

EFFET DE L'APPORT DE VITAMINE C SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET LA QUALITÉ DE LA VIANDE CHEZ DES PORCS LARGE-WHITE ET CROISÉS LARGE-WHITE PIÉTRAIN

J. MOUROT, P. PEINIAU, A. AUMAITRE, P. CHEVILLON

*Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Porcines, 35590 Saint-Gilles.*

L'effet d'une supplémentation de la ration à des taux croissants en vitamine C (ou acide ascorbique) (0, 100, 250 et 500 mg/kg) sur les performances et les caractéristiques de la carcasse et de la viande de porc, a été étudié sur 110 animaux de race Large-White (LW) alimentés individuellement entre 35 et 100 kg de poids vif et sur 100 porcs croisés Large-White x Piétrain (LWxP) alimentés entre 60 et 100 kg de poids vif.

Les animaux dont les régimes sont supplémentés en vitamine C ont une vitesse de croissance légèrement améliorée et un indice de consommation diminué pendant la période de finition par rapport aux animaux témoins.

Le pH post-mortem du muscle Demi-membraneux chez les LW, et du muscle long dorsal chez les LWxP est significativement augmenté chez les animaux ayant reçu 250 ou 500 mg/kg d'acide ascorbique. L'indice de couleur de la viande est également diminué, ce qui se traduit par une viande plus sombre. Ces variations mettent en évidence un meilleur rendement technologique et les taux de cortisol circulant confirment un état de stress moins grand chez les animaux traités à la vitamine C.

La dose de 250 mg/kg dans l'alimentation des porcs en croissance finition semble suffisante pour mettre en évidence des effets favorables de l'acide ascorbique sur la croissance et la qualité de la viande.

Effect of dietary vitamin C supplementation on growth performance and meat quality in Large White or Large White x Pietrain pigs

The effects of vitamin C (or ascorbic acid) supplementation in the diet (0, 100, 250 and 500 mg/kg) on growth performance and meat quality were investigated in two successive experiments involving 110 Large-White (LW) pigs between 35 and 100 kg live weight and 100 Large-White x Pietrain (LWxP) pigs between 60 and 100 kg live weight.

Vitamin C supplementation induced a slight but not significant increase of average daily gain and a decrease of feed conversion ratio between 60 and 100 kg.

The value of pH 24 hours after slaughter increased in the Semi-membranosus muscle of LW and in the Longissimus dorsi of LWxP consecutively to the addition of graded levels of ascorbic acid; the meat colour index was also improved. Subsequent, favourable effects on meat from treated animals were observed during technological treatments. The vitamin C reduced the stress pigs and decrease the rate of cortisol.

On the basis of performance and meat quality data, the addition of 250 mg vitamin C per kg diet was considered as the optimum level of supply.

INTRODUCTION

Les résultats de nombreuses expériences réalisées dans les années 1950 et mesurant les performances zootechniques des porcs n'ont jamais permis de mettre en évidence un effet bénéfique consécutif à la supplémentation de la ration en vitamine C. Les animaux de différents âges, plus particulièrement les porcelets, semblent capables de synthétiser dans leur tube digestif, une quantité suffisante d'acide ascorbique pour subvenir à leurs besoins (BRAUDE et al., 1980; NRC, 1979). En fait, aucune recommandation alimentaire n'existe pour les porcs en ce qui concerne la vitamine C (NRC, 1979; ARC, 1981; INRA, 1989). Cependant, il a été suggéré par CROMWELL et al. (1970) que le besoin en vitamine C augmente durant la période de reproduction. Plus récemment, on a découvert d'autres propriétés de l'acide ascorbique sur la croissance. Ainsi, les performances de croissance pondérale sont stimulées chez le porcelet au sevrage (YEN et al. 1981; CHIANG et al. 1985) et chez le porc en finition (SEVKOVIC et al., 1973). Toutefois, ces données sont controversées par les travaux de Mc CAMPBELL et al. (1974), NAKANO et al. (1983), CLEVELAND et al. (1987a), NRC, (1989). Les discordances observées entre les résultats des expériences sont souvent dues aux particularités du dispositif: âge des animaux ou période de la vie, durée de l'expérience, habitat, taux de supplémentation et stabilité de l'acide ascorbique dans la ration.

Des informations complémentaires ont été apportées sur le rôle bénéfique de l'acide ascorbique dans l'alimentation du porc et son rôle dans le métabolisme de certains tissus : os, muscle et glandes endocrines a été démontré. Il permet la prévention de l'ostéochondrose (MAHAN et al. 1983; NAKANO et al. 1981 et 1983), ainsi qu'une amélioration des aplombs et par conséquent des performances (CLEVELAND et al. 1987b). En ce qui concerne la qualité de la viande, l'acide ascorbique peut prévenir le développement du syndrome de la viande exsudative après l'abattage (RAJIC, 1971; SEVKOVIC et al. 1976; RAJIC et al. 1977; CABBADAJ et al. 1983). La vitamine C est couramment utilisée pour la prévention du stress d'abattage chez les poulets pour diminuer la production de corticoïdes (SATTERLEE et al. 1989). Le stress consécutif aux combats et ses conséquences néfastes sur la carcasse sont associés à une diminution massive de la quantité d'acide ascorbique présent dans les glandes surrénales chez le porc (WARRIS, 1979). Ces nouvelles données renforcent l'intérêt d'une expérimentation plus spécifique sur le rôle possible de la supplémentation en vitamine C dans la ration pour améliorer la qualité de la viande de porc.

1. ÉTUDE CHEZ LES PORCS LARGE-WHITE

1.1. Matériel et méthode

1.1.1. Schéma expérimental et alimentation

Cent-dix porcs (55 mâles castrés et 55 femelles) issus de portées contemporaines sont utilisés en tenant compte de leur âge à 35 kg. Ils sont logés individuellement et sont affectés au hasard à 4 traitements permettant d'évaluer l'effet de quantités croissantes de vitamine C ajoutées à la ration: 0, 100, 250 ou 500 mg/kg. Les animaux sont alimentés à partir d'un régime à base de blé et de tourteau de soja renfermant 18 % de protéines brutes et 0,80 % de lysine, supplémenté par 4 % de suif, et équilibré en ce qui concerne les minéraux et les oligo-éléments par rapport aux besoins des animaux (INRA, 1989).

Les animaux des deux sexes sont alimentés suivant un plan de rationnement similaire. Le niveau alimentaire fixé à 1,9 kg à 35 kg de poids vif est porté à 2,2 à 50 kg, 2,5 à 60 kg et maintenu constant à 2,8 kg/jour à partir de 75 kg, jusqu'à l'abattage aux environs de 100 kg de poids vif. Les animaux sont pesés toutes les semaines, la quantité d'aliment consommée est mesurée pendant les périodes correspondantes. Le gain de poids moyen des animaux et l'indice de consommation sont exprimés pour les périodes 35-60 kg, 60-100 kg et pour l'ensemble de la durée de l'expérience.

1.1.2. Mesures à l'abattage sur la carcasse et la qualité de la viande

Après un jeûne nocturne d'environ 16 heures, les animaux sont abattus à 100 ± 2 kg après électronarcose. La proportion de muscle et de tissu gras dans la demi-carcasse est estimée à partir des mesures effectuées à l'aide d'un appareil Fat O' Meater. Après un ressuage à 4° C pendant 24 heures, on effectue une découpe de la demi-carcasse gauche, puis une pesée des morceaux suivants : jambon, bardière, longe, panne et poitrine. Les poids de muscle et de tissu gras sont calculés à partir des équations publiées par DESMOULIN et al. (1988). Ils sont exprimés en % du poids de la carcasse afin de les comparer aux mesures de FOM.

La valeur du pH₁ est mesurée 45 minutes après l'abattage à partir d'un échantillon de 2 g de muscle Demi-Membraneux homogénéisé dans 18 ml de Iodoacétate de Sodium 5mM (MONIN et SELLIER, 1985). Le pH ultime est mesuré à 24 heures directement sur une coupe fraîche de muscle Demi-Membraneux. L'indice de couleur est mesuré sur le muscle adducteur à l'aide d'un réflectomètre calibré sur une surface blanche.

Les données sont analysées à l'aide d'une analyse de variance utilisant le modèle général linéaire (SAS, 1989). Les effets testés concernent le traitement, le taux de vitamine C, le sexe et l'interaction taux x sexe et sont éventuellement suivis d'une comparaison de moyenne.

1.2. Résultats

1.2.1. Performances de croissance

Le GMQ des porcs supplémentés en vitamine C est plus élevé, mais non significativement différent de celui des animaux témoins (tableau 1) avec un effet à la limite de la signification pour la période entre 60 et 100 kg ($P < 0.11$).

Au cours de la période de finition, entre 60 et 100 kg, l'indice de consommation est réduit par la supplémentation en acide ascorbique ($P < 0.03$). Sur l'ensemble de la période, l'effet du taux n'est pas significatif. Il existe également une interaction significative Taux x Sexe sur l'indice de consommation ($P < 0.02$) au cours de la phase de finition et sur l'ensemble de la période. L'effet semble plus marqué chez les mâles castrés que chez les femelles. Les mâles castrés recevant une ration supplémentée à 250 mg/kg d'acide ascorbique ont une vitesse de croissance en finition qui est supérieure aux animaux témoins (859 contre 794 g/jour) avec un indice de consommation plus faible (2,99 contre 3,29).

1.2.2. Mesures sur la carcasse

Le poids à l'abattage n'est pas différent entre les lots (tableau 2). Le rendement en carcasse ne diffère pas suivant les traitements.

Tableau 1 - Effet de l'apport de vitamine C sur le gain moyen quotidien et l'indice de consommation en fonction du taux et du sexe

Périodes Dose		Indice de Consommation			GMQ (kg)		
		A	B	T	A	B	T
0	T	3,156	3,111	3,121	0,627	0,834	0,742
	MC	3,149	3,299	3,235	0,631	0,794	0,723
	F	3,163	2,922	3,008	0,624	0,874	0,762
100	T	3,198	3,135	3,154	0,615	0,830	0,733
	MC	3,157	3,179	3,163	0,624	0,820	0,735
	F	3,240	3,091	3,146	0,606	0,839	0,732
250	T	3,140	2,982	3,041	0,627	0,866	0,758
	MC	3,045	2,991	3,006	0,647	0,859	0,766
	F	3,236	2,974	3,075	0,608	0,874	0,749
500	T	3,256	3,019	3,105	0,604	0,850	0,737
	MC	3,150	3,073	3,096	0,628	0,841	0,747
	F	3,362	2,967	3,116	0,579	0,858	0,726
Écart-type résiduel		0,263	0,184	0,156	0,053	0,053	0,041
Effet							
Taux		NS	P< 0.03	NS	NS	P< 0.11	NS
Sexe		P< 0.03	P< 0.001	P< 0.02	P< 0.01	P< 0.006	NS
T x S		NS	P< 0.02	P< 0.02	NS	NS	NS

Tableau 2 - Effet de l'apport de vitamine C sur le poids et la composition tissulaire de la carcasse

Dose		poids vif	poids carcasse	rendement carcasse	mesure FOM (%)		poids (%)	
					muscle	gras	muscle	gras
0	T	98,6	80,2	0,81	51,05	25,40	51,29	25,32
	MC	98,2	79,9	0,81	49,89	26,37	50,21	26,24
	F	98,9	80,5	0,81	52,22	24,44	52,37	24,40
100	T	99,2	81,3	0,82	50,95	25,42	51,68	25,20
	MC	98,6	80,8	0,82	50,06	26,11	50,99	25,68
	F	99,7	81,8	0,82	51,84	24,74	52,38	24,72
250	T	99,2	81,1	0,82	50,97	25,66	52,06	25,04
	MC	99,3	81,3	0,82	51,15	26,18	51,59	25,34
	F	99,0	80,8	0,82	50,78	25,14	52,54	24,75
500	T	99,0	80,9	0,82	51,08	25,60	52,72	24,70
	MC	98,9	80,9	0,82	50,63	26,01	52,42	24,81
	F	99,0	80,9	0,82	51,52	25,20	53,01	24,60
Écart-type résiduel		2,1	1,9	0,02	2,41	2,61	2,01	2,46
Effet								
Taux		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sexe		NS	NS	NS	P< 0.005	P< 0.007	P< 0.01	P< 0.09
T x S		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Les carcasses des femelles ont un pourcentage de muscle significativement plus élevé que les mâles castrés; le pourcentage de tissu gras varie dans le sens inverse, ce qui est classiquement observé. Le pourcentage de muscle obtenu par calcul des pièces de découpe met en évidence une augmentation de la teneur en muscle avec la supplémentation en vitamine C mais sans que les variations ne soient significatives.

Le poids du rein et de la longe augmente non significativement avec le traitement (tableau 3). Le poids de la bardière diminue. Les autres pièces de découpe ne sont pas affectées par le traitement. Le poids de la longe rapporté au poids de la carcasse met en évidence une augmentation du pourcentage qui est à la limite de la signification ($P < 0.10$). La variation la plus importante affecte le mâle castré avec une augmentation de + 1.2 % contre + 0.9 % pour la femelle.

Tableau 3 - Effet de l'apport de vitamine C sur le poids (g) de quelques pièces de découpe en fonction du sexe

Dose		panne	rein	longe	bardière	jambon	poids		% longe
							muscle	gras	
0	T	630	15977	11474	4388	8422	18635	9194	31,58
	MC	627	16051	11360	4672	8281	18294	9553	31,19
	F	633	15903	11589	4105	8562	18976	8835	31,98
100	T	650	16252	11776	4321	8423	18978	9264	32,06
	MC	671	16020	11465	4386	8404	18577	9376	31,46
	F	628	16483	12087	4257	8441	19378	9152	32,66
250	T	622	16089	11662	4302	8574	19026	9157	31,91
	MC	631	16038	11476	4412	8712	18906	9283	31,32
	F	613	16141	11848	4193	8435	19146	9031	32,50
500	T	649	16137	11830	4170	8408	19126	8966	32,60
	MC	665	15940	11643	4175	8345	18856	8923	32,37
	F	632	16333	12016	4166	8472	19395	9010	32,84
Écart-type résiduel		119	617	501	497	390	812	964	1,16
Effet									
	Taux	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	$P < 0.10$
	Sexe	NS	NS	$P < 0.01$	$P < 0.05$	NS	$P < 0.01$	NS	$P < 0.01$
	T x S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1.2.3 Mesures de la qualité de la viande

Ces paramètres ne sont pas affectés par un effet sexe. Les valeurs sont donc rapportées pour l'ensemble des animaux (tableau 4). L'indice de réflectance diminue avec la supplémentation en acide ascorbique ce qui se traduit par une viande de couleur plus sombre. On observe un effet significatif

de la supplémentation à 500 mg/kg par rapport aux animaux témoins ($P < 0.05$).

Il n'existe pas d'effet du traitement sur le pH₁ du muscle Demi-membraneux. Le pH₂ (24 heures) est significativement augmenté par la supplémentation en vitamine C ($P < 0.001$) avec un effet dose marqué à 250 et 500 mg qui sont différentes du témoin ($P < 0.05$).

Tableau 4 - Effets d'une supplémentation en vitamine C sur les valeurs des pH du muscle Demi-Membraneux et sur la couleur du muscle adducteur des porcs LW

	pH 45 min	pH 24h	couleur
dose 0	6,29	5,64 ^a	47 ^a
dose 100	6,33	5,70 ^a	45 ^a
dose 250	6,31	5,76 ^b	46 ^a
dose 500	6,28	5,77 ^b	42 ^b
Écart-type résiduel	0,15	0,13	4
Effet Taux	NS	$P < 0.001$	$P < 0.001$

2. ÉTUDE CHEZ LES PORCS CROISÉS LW X PIÉTRAIN

Cette étude fait suite à celle réalisée chez les animaux de race pure Large-White sans défaut apparent pour les critères d'étude de la qualité de la viande. Le but de cette nouvelle étude est de confirmer chez des porcs croisés Large-White x Piétrain les résultats obtenus précédemment.

2.1. Matériel et méthode

2.1.1. Schéma expérimental et alimentation

Cinq lots de 20 porcs (10 mâles castrés et 10 femelles), issus d'un croisement femelle pure Large-white et mâle pur Piétrain ont été mis en place. Les animaux piétrains ont été sélectionnés en fonction d'une forte sensibilité à l'halothane, ce qui se traduit par un effet PSE très marqué.

Pendant la période expérimentale, les animaux sont élevés dans des conditions semblables à celles de l'expérience précédente. Le régime est identique. L'alimentation est restreinte selon un mode de rationnement dont les quantités distribuées diffèrent de celles des animaux LW (2,6 kg de 60 à 64 kg de PV, 2,7 de 64 à 68, 2,8 de 68 à 72 et 2,9 de 72 à 100 kg.

La dose à 100 mg n'est pas introduite dans cette expérience, les variations étant peu différentes de celle du lot témoin chez les LW. La période de distribution semblant trop longue entre 35 à 100 kg, deux autres périodes sont testées entre 60 à 100 kg et 80 à 100 kg. Le schéma expérimental est le suivant :

Lot	1	2	3	4	5
Nbre porcs	20	20	20	20	20
Vitamine C	0	250	500	250	500
Période kg	60-100	60-100	60-100	80-100	80-100

2.1.2 Mesures sur animaux et qualité de la viande

Toutes les mesures sont réalisées selon la même méthodologie que pour l'expérience précédente. Pour cette expérience, en plus du muscle Demi-membraneux des mesures sont également effectuées sur le muscle long dorsal. L'indice de consommation et le GMQ sont calculés sur les périodes de 60 à 80 kg, de 80 à 100 kg et sur l'ensemble de la période 60 à 100 kg dans le cas des lots 1, 2 et 3.

Pour cette expérience ont été également effectuées des mesures des pertes d'égouttage et de cuisson au niveau du long dorsal (HONIKEL 1987), la détermination du rendement technologique du jambon selon la technique NAPOLE (NAVEAU et al. 1985) et la transformation en jambon de Paris effectuée par le CTSCCV.

2.2 Résultats

2.2.1. Performances de croissance

L'apport d'acide ascorbique tend à diminuer l'indice de consommation et à augmenter le gain moyen quotidien des porcs, mais ces variations ne sont pas significativement différentes (tableau 5). Les effets du sexe sur les performances de croissance sont une nouvelle fois mise en évidence ainsi qu'une interaction entre le traitement et le sexe pendant la période entre 60 et 80 Kg ($P < 0.01$). Cet effet a une conséquence moins marquée sur la période totale d'observation ($P < 0.05$). Globalement, il apparaît que les animaux femelles réagissent mieux à l'apport d'acide ascorbique dans la ration que les porcs mâles castrés.

2.2.2. Composition tissulaire de la carcasse et poids des pièces de découpe

Les mesures de pourcentages de muscle et de gras sont

Tableau 5 - Effet de supplémentations en vitamine C sur le GMQ et l'indice de consommation en fonction de la durée et du sexe.

Lot		1	2	3	4	5	Écart-type résiduel	Tr	effet ⁽¹⁾ Se	T*S
IC 1	T	2,856	2,831	2,758			0,192	NS	***	*
	MC	2,891	2,875	2,932						
	F	2,821	2,788	2,581						
IC 2	T	2,866	2,791	2,869	2,880	2,775	0,267	NS	*	NS
	MC	2,898	2,823	3,033	2,945	2,806				
	F	2,834	2,759	2,705	2,814	2,741				
IC T	T	2,859	2,808	2,817			0,180	NS	***	**
	MC	2,893	2,848	2,991						
	F	2,827	2,767	2,644						
GMQ1	T	0,860	0,867	0,890			0,063	NS	***	**
	MC	0,854	0,852	0,830						
	F	0,864	0,881	0,946						
GMQ2	T	0,963	1,003	0,956	0,977	1,005	0,099	NS	NS	NS
	MC	0,969	0,999	0,925	0,957	1,006				
	F	0,957	1,008	0,988	0,997	1,004				
GMQT	T	0,906	0,929	0,918			0,061	NS	**	*
	MC	0,906	0,916	0,873						
	F	0,905	0,941	0,963						

(1) Tr: traitement; Se: sexe; * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ *** $P < 0.001$

Tableau 6 - Effet de suppléments en vitamine C sur le poids et la composition tissulaire de la carcasse en fonction du traitement et du sexe

Lot		Poids carcasse (kg)	% muscle		% gras	
			FOM	découpe	FOM	découpe
1	T	83,37	56,31	56,18	20,79	21,36
	MC	83,78	56,49	55,20	21,06	22,16
	F	82,95	56,12	57,15	20,51	20,55
2	T	83,41	56,44	57,10	19,98	19,84
	MC	82,96	55,53	57,03	20,90	20,42
	F	83,85	57,36	57,17	19,05	19,25
3	T	83,63	56,40	56,10	20,57	21,04
	MC	88,90	55,43	55,51	21,86	22,16
	F	83,35	57,37	56,68	19,28	19,91
4	T	83,69	57,14	57,27	20,18	20,78
	MC	82,76	56,89	56,73	20,15	21,26
	F	84,62	57,38	57,82	20,22	20,30
5	T	82,52	56,51	56,51	20,35	20,56
	MC	81,85	56,25	55,63	20,88	21,72
	F	83,19	56,78	57,38	19,81	19,39
Écart-type résiduel		2,19	2,19	1,87	2,01	2,38
Effet						
Trait.		NS	NS	NS	NS	NS
Sexe		NS	P< 0.04	P< 0.001	P< 0.003	P< 0.001
Tr*Sexe		NS	NS	NS	NS	NS

rapportées dans le tableau 6. Le poids vif des animaux à l'abattage et le poids des carcasses est identique entre les lots. Le pourcentage de muscle tend à augmenter avec l'apport de vitamine C dans la ration et le pourcentage de gras diminue, mais ces effets ne sont pas significativement différents. L'augmentation la plus importante représente un gain de + 1.1 % de muscle avec une dose de 250 mg et une distribution entre 80 et 100 kg pour l'ensemble des animaux. L'effet est plus marqué pour les mâles castrés que pour les femelles avec un gain maximal de + 1.8 % de muscle par rapport aux animaux

non supplémentés.

Le poids de la panne diminue avec l'apport de vitamine C et celui de la longe augmente mais non significativement (tableau 7). Sur l'ensemble du traitement, les effets paraissent principalement marqués avec les doses à 250 mg d'acide ascorbique par kg d'aliment. Ceci est confirmé par une comparaison où interviennent soit l'effet dose, soit l'effet durée. Pour la période de distribution, aucun effet n'est mis en valeur. En ce qui concerne la dose apportée, nous mettons en

Tableau 7 - Effet d'une supplémentation en vitamine C sur le poids des pièces de découpe de la carcasse en fonction du traitement et du sexe

		Panne	Rein	Longe	Bardière	Jambon
1	T	581	16439	12858	3621	9500
	MC	589	16323	12601	3817	9597
	F	574	16555	13115	3425	9403
2	T	556	16469	13124	3319	9515
	MC	577	16548	13041	3460	9430
	F	549	16390	13208	3179	9601
3	T	556	16467	12885	3574	9473
	MC	611	16519	12711	3799	9567
	F	501	16416	13059	3349	9378
4	T	532	16622	13203	3544	9549
	MC	550	16392	12882	3607	9428
	F	515	16851	13525	3482	9670
5	T	507	16361	12896	3473	9428
	MC	555	16301	12614	3673	9255
	F	459	16421	13179	3273	9599
Écart-type résiduel		116	671	599	517	480

Aucun effet statistique du traitement n'est mis en évidence sur ces paramètres.

évidence un effet dose significatif ($P < 0.05$) sur le pourcentage de muscle de la carcasse calculé d'après le poids de découpe. La dose de 250 mg induit les effets maximum. Cette augmentation est le reflet essentiel de celle du poids de la longe ou ce paramètre exprimé en pourcentage du poids de la carcasse augmente significativement ($P < 0.05$) avec la dose apportée.

2.2.3. Mesures des pH et de la couleur de la viande

Les valeurs du pH₁ augmentent avec le traitement mais ne

sont pas significativement différentes (tableau 8). Pour le pH₂, les valeurs augmentent avec le traitement, l'effet étant plus marqué pour le long dorsal ($P < 0.02$) que pour le demi-membraneux ($P < 0.04$). La comparaison des moyennes met également en évidence un effet dose:

- à 250 mg ($P < 0.05$) pour le muscle long-dorsal

- aux doses de 250 et 500 mg pour les valeurs des couleurs sur les deux muscles, sans qu'existe de différence entre ces deux doses. Il apparaît donc que les muscles réagissent différemment à la supplémentation en vitamine C et la durée de distribution n'intervient pas dans les effets observés.

Tableau 8 - Effet d'une supplémentation en vitamine C sur les valeurs des pH (45 minutes et post-mortem) et sur la couleur des muscles long dorsal (LD) et demi-membraneux (DM)

Lot	pH 45 minutes		pH 24 heures		Couleur	
	LD	DM	LD	DM	LD	DM
1	5,94	6,19	5,39 ^a	5,45 ^a	82 ^a	76 ^a
2	6,13	6,22	5,49 ^b	5,54 ^{ab}	72 ^b	70 ^{ab}
3	6,07	6,26	5,46 ^{ab}	5,57 ^b	73 ^b	69 ^{ab}
4	6,03	6,28	5,46 ^{ab}	5,49 ^{ab}	75 ^b	70 ^{ab}
5	6,05	6,31	5,44 ^{ab}	5,51 ^{ab}	73 ^b	66 ^b
Écart-type résiduel	0,29	0,25	0,09	0,13	7,4	7,4
Effet						
Traitement	NS	NS	$P < 0.02$	$P < 0.04$	$P < 0.001$	$P < 0.008$
Dose	NS	NS	$P < 0.01$	$P < 0.07$	$P < 0.001$	$P < 0.001$

2.2.4 Mesure des rendements technologiques

Le rendement technologique par la méthode Napole (tableau 9) simulant la transformation en jambon met en évidence un meilleur rendement avec la supplémentation en vitamine C ($P < 0.05$). L'effet dose est encore plus marqué que l'effet traitement dans son ensemble ($P < 0.02$). La dose induisant l'effet maximum est à 500 mg. La durée de distribution semble aussi intervenir, les périodes les plus longues étant les plus efficaces.

Tableau 9 - Effet d'une supplémentation en vitamine C sur les rendements technologiques de la viande et les pertes de ressauge.

Lot	Rendement Napole	Pertes ressauge	Rendement Honikel
1	91,40 ^a	11,84	64,30
2	93,07 ^{ab}	10,71	63,81
3	94,34 ^b	11,29	65,14
4	91,97 ^{ab}	11,75	63,81
5	93,59 ^{ab}	11,77	63,99
Écart-type résiduel	3,01	2,84	2,35
Effet: Trait			
Dose	$P < 0.05$ $P < 0.02$	NS NS	$P < 0.10$ NS

En ce qui concerne les pertes de ressauge, aucun effet n'est mis en évidence, mais il faut remarquer la grande variabilité

entre les animaux. Les rendements obtenus par la méthode Honikel (simulant les pertes à la cuisson) mettent en évidence un effet du traitement à la limite de la signification, ce qui n'est pas confirmé par l'effet dose. L'absence d'effet de la supplémentation peut s'expliquer par le fait que la cuisson peut détruire la vitamine C et il s'en suivrait une perte de différents éléments (eau, électrolytes...). Ce phénomène ne se produirait pas lors de la transformation du jambon en raison d'un passage dans la saumure qui modifie les pressions intracellulaires par un apport de sels.

Ceci est confirmé par une transformation réelle du jambon en jambon de Paris. Le rendement est plus élevé chez les porcs ayant ingéré de la vitamine C. Il est cependant difficile de conclure en raison du faible nombre de jambons transformés (7 par lot pour les lots témoin, 4 et 5). Les rendements sont de 76.8 % (± 3.24) pour le lot témoin, de 78.2 % (± 2.84) pour le lot 4 et de 79.0 % (± 2.60) pour le lot 5. L'effet traitement n'est pas significatif et la corrélation entre la dose ingérée et le rendement est à la limite de signification ($P < 0.10$).

3. COMPARAISON DES EFFETS CHEZ LE LW ET LE LW x PIÉTRAIN

Les GMQ et indices de consommation sont supérieurs chez les croisés LW x P par rapport aux LW comme l'ont déjà montré de nombreuses études zootechniques. Pour les deux génotypes, l'apport d'acide ascorbique augmente le GMQ (non significativement). L'indice de consommation est diminué dans la période 60 à 100 kg ($P < 0.01$ chez LW et NS pour LW x P). L'effet de l'acide ascorbique est donc comparable dans les deux études. Les mêmes interactions traitement sexe existent

dans les deux études. Mais chez le LW, l'effet est plus marqué pour les mâles castrés que pour les femelles alors que pour les porcs LW x P les observations sont inversées. Ceci provient du fait que :

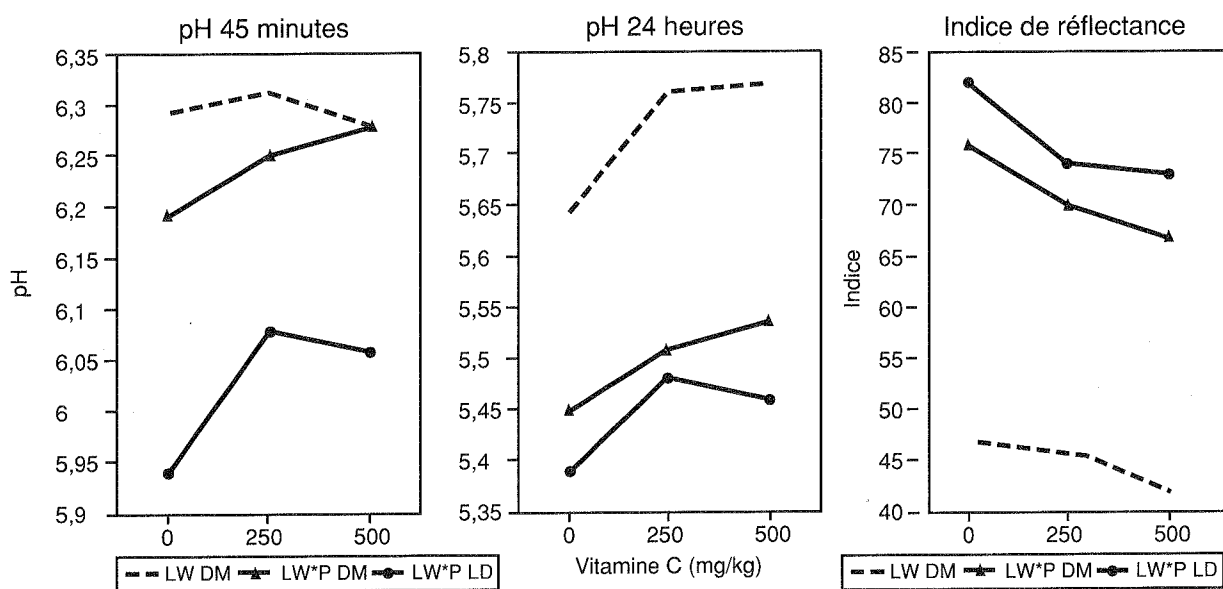
- les variabilités sont plus importantes chez les LW x P que chez les LW
- les valeurs du GMQ du lot témoin LW x P sont identiques entre mâles castrés et femelles ce qui n'est pas le cas des autres lots. Il existe donc un effet animal qui masque en partie l'effet sexe pour les autres lots.

Les mâles castrés supplémentés en acide ascorbique reçoivent un même niveau d'alimentation, ont un gain de poids supérieur aux animaux témoins, en accord avec les données de BROWN et al. (1975). Des résultats similaires ont été rapportés par SEVKOVIC et al. (1973). Une réponse significative à la supplémentation est rapportée pour la même période par CHIANG et al. (1985) qui utilisaient les mêmes apports. Cependant, NAKANO et al. (1983) ne confirment pas ces résultats. Ces différences peuvent être expliquées par le fait que ces derniers auteurs utilisaient des groupes de quatre

animaux alimentés à volonté. Dans ces conditions, une interaction entre le sexe et le comportement alimentaire peut être suspectée. Les animaux mâles consomment plus d'aliment que les femelles; de plus, les animaux peuvent pratiquer une coprophagie réciproque recyclant l'acide ascorbique présent dans les fèces (BRAUDE et al., 1950). Globalement, il existe donc un effet favorable de l'acide ascorbique sur les performances de croissance.

En ce qui concerne la composition tissulaire de la carcasse, les performances sont supérieures pour les LW x P par rapport aux LW conformément à ce qui était attendu. Pour les deux génotypes, l'apport d'acide ascorbique augmente non significativement le pourcentage de muscle de la carcasse et diminue celui de gras déposé. L'effet est plus marqué pour les mâles castrés que les femelles et à la dose de 250 mg qui n'est pas la dose maximale de notre étude (+ 1.8 % et + 1.7 % de muscle respectivement pour les LW x P et les LW mâles castrés). De tels résultats n'apparaissent pas dans les données bibliographiques qui ne rapportent que rarement les mesures effectuées sur la carcasse des animaux. L'effet significatif ($P < 0.05$) du taux d'acide ascorbique sur l'amélioration du pourcentage de la longe confirme les données précédentes.

Figure 1 - Effet d'une supplémentation en vitamine C sur les valeurs du pH 45 minutes, du pH ultime (muscle long dorsal LD, demi-membraneux DM) et sur l'indice de couleur (muscle adducteur AD, demi-membraneux DM, long dorsal LD) pour l'ensemble des animaux.

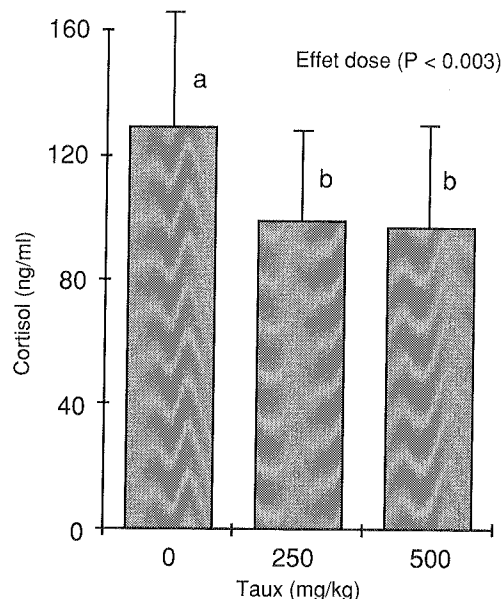


Les observations concernant l'effet d'un supplément alimentaire d'acide ascorbique sur les variations du pH ultime sont particulièrement intéressantes. En dépit d'un effet à peu près nul sur le pH après 45 minutes, les valeurs du pH ultime sont significativement différentes de celles du groupe témoin pour les deux génotypes (figure 1). La valeur maximum du pH₂ est augmentée, à partir du taux de supplémentation de 100 mg/kg, et ceci pour les animaux des deux sexes. Ces valeurs élevées du pH post mortem chez les animaux supplémentés en vitamine C peuvent être associées au rôle protecteur joué par cette vitamine vis à vis des situations de stress, soit durant la période de croissance, soit seulement au moment de l'abattage. Ainsi, l'effet favorable de l'acide ascorbique utilisé dans la

prévention du stress d'abattage chez les volailles (SATTERLEE et al. 1989) serait également efficace pour prévenir un stress de même nature chez le porc. L'effet antistress de la vitamine C est confirmée chez les animaux LW x P par les valeurs de cortisol circulant mesurées au moment de l'abattage qui diminuent significativement avec le traitement (figure 2). On peut supposer que l'acide ascorbique d'origine alimentaire augmente l'utilisation du glucose au niveau du muscle et que l'état de stress moindre diminue ainsi les réserves en glycogène. En conséquence, il s'en suivrait une réduction de la quantité d'acide lactique produite au niveau du muscle après l'abattage, cette diminution entraînant une valeur plus élevée du pH musculaire 24 heures après l'abattage (MONIN et

SELLIER 1985).

Figure 2 - Relation entre l'apport de vitamine C alimentaire et le taux de cortisol circulant à l'abattage chez les LW x P



L'indice de couleur de la viande est plus élevée pour les porcs LW x P ce qui se traduit par une viande plus claire pour ces animaux par rapport aux porcs Large-White. Ces observations sont conformes à ce que l'on pouvait attendre avec un fort caractère PSE pour les animaux piétraïns. Pour les deux génotypes, l'indice de couleur diminue chez les animaux traités, ce qui se traduit par une viande plus sombre. La diminution de l'indice de couleur du muscle qui traduit une augmentation de la pigmentation de la viande, déjà observée par RAJIC (1971) et SEVKOVIC et al. (1976) peut être une

conséquence directe de la variation du pH comme le suggère MONIN (1988).

Le rendement de transformation du jambon semble amélioré par un apport alimentaire de vitamine C. En l'état actuel des connaissances du métabolisme de cette vitamine chez le porc, il est difficile d'expliquer ces phénomènes. Cependant ces variations de rendement sont en partie expliquées par celles du pH ultime (JACQUET 1984).

CONCLUSION

Une forte dose d'acide ascorbique dans la ration du porc en croissance-finition entraîne un effet favorable sur la croissance et sur la qualité de la viande. Le paramètre le plus important concerne le pH du muscle 24 heures après l'abattage et la couleur de la viande. Cet effet peut être particulièrement intéressant dans le cas d'animaux présentant un risque à produire une viande pâle et exsudative.

En conclusion, il apparaît que les observations effectuées chez les porcs LW ont été confirmées chez les porcs croisés LW x P. Il ne semble pas que parmi les périodes testées (35 ou 60 ou 80 jusqu'à 100 kg) il soit possible de dégager un effet temps de distribution.

Parmi les doses distribuées (100, 250 et 500 mg/kg), les effets les plus marqués sont mis en évidence à 250 mg/kg. Il semble donc que pour obtenir des effets favorables de la vitamine C sur la croissance et la qualité de la viande, la dose de 250 mg/kg distribuée entre 80 et 100 kg soit suffisante.

REMERCIEMENTS

La collaboration technique de G. CONSEIL, J.C. RISSEL et R. VILBOUX pour les mesures sur animaux vivants, celle de L. JAFFRENNOU pour les mesures sur carcasses a été très appréciée.

Nous remercions Monsieur B. JACQUET (CTSCCV) qui a bien voulu assurer la transformation des jambons.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARC 1981. The Nutrient Requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal GB.
- BRAUDE R., KON S.K., PORTER J.W.G. 1950. Brit. J. Nutr. **4**, 186-193.
- BROWN R.G., BUCHANAN-SMITH J.G., SHARMA V.D. 1975. Can. J. Anim. Sci. **55**, 353-359.
- CABADAJ R., PLEVA J., MALLA, P. 1983. Folio Vet. **27**, 881-887.
- CHIANG S.H., PETTIGREW J.E., MOSER R.L., CORNELIUS S.G., MILLER K.P., HEEG T.R. 1985. Nutr. Rep. Inter. **31**, 573-581.
- CLEVELAND R.E., BONDARI K., NEWTON G.L. 1987a. Nutr. Rep. Inter. **36**, 879-885.
- CLEVELAND R.E., BONDARI K., NEWTON G.L. 1987b. Livest. Prod. Sci. **17**, 277-283.
- CROMWELL G.L., HAYS V.W., OVERFIELD J.R. 1970. J. Anim. Sci. **31**, 63-69.
- DESMOULIN B., ECOLAN P., BONNEAU M. 1988. INRA Prod. Anim. **1**, 59-64.
- HONIKEL G. Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs. P.V. Tarrant, G. Monin eds., Martinus Nijhoff Publishers, p129-142.
- INRA 1989. L'alimentation des animaux monogastriques, porc, lapin, volailles. INRA éd. PARIS.
- JACQUET B. 1984 Journées Rech. Porcine en France **16**, 49-58.
- MC CAMPBELL H.C., PORTER P.J., SEERLY R.W. 1974. J. Anim. Sci. **38**, 220-227.
- MAHAN D.C., SAIF L.J. 1983. J. Anim. Sci. **56**, 631-639.
- MONIN G., SELLIER P. 1985. Meat Sci. **13**, 49-63.

- MONIN G. 1988. Journées Rech. Porcine en France **20**, 201-214.
- NAKANOT., AHERNE F.X., THOMPSON J.R. 1981. Pig News Info. **2**, 29-34.
- NAKANO T., AHERNE F.X., THOMPSON J.R. 1983. Can. J. Anim. Sci. **63**, 421-428.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1979. Nutrient requirements of domestic animals, N°2. Nutrient requirements of swine. 8th rev. Ed. NAS-NRC, Washington, D.C.
- NRC-89 Committee on confinement management of Swine 1989. J. Anim. Sci. **67**, 624.
- NAVEAU J., POMMERET P., LECHAUX P. 1985. Techni-Porc **8**, 6-13.
- RAJIC I.D. 1971. Acta Vet. Beograd **21**, 253-265.
- RAJIC I.D., SEVKOVIC N., DAKIK M., DINIC L. 1977. Food Sci. and Tech. Asbt. **9** (12S), 2122
- SAS, 1989. SAS User's Guide, Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SATTERLEE D.G., AGUILERA-QUINTANA I., MUNN B.J., KRAUTMAN S.A. 1989. Comp. Biochem. Physiol. **94**, 569-576.
- SEVKOVIC N., RAJIC I. 1973. Vet. Glas. **27**, 11-15.
- SEVKOVIC N., RAJIC I., MURGASKIS. 1976. Food Sci. and Tech. Asbt. **9** (12S, 2104.
- WARRIS P.D. 1979. Meat Sci. **3**, 281-288.
- YEN J.T., POND W.G. 1981. J. Anim. Sci. **53**, 1292- 1296.