

ADDITION D'UN ANTI-OXYGENE (B.H.T.) DANS L'ALIMENTATION
DU PORC MALE CASTRE : CONSTITUTION DES GRAISSES ET RESIDUS TISSULAIRES

B. DESMOULIN (*) G. PASCAL et G. DURAND

Stations de Recherches : Nutrition, (*) Elevage des Porcs

C.N.R.Z. - 78 - JOUY-en-JOSAS

I.N.R.A. - FRANCE

En nutrition humaine, le Butyl-Hydroxy-Toluène (ou BHT) est un additif usuel dont les propriétés antioxygènes permettent de stabiliser les régimes riches en graisses.

En alimentation animale, l'addition de 0,2 p.100 de BHT à la ration du rat blanc limite faiblement la consommation des régimes mais permet de réduire fortement l'accumulation des graisses corporelles (G. PASCAL et G. DURAND, 1970 ; PASCAL, 1974). Ces deux effets pourraient, en nutrition porcine, permettre d'éviter les excès d'adiposité qui caractérisent surtout la carcasse des porcs mâles castrés précocement.

Dans cette étude, le BHT a été ajouté à des doses de surcharge égales à 0,4 ou 0,8 p.100 des régimes de finition qui étaient distribués à des porcs mâles castrés nourris à volonté. Les effets éventuels du BHT sur l'appétit et la vitesse de croissance des porcs ainsi que sur la limitation des Index d'adiposité ont été étudiés. Par ailleurs, la constitution des graisses de réserve a été analysée et les résidus tissulaires ont été dosés : la valeur technologique des graisses porcines et ici concernée.

MATERIEL ET METHODES

=====

- 30 mâles castrés de race Large White reçoivent à volonté, dès 25 kg de poids vif, des régimes équilibrés en protéines (céréales - soja et farine de poisson). Selon la céréale utilisée : 80 % d'orge dans 3 lots A C E ou 74 % de maïs dans 3 lots B D F, la teneur en énergie digestible de ces régimes est accrue de 3100 à 3450 Kcalories. Par ailleurs les régimes ont été supplémentés (ou non) en additif.

- . A et B : non supplémentés en BHT ou lots témoins
- . C et D : + 0,2 p.100 BHT avant 70 kg et + 0,4 p.100 BHT en finition
- . E et F : + 0,4 p.100 BHT avant 70 kg et + 0,8 p.100 BHT en finition

.../...

- Les porcs sont abattus à 100 + 2 kg de poids vif. Après enregistrement des consommations et de la croissance hebdomadaire, le bilan de l'utilisation alimentaire est établi. Les mesures sur carcasses concernent les Index d'épaisseur du lard dorsal mesurés (en mm) sur la fente médiane ; l'état d'engraissement des fractions essentielles : JAMBON et ensemble LONGE + BARDIERE est caractérisé par les Index de densité corporelle qui résultent des deux mesures (P = poids et Pi = Poids immergés) à température des fractions : 4°C et température de l'eau : 7-8°C (DESMOULIN, 1970). Ces Index de densité intègrent les relations $\frac{\text{muscles}}{\text{graisses}}$, $\frac{\text{graisses externes}}{\text{os}}$ et $\frac{\text{muscles}}{\text{graisses}}$ (DESMOULIN et al., 1971).

- Immédiatement après l'éviscération, le foie et les 2 reins sont pesés. Divers prélèvements de tissus gras sont effectués pour les analyses de composition en acides gras et le dosage de résidus éventuels de BHT.

• Les lipides sont extraits selon FOLCH (1957), le dosage des esters méthyliques d'acide gras est effectué sur colonne de D.E.G.S. Support chromosorb G.A.W. DMCS : 80-100 - Ø = 1/8 ème de pouce, longueur : 3m - T = 175°C : 30 ml N₂/mm

Le dosage du BHT dans les graisses est effectué comme suit : homogénéisation dans le méthanol à 60°C puis passage à - 20°C - Centrifugation (3 fois). Le surnageant concentré est analysé en chromatographie phase gazeuse avec étalon interne phénol. Une gamme étalon de BHT est utilisée ; par ailleurs dans les organes, le résidu sec de l'extraction des lipides est repris par du cyclo-Hexane et passage sur colonne de gel de silice : KIESELGEL MERCK 7734 selon la méthode normalisée AFNOR (Commission générale des Corps gras avril 1971).

RESULTATS ET DISCUSSION

=====

I. - CRITERES DE PRODUCTION DES PORCS ENTRE 25 ET 100 KG DE POIDS VIF

a) quel que soit le régime utilisé, le coefficient de variation ($CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$) des critères de consommation et de vitesse de croissance reste inférieur à 12 p.100. Les niveaux de croissance sont très homogènes et très élevés (840 g/jour) ainsi que l'efficacité nutritionnelle (IC = 3,00 kg de matière sèche par kg de gain). Les résultats du tableau I montrent que l'addition de 4000ppm de BHT aux régimes C et D ou 8000 ppm dans les lots E et F n'entraînent aucune modification de l'appétit ou des performances de croissance des porcs nourris à volonté.

b) Les carcasses sont marquées par une adiposité excessive : tableaux II et III. Chez les porcs qui reçoivent les régimes Maïs, plus énergétiques, le lard dorsal est plus épais au niveau du Cou et la Bardière tend à être plus lourde. L'addition de BHT n'entraîne aucune réduction des Index d'adiposité. Lorsque la densité des JAMBONS n'est pas influencée significativement (1,047 à 1,049), la densité de l'ensemble LONGE + BARDIERE s'élève à 1,024 à 1,029 pour une augmentation du rapport $\frac{\text{LONGE}}{\text{BARDIERE}}$ de 1,4 à 1,6. Le coefficient de variation de ces

.../...

caractères d'état d'engraissement étant de 20 p.100, la mesure de densité corporelle est discriminante pour les seuils différents de 5×10^3 . La signification des Index de densité obtenus sur l'ensemble LONGE + BARDIERE est ici la suivante : le poids total des graisses externes et internes disséquées est égal ou supérieur au poids total de muscles et d'os de cet ensemble ($d \neq 1,027$).

L'addition de 8000 ppm de BHT à la ration du porc mâle castré ne limite pas la consommation de nourriture et ne permet pas d'éviter la contrainte des restrictions alimentaires qui permettent de limiter l'excès d'adiposité des carcasses.

II. - POIDS DES ORGANES ET COMPOSITION DES LIPIDES HEPATIQUES

a) Quel que soit le régime utilisé, le poids des foies (Tableau IV) est accru significativement de 15 p.100 avec les rations à 4000 ppm de BHT (lots C et D) et de 30 p.100 avec les régimes E et F à 8000 ppm de BHT. Par contre, le poids global des 2 reins ne subit aucune variation significative. Dans des conditions normalisées de jeûne avant les abattages, cette hypertrophie hépatique est ici attribuée à un hyperfonctionnement de l'organe (G. PASCAL et Th. TERROINE, 1969 ; PASCAL, 1972). L'importance de cette hypertrophie est égale à celle obtenue lors des surcharges excessives en protéines des rations distribuées aux porcs (SUGAHARA et al., 1969) mais les modifications associées à cette hypertrophie semblent très différentes.

b) La composition chimique globale du foie est caractérisée, quel que soit le poids de l'organe, par une stabilité de la teneur en eau : $69,6 \pm 0,25$ p.100 et en lipides totaux : $5,88 \pm 0,07$ p.100. Par contre, les résultats du tableau V rapportent les variations de composition en acides gras des lipides hépatiques

- d'une part, avec les régimes riches en maïs (B, D et F) les teneurs en AG polyinsaturés : linoléique (C18 : 2) et arachidonique (C20 : 4) sont accrues.

- d'autre part, l'addition de BHT aux régimes riches en maïs entraîne d'importantes modifications dans la répartition des acides gras : pour les acides saturés, la teneur en acide stéarique (C18 : 0) s'élève et celle en acide palmitique (C16:0) diminue. Pour les acides polyinsaturés ce sont l'augmentation de teneur en acide arachidonique (C20:4) et la réduction d'acide linoléique (C18:2). Ces modifications traduisent une action globale du BHT sur l'élongation et la désaturation des chaînes d'acides gras.

Comme ceci a été constaté chez d'autres espèces animales, l'hypertrophie hépatique est un des effets majeurs du BHT. Chez le porc, elle s'accompagne d'une modification du métabolisme des acides gras plus sensible avec les régimes maïs les plus riches en lipides (6% lipides).

.../...

III. - CONSTITUTION DES GRAISSES ET INCIDENCE TECHNOLOGIQUE DES RESIDUS TISSULAIRES DE BHT.

a) La composition en acides gras des graisses de réserve (PANNE et BARDIERE) est essentiellement influencée par la nature de la céréale du régime, sans influence marquée du BHT. Avec des teneurs en AG totaux de 2% dans les régimes à base d'orge (3% de lipides) et 3% dans les régimes à base de maïs (6% de lipides) la composition moyenne en AG de ces régimes est présentée ci-dessous :

AG Régimes	C14	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2	C20:4
orge CV p.100	1,0 (8)	21,1 (3)	0,7 (6)	1,3 (11)	14,8 (6)	54,4 (0,4)	6,7 (8)
Maïs CV p.100	0,5 (26)	13,5 (1)	0,6 (10)	2,0 (10)	23,5 (1)	57,1 (9)	2,8 (18)

Le tableau VI montre que la teneur en acide linoléique (C18:2) est significativement plus élevée de 40 p.100 avec les régimes riches en maïs. Cette modification importante peut être ici rapportée à la différence des quantités d'acide linoléique ingérées. Par ailleurs, les autres modifications résultent des divers coefficients de stockage et de transformation des acides gras alimentaires.

b) Les résidus tissulaires de BHT dosés dans le foie (1 à 2 ppm) et dans les différentes graisses corporelles (40 à 60 ppm) sont déterminés sur les porcs qui ont reçu les doses maximales de 3000 ppm dans la ration de finition (E et F). Les teneurs élevées de 11 p.100 d'acide linoléique dans les graisses des porcs nourris de maïs entraînent une grande sensibilité aux peroxydations et la présence de résidus de BHT dans les graisses exerce ici un effet protecteur : comme l'ont montré FRANCOIS et PIHET (1960) la durée de la période d'induction des graisses à une oxydation provoquée est accrue en présence des antioxygènes : les graisses conservant des résidus de BHT présenteraient donc une plus grande stabilité.

Cette présence de BHT résiduel dans les tissus gras constitutifs des viandes doit être dépourvu totalement d'effets nocifs à court et à long terme. La dose d'additif BHT autorisée en alimentation humaine étant de 100 à 150 ppm, cette incorporation de BHT par des voies nutritionnelles apporte donc une valorisation technologique aux graisses porcines pour les stabiliser.

En l'absence de produits dérivés du métabolisme du BHT, cette valorisation reste bien entendu très différente de celle obtenue en incorporant ce même BHT dans les produits gras de transformation industrielle au niveau des fondoirs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

=====

- AFNOR - Commission générale des corps gras : dosages BHT - Avril 1971
- Catalogue Français des additifs autorisés en Alimentation animale 1970
DUNOD - PARIS.
- B. DESMOULIN, 1970 - J. Rech. Porcine en France, 177-185 - PARIS
- B. DESMOULIN, B.L. DUMONT, B. JACQUET et R. TOMASSONE, 1971 - 17th Europ.
Meat. of Meat Res. Workers (H 16), 470-478 - Bristol (England).
- J. FOLCH and M. LEES, 1957 - J. Biol. Chem., 226, 497-509
- A.C. FRANCOIS et A. PIHET, 1960 - Ann. Zootech., 9, 195-208
- G. PASCAL, 1971 - J. de Physiologie, 63 (6), 260-261
- G. PASCAL, 1972 - Physiological ~~et~~ metabolic effects of antioxidant food
additives - World Review of Nutr. et Dietetic's (sous presse).
- G. PASCAL et Th. TERROINE, 1969 - Ann. Nutr. et Alim., 23 (1), 15-62
- G. PASCAL et G. DURAND, 1970 - J. of Physiol., 62 (1), 201-202
- M. SUGAHARA, D.M. BAKER, B.G. HARMON and A.H. JENSEN, 1969 - J. anim. Sci.,
29 (4), 598-600.

TABLEAU I - Appétit et Performances moyennes de croissance des Porcs entre 25 et 100 Kg.

LOTS	A	C	E	CV p.100	B	D	F	CV p.100
Consommation (kg MS/jour)	2,56	2,50	2,61	8	2,39	2,61	2,38	11
Indice de consommation (MS par kg de gain)	3,00	3,17	2,99	7	2,93	3,10	2,78	9
Croissance (g/jour)	854	788	871	9	817	848	856	12

effet céréales : NS

effet BHT : NS

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

TABLEAU II - Index d'épaisseur du lard dorsal (mm) sur la fente médiane des carcasses.

EFFETS E (mm)	Orge	Maïs	CV p.100	doses BHT			CV p.100
				0	0,4	0,8	
REIN	35,9	38,7	16	36,4	38,3	37,2	21
DOS	27,7	31,6	13	30,0	30,3	28,7	16
COU	45,7	52,1	12	46,5	50,9	49,2	13

effet céréales : S

effet BHT : NS

TABLEAU III : Index de densité des fractions essentielles (P = poids et Pi = poids immergés).

EFFETS critères	Orge	Maïs	CV p.100	doses BHT			CV p.100
				0	0,4	0,8	
JAMBON							
P (g)	7373	7341	6	7463	7427	7181	5
Pi (g)	344	325	13	339	333	330	14
LONGE + BARDIERE							
P (g)	16662	17221	5	16504	17337	16984	7
Pi (g)	465	401	22	434	409	456	26
densité	1,029	1,024		1,027	1,024	1,027	
LONGE (g)	10109	10133	7	10030	10064	10270	9
BARDIERE (g)	6656	7145	11	6530	7314	6859	11
Rapport $\frac{LONGE}{BARDIERE}$	1,55	1,43	18	1,57	1,39	1,51	22

effet céréales : S

effet BHT : NS

TABLEAU IV - Poids des organes : FOIE et REINS

LOTS	A	C	E	B	D	F
Poids du foie (g)	1544	1812*	2036**	1584	1816*	2022**
CV (p.100)	14	4	16	13	10	11
Poids des 2 reins (g)	315	305	303	303	279	299
CV (p.100)	21	9	11	6	11	7

effet BHT : S ** (0,01) effet céréales : NS

TABLEAU V - Teneur en acides gras % AG Totaux des lipides du Foie.

AG		C14	C16	C16:1	C17	C18	C18:1	C18:2	C20:4
Lots									
O R G E	A	0,7	19,5	1,2	1,0	31,2	18,1	14,3	13,4
	C	0,3	18,2	1,2	1,4	32,4	15,4	15,6	15,5
	E	0,4	21,0	1,1	1,3	31,3	15,6	13,9	15,3
M A I S	B	0,6	21,4↑	1,1	1,1	24,8↓	14,8	20,1↑	16,1↓
	D	0,4	18,6↓	1,0	1,1	29,1↑	13,9	17,8↓	17,9↓
	F	0,3	16,0↓	0,8	0,8	35,6↓	12,4	15,6↓	18,2↓

effet BHT : S effet céréales : S

TABLEAU VI - Composition en Acides gras des graisses internes (type panne) et externes (type bardière) suivant la céréale utilisée.

AG		C14	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2
Effets							
P A N N E	Orge \bar{x}	2,1	30,8	2,4	20,6	37,9	6,2
	CV	(10)	(2)	(6)	(6)	(1)	(5)
M A I S	\bar{x}	1,8	29,1	1,8	20,3	36,0	10,9
	CV	(7)	(2)	(8)	(4)	(4)	(14)
B A R D I È R E	Orge \bar{x}	1,8	28,9	2,7	17,4	42,9	6,3
	CV	(3)	(1)	(19)	(6)	(2)	(10)
M A I S	\bar{x}	1,8	27,3	2,5	15,9	40,8	11,5
	CV	(7)	(2)	(21)	(6)	(2)	(2)

effet BHT : NS effet céréales : S