditions (à Lonzée, BE), au cours de la campagne 2003.

Les teneurs en matière sèche, en cendres brutes, en extrait éthétré et en matières azotées totales (6.25 \* N Kjeldahl) sont déterminées pour les quatre lots de froment (AOAC, 1990). L'énergie brute est mesurée par combustion dans une bombe calorimétrique (Parr). L'indice de Zélény est déterminé suivant la norme ISO 5529. Il représente le volume de sédiments obtenus à partir d'une suspension de farine dans une solution d'acide lactique. Les teneurs en gluten sec et humide sont mesurées à l'aide d'un Glutomatic (Perten). La teneur en amidon est déterminée suivant une méthode adaptée (suppression de l'étape 1) de Faisant et al. (1995). La dureté est mesurée par spectrométrie infrarouge. Les teneurs en arabinoxylanes (AX), en cellulose et en polysaccharides non amyloacés (PNA) sont déterminées suivant une méthode adaptée de Englyst et Cummings (1988) et de Englyst et al. (1992). La viscosité des extraits aqueux est appréciée sous la forme de la viscosité spécifique (VS) et des viscosités utiles potentielle (VUP) et réelle (VUR) (AFNOR, 1999 et Carré et al., 1994). La granulométrie des broyats de froment est déterminée après un tamisage (4 min.) sur des mailles de 1800, 1000 et 707 µm.

720 poussins mâles (Ross) âgés de 3 jours sont répartis en 24 cages paillées de 3 m<sup>2</sup>. Cette expérience est approuvée par le comité d'éthique compétent sous la référence fusagx 03/03.

Les régimes démarrage (57.6 % de froment, 30.1 % de tourteau de soja 48, 6.9 % d'huile de soja, acides aminés, minéraux, vitamines et coccidiostatique) sont distribués aux animaux jusqu'à l'âge de 10 jours. Ensuite, ils sont alimentés à l'aide de régimes croissance (61.4 % de froment, 25.3 % de tourteau de soja 48, 8.0 % d'huile de soja, acides aminés, minéraux, vitamines et coccidiostatique). Préalablement aux mélanges, les froments et le tourteau de soja sont broyés, sur une grille de 5 mm, à l'aide d'un moulin à marteaux.

L'ingestion et le poids vif des animaux sont mesurés le jour 3, le jour 10 et ensuite de façon hebdomadaire jusqu'à l'âge de 38 jours.

Durant les semaines 2, 3 et 4, des poulets sont euthanasiés (injection intracardiaque de Nembutal®) dans chaque cage. L'intestin grêle est prélevé et divisé en deux parties au niveau du diverticule de Meckel. Les contenus correspondant sont cumulés et centrifugés (15 000 g, 15 min., 4 °C). La viscosité des surnageants est mesurée à l'aide d'un viscosimètre Brookfield RV DV II+, équipé d'un rotor conique CP 40 et fonctionnant à la vitesse de 200 rpm et à la température de 37 °C.

Les performances zootechniques et les viscosités intestinales sont traitées statistiquement (Modèle Linéaire Généralisé, Minitab 13.20) suivant un modèle croisé mixte (Y = Variétés + Blocs + Variétés \* Blocs + e). Les moyennes sont structurées ( $p < 0.05$ ) à l'aide du test de Newman et Keuls (Dagnelie, 1975). Les coefficients de corrélation et leurs significations sont calculés à l'aide du logiciel Minitab 13.20.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des quatre lots de froment sont présentés au tableau 1. Agami se distingue notamment par sa faible dureté (22) par rapport à Folio (101), Meunier (96) et Corvus (75). En outre, quatre autres types de paramètres varient fortement entre les quatre lots variétaux. Premièrement, la fraction protéique est quantitativement et qualitativement plus élevée chez Folio et Meunier (tableau 1). De même, les viscosités *in vitro*, mesurées après inactivation des enzymes endogènes (VS et VUP), sont plus élevées pour la variété Meunier. Folio est caractérisée par une VS et une VUP intermédiaires. Les valeurs de VUR (mesures sans dénaturation des enzymes endogènes) sont plus constantes (tableau 1). Comparées aux valeurs présentées par Carré et al. (1997), les VUP et les VUR mesurées sur ces quatre lots se classent parmi les plus élevées. D'autre part, les teneurs en fibres solubles et insolubles (PNA, AX et cellulose) révèlent des différences entre les quatre variétés. La concentration en PNA insolubles est comprise entre 7.0 % (Meunier) et 8.2 % (Agami). Cette différence est principalement due aux AX insolubles (Agami et

Corvus en contiennent plus) et à la teneur en cellulose plus élevée de Folio (tableau 1). De plus, Folio et Meunier contiennent nettement plus d'AX solubles que Corvus et Agami. Enfin, des différences notables ressortent de l'analyse granulométrique des broyats offerts aux animaux (tableau 2). Ceux-ci sont obtenus dans les mêmes conditions de mouture et ne diffèrent que par la variété. Par rapport aux autres variétés, Folio génère une plus forte proportion de particules grossières (comprises entre 1800 et 5000  $\mu\text{m}$ ) au détriment des particules les plus fines (inférieures à 707  $\mu\text{m}$ ). Au contraire, Agami engendre plus de matière fine que les autres lots.

Quelques corrélations sont observées entre les paramètres physico-chimiques pour ce jeu de quatre données (résultats complets non montrés).

**Tableau 1** - Caractéristiques physico-chimiques des lots de froment.

	Agami	Corvus	Folio	Meunier	CV (%)
Cendres brutes %	1.6	1.6	1.7	1.7	3
Extrait éthéré %	1.7	1.9	1.7	1.7	7
Amidon %	68.0	65.2	62.8	64.9	3
Énergie brute KJ/g	18.3	18.3	18.4	18.0	1
Dureté	22	75	101	96	49
MAT (6.25 x N) %	12.1	12.5	13.7	13.9	7
Gluten Humide %	30	28	33	34	10
Gluten Sec %	9	10	10	11	9
Zélény ml	12	31	41	44	45
VS ml/g	3.0	3.0	3.9	5.1	27
VUP ml/g	4.4	4.1	5.1	5.8	16
VUR ml/g	2.6	2.7	2.8	3.0	6
PNA insolubles %	8.2	7.5	7.9	7.0	7
PNA solubles %	1.9	1.8	2.3	2.3	13
AX insolubles %	5.6	5.2	5.1	4.5	9
AX solubles %	1.1	1.0	1.5	1.6	23
Cellulose %	1.4	1.3	1.7	1.4	13

Les unités se réfèrent à la matière sèche (à l'exception de l'indice de Zélény).

La teneur en AX solubles est également corrélée avec le taux de MAT ( $r = 0.96$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ). Les corrélations entre la quantité d'AX et de PNA solubles et la VS n'atteignent pas le seuil de signification ( $r = 0.88$  et  $0.89$   $p > 0.10$ ,  $n = 4$ ). Par contre, la VUP est corrélée significativement aux teneurs en AX et en PNA solubles ( $r = 0.95$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ). Au niveau de la granulométrie des broyats, on observe que la fraction la plus fine ( $> 707 \mu\text{m}$ ) est corrélée avec la teneur en amidon ( $r = 0.98$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ) alors que la proportion de particules grossières ( $> 1800 \mu\text{m}$ ) l'est avec le taux de cellulose ( $r = 0.97$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 4$ ). De plus, la concentration en PNA insolubles évolue négativement et très significativement avec la fraction comprise entre 707 et 1000  $\mu\text{m}$  ( $r = -0.99$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 4$ ). Les distributions histologiques de ces constituants et les

comportements à la mouture des tissus du grain (Feillet, 2000) peuvent expliquer ces corrélations. Par contre, il n'est pas observé de corrélation significative ( $p > 0.10$ ,  $n = 4$ ) entre la dureté et les proportions de particules retenues sur les quatre tamis employés.

## 2.2. Performances zootechnique

L'ingestion des animaux (tableau 3) ne varie pas ( $p > 0.05$ ,  $n = 24$ ) entre les lots de froment. Les poids vifs mesurés chaque semaine sont, au moins significativement ( $p < 0.05$ ,  $n = 516$ ), influencés par la variété de froment (résultats non montrés). En particulier, les poids vifs à 38 jours des animaux nourris avec Folio et Meunier sont significativement ( $p < 0.05$ ) plus élevés que ceux obtenus avec Corvus et Agami (tableau 3). D'autre part, la variété influence très significativement ( $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ) les indices de consommation cumulés sur l'ensemble de l'essai (IC). Folio et Meunier ont ( $p < 0.05$ ) une meilleure efficacité alimentaire que Corvus et Agami (tableau 3). Cette supériorité est significative ( $p < 0.05$ ) dès la quatrième semaine (résultats non montrés). Certaines différences de composition nutritionnelle des lots de blé (tableaux 1 et 2) participent, sans doute, à ces écarts de performances. En particulier, Folio et Meunier sont plus riches en MAT que Corvus et Agami. D'un point de vue quantitatif, cette différence se répercute sur les régimes offerts aux animaux.

**Tableau 2** - Granulométries des broyats<sup>1</sup> offerts aux animaux.

Variété	5000 $\mu\text{m}$	1800 $\mu\text{m}$	1000 $\mu\text{m}$	707 $\mu\text{m}$
	%	%	%	%
Agami	17.7	34.7	10.0	37.2
Corvus	18.0	38.6	11.7	30.6
Folio	27.3	37.1	10.8	23.7
Meunier	18.4	36.1	13.2	31.1
CV (%)	22.7	4.5	12.1	18.1

<sup>1</sup>: moulin à marteaux – grille de 5 mm.

Les paramètres liés à la quantité et à la qualité technologique des protéines du grains sont négativement et au moins significativement corrélés à l'IC. La corrélation entre le taux de MAT et l'IC vaut  $-0.70$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 24$ ), celle qui concerne l'indice de Zélény est de  $-0.62$  ( $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ) et celles qui se rapportent aux teneurs en gluten humide et sec s'élèvent à  $-0.66$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 24$ ) et  $-0.51$  ( $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ). Ceci montre que, à des taux d'incorporation relativement élevés, le contenu protéique du froment reste important, même en cas de complémentation du régime en protéines de qualité. Ces observations confirment les résultats de Steenfeldt (2001) qui conclut à l'effet bénéfique sur les performances du poulet, de la qualité technologique du froment, lorsque son taux d'introduction est élevé. La dureté est également corrélée négativement ( $r = -0.60$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ) à l'IC. Cette même corrélation négative est également

observée par Rose et al. (2001). Par contre, d'autres auteurs montrent un effet néfaste de la dureté sur la teneur en EMA et la digestibilité de l'amidon (Carré et al., 2003 et Skiba et al., 2003). Des différences au niveau de la distribution des valeurs de dureté ou de la présentation du froment interviennent peut-être dans ces divergences. La fraction granulométrique grossière ( $> 1800 \mu\text{m}$ ) est négativement corrélée à l'IC ( $-0.48$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ). Par contre la corrélation qui concerne la matière fine s'élève à  $0.53$  ( $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ). Ces observations rejoignent celles de Carré (2000) qui souligne les effets positifs que peut avoir une augmentation de la taille particulaire. D'autre part, la teneur en AX insolubles est corrélée positivement à l'IC ( $r = 0.53$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ). En effet, on attribue généralement aux fibres insolubles un rôle de barrière physique ou de diluant alimentaire (Hetland et Choct, 2003). Par contre, la teneur en cellulose est négativement corrélée à l'IC ( $r = -0.48$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ). Cette observation surprenante pourrait s'expliquer par la corrélation que nous observons entre la proportion de particules grossières ( $> 1800 \mu\text{m}$ ) et le taux de cellulose ( $r = 0.97$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ) et par l'effet bénéfique de cette fraction. D'autre part, cette constatation est à rapprocher de l'effet bénéfique de l'addition de cellulose dans une

ration pour poulets de chair, observé par Svhuis et Hetland (2001) et discuté par Hetland et Choct (2003). De manière inattendue, les corrélations observées entre l'IC et les teneurs en PNA et en AX solubles sont négatives et valent, toutes deux,  $-0.70$  ( $p < 0.001$ ,  $n = 24$ ). Les viscosités *in vitro* sont également négativement corrélées à l'IC (VS :  $r = -0.59$  ; VUP :  $r = -0.63$  et VUR :  $r = -0.53$  ;  $p < 0.01$ ,  $n = 24$ ). Ces observations sont surprenantes et doivent être interprétées avec prudence. Il faut toutefois rappeler que la viscosité *in vitro* est décrite par certains auteurs comme un paramètre à effet négatif mais non systématique (Barrier-Guillot et al., 1997).

### 2.3. Viscosités intestinales

Les viscosités intestinales (moyennes des 3 prélèvements) sont, au moins significativement ( $p < 0.05$ ,  $n = 24$ ), influencées par la variété. L'utilisation de la variété Meunier est accompagnée de plus fortes ( $p < 0.05$ ) viscosités proximales et distales que pour les trois autres variétés (tableau 3). Aucune corrélation significative n'est observée entre la viscosité de la phase liquide intestinale et les performances zootechniques. Cette absence de relation est également décrite par Steenfeldt (2001).

**Tableau 3-** Ingestions cumulées entre 3 et 38 jours (g MS/j), poids vifs (PV) à 38 jours (g), indices de consommation (IC) cumulés entre 3 et 38 jours (g MS/g) et viscosités intestinales moyennes (mPa.s) des phases liquides proximales (VIP) et distales (VID).

	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p	n
Ingestions	84.0	84.7	84.7	84.7	0.9	NS	24
PV 38 j	2140 <sup>b</sup>	2167 <sup>b</sup>	2233 <sup>a</sup>	2226 <sup>a</sup>	13	*	516
IC	1.42 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.37 <sup>b</sup>	1.38 <sup>b</sup>	0.01	**	24
VIP moy	3.6 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>	0.2	***	24
VID moy	6.1 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	8.7 <sup>a</sup>	0.4	*	24

<sup>a,b</sup> : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ ) ; NS :  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  et \*\*\* :  $p < 0.001$ .

## CONCLUSIONS

Dans cet essai (où le taux d'incorporation du froment est relativement élevé), la quantité et la qualité technologique des protéines du froment influencent les performances des animaux. Une étude des profils en acide aminés et des digestibilités azotées devrait permettre de mieux comprendre l'influence zootechnique de ces paramètres technologiques. D'autre part, la distribution de la taille des particules, après un broyage dans des conditions identiques, a une importance zootechnique et est influencée par la variété. Les compositions nutritionnelles des grains sont liées à ces différences variétales de granulométrie. En effet, les comportements à la mouture, la répartition et la composition chimique des différents tissus pourrait les expliquer. En outre, dans cet essai, Meunier et Folio permettent les meilleures performances zootechniques. Elles sont pourtant les

deux variétés les plus riches en AX solubles et elles génèrent les viscosités *in vitro* les plus élevées. De plus les viscosités intestinales mesurées avec Meunier sont les plus importantes. Ces observations sont surprenantes et doivent être complétées par une mesure de l'EMA des lots de froment. Néanmoins, elles contribuent à relativiser l'importance de ces paramètres, lorsqu'ils sont employés seuls, au niveau de la prédiction de la valeur zootechnique des variétés.

## REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche est financé par la Direction Générale de l'Agriculture du Ministère de la Région wallonne. Nous remercions C. Baudouin pour son assistance technique, C. Blecker pour son aide dans les mesures de viscosité et B. Bodson pour la production des lots de froment.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1999. Blé tendre et triticale. Détermination de la viscosité des extraits aqueux. Méthode au viscosimètre. NF V 03-749.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Barrier-Guillot B., Bedford M., Métayer J.-P., Gatel F., 1997. 2<sup>èmes</sup> JRA, Tours, 33-36.
- Carré B., 2000. INRA Prod. Anim., 13, 131-136.
- Carré B., Gomez J., Melcion J.-P., Giboulot B., 1994. INRA Prod. Anim., 7, 369-379.
- Carré B., Nys Y., Guivarc'h F., Genthou C., Pluchard P., Oury F.-X., 1997. 2<sup>èmes</sup> JRA, Tours, 67-70.
- Carré B., Muley N., Guillou D., Signoret C., Oury F.-X., Gomez J., 2003. 5<sup>èmes</sup> JRA, Tours.
- Dagnelie P., 1975. Théories et méthodes statistiques (volume 2). Les Presses Agronomiques de Gembloux, BE, pp 463.
- Englyst H., Cummings J., 1988. J. Assoc. Off. Anal. Chem, 71, 808-814.
- Englyst H., Quigley M., Hudson G., Cummings J., 1992. Analyst, 117, 1707-1714.
- Faisant N., Planchot V., Kozlowski F., Pacouret M.-P., Colonna P., Champ M., 1995. Sciences des Aliments, 15, 83-89.
- Feillet P., 2000. Le grain de blé. Composition et utilisation. INRA.
- Hetland, H., Choct M., 2003. 14<sup>th</sup> Eur. Symp. Poult. Nutr., Lillehammer, NO, 64-69.
- Rose S. P., Tucker L. A., Kettlewell P. S., Collier D. A., 2001. J. Cereal Sci., 34, 181-190.
- Skiba F., Barrier-Guillot B., Métayer J.-P., 2003. 5<sup>èmes</sup> JRA, Tours.
- Steenfeldt S., 2001. Br. Poult. Sci., 42, 595-609.
- Svihus B., Hetland H., 2001. Br. Poult. Sci., 42, 633-637.