

Utilização do farelo de gérmen de milho desengordurado, como fonte de fitato, associado à fitase em rações de suínos: efeitos sobre a qualidade da carne e da linguiça tipo frescal

Defatted corn germ meal and phytase in the diet of pigs: effects on meat quality and a fresh sausage

Graziela Drociunas Pacheco^{1*}; Arturo Pardo Lozano²; Sylvia Luiza Vinokurovas²; Roberta Abrami Monteiro Silva²; Danyel Bueno Dalto²; Piero da Silva Agostini³; Nilva Aparecida Nicolao Fonseca¹; Ana Maria Bridi¹; Caio Abércio da Silva¹

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do ácido fítico, veiculado principalmente pelo farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), e da adição de fitase em rações de suínos em fase de terminação sobre os parâmetros relacionados à qualidade da carne e da linguiça tipo frescal. Para o experimento foram utilizados 32 suínos da linhagem Pen Ar Lan, com peso médio inicial de 60,31 ± 5,32 kg, sendo 16 machos castrados e 16 fêmeas, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados num modelo fatorial 2x2x2, com 4 repetições, sendo os fatores: rações sem inclusão de FGMD e com inclusão de 40% de FGMD, rações sem inclusão de fitase e com inclusão de 1000 FTU, e os gêneros machos castrados e fêmeas. Os animais receberam água e ração à vontade durante o período experimental de 29 dias. Ao atingirem 87,19 ± 7,08 kg de peso vivo, os animais foram abatidos em frigorífico comercial. Foram coletadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* para análise das características de qualidade da carne e para confecção de uma linguiça tipo frescal. As amostras de lombo foram submetidas à avaliação de pH, cor, marmoreio, perda de líquido, maciez, composição química e oxidação lipídica. Na linguiça frescal foi avaliada a cor, o pH, a composição química e a oxidação. Os resultados demonstraram que dietas com a presença de ácido fítico, veiculado principalmente pelo farelo de gérmen de milho desengordurado, influenciaram positivamente a estabilidade lipídica da carne e da linguiça frescal. A inclusão de fitase não interferiu na oxidação dos produtos.

Palavras-chave: Ácido fítico, antioxidante, enzima, oxidação

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of phytic acid, mainly carried by the defatted corn germ meal (DCGM), and the addition of phytase in pig diets in the finishing phase on the parameters related to the meat and fresh sausage qualities. Were used 32 pigs of commercial line "Pen Ar Lan", with initial weight of 60.31 ± 5.32 kg, 16 barrows and 16 females, distributed in a 2x2x2 factorial design: diet without adding DCGM and inclusion of 40% of DCGM, diets without phytase inclusion and inclusion of 1000 FTU and the gender, barrows and gilts. The animals received food and water ad libitum during

¹ Profs. Drs. do Deptº de Zootecnia/CCA/Universidade Estadual de Londrina, UEL. Londrina, PR. E-mail: grazivetuel@yahoo.com.br; nilva@uel.br; ambridi@uel.br; casilva@uel.br

² Discentes de Pós-Graduação em Ciência Animal/UEL. Londrina, PR. E-mail: setaarturo@hotmail.com; luzinhavino@yahoo.com.br; ro_abrami@hotmail.com; danyeldb@hotmail.com

³ Discente do Deptº de Ciência Animal e dos Alimentos da Universidade Autônoma de Barcelona, UAB, Espanha. E-mail: pieroagostini@hotmail.com

* Autor para correspondência

the experimental period of 29 days. Upon reaching 87.19 ± 7.08 of kg body weight, the animals were slaughtered. Samples were collected from the *Longissimus dorsi* muscle for analysis of meat and fresh sausage qualities. Samples of loin were assessed for pH, color, marbling, drip loss, texture, chemical composition and lipid oxidation. In fresh sausage were evaluated color, pH, chemical composition and oxidation. The results showed that diets with phytic acid, mainly carried by the defatted corn germ meal, influenced the lipid stability of meat and fresh sausage. The inclusion of phytase didn't affect the oxidation.

Key words: Antioxidant, enzyme, oxidation, phytic acid

Introdução

A carne suína é a proteína animal mais consumida no mundo, atendendo aos mercados sob a apresentação *in natura* e sob a forma de produtos processados (MELLO JÚNIOR, 2004). A industrialização da carne suína torna-se uma alternativa para o escoamento desta matéria-prima, e para alguns produtos, pode representar uma forma de aumento do prazo de validade (CASSENS, 2002). O consumidor, atualmente, tem à disposição uma enorme gama de derivados cárneos, destacando-se as linguças, salsichas, presuntos e apresentados.

Sob as formas *in natura* ou processada, a carne suína é considerada um alimento saudável por apresentar excelentes níveis de proteínas, vitaminas do complexo B e minerais, com destaque ao ferro (BRAGAGNOLO; AMAYA, 2002). No entanto, a participação deste último mineral e a relevante presença de ácidos graxos insaturados expõe o carne a maiores riscos de oxidação lipídica.

Este fato ganha maiores dimensões durante o processamento da carne, quando há maior liberação do ferro (um mineral facilitador da reação oxidativa) da hemoglobina e da mioglobina (MORRISSEY et al., 1998).

A oxidação lipídica afeta diretamente a qualidade da carne (LEE; HENDRICKS, 1995) com prejuízos ao seu valor nutritivo e à questão sensorial, levando à redução do seu período de validade (ARAÚJO, 2004), afetando assim, a qualidade sensorial do produto. A utilização de antioxidantes através da dieta dos animais corresponde a um método efetivo para o aumento da estabilidade oxidativa de produtos cárneos (SOUZA, 2001).

Assim, o ácido fítico presente em muitos cereais e com grande concentração no farelo de germen de milho desengordurado, é visto como um potente antioxidante natural, capaz de inibir a formação de radicais livres ao ser veiculado através desses ingredientes nas rações, formando quelatos com metais envolvidos na oxidação, como o ferro (GHIRETTI et al., 1997). Por outro lado, a enzima fitase, muito utilizada nas rações à base de cereais é adicionada com o objetivo de melhorar a disponibilidade dos minerais da dieta, com destaque ao fósforo do complexo fitato (FIREMAN; FIREMAN, 1998), liberando também o ferro e o zinco, que catalisam as reações de oxidação lipídica (GEBERT et al., 1999), podendo levar a efeitos negativos nas propriedades da carne.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da presença do ácido fítico nas rações de suínos em terminação, veiculado principalmente pelo farelo de germen de milho desengordurado, e da enzima fitase, sobre os parâmetros de qualidade e sobre a estabilidade lipídica da carne e da linguça do tipo frescal produzida a partir da carne de machos castrados e fêmeas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, ambos da Universidade Estadual de Londrina.

Foram utilizados 32 suínos de linhagem comercial Pen Ar Lan, sendo 16 machos castrados e 16 fêmeas, com peso médio inicial de $60,31 \pm 5,32$ kg. Os animais foram alojados individualmente em baias de alvenaria, com piso compacto e área de 3 m². Cada animal foi considerado uma unidade experimental.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, de acordo com o peso dos animais, num modelo fatorial 2x2x2, com 4 repetições, sendo os fatores: rações sem inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e com inclusão de 40% de FGMD, rações sem inclusão de fitase e

com inclusão de 1000 FTU, e os gêneros machos castrados e fêmeas.

Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental, totalizando 29 dias. As rações eram isoenergéticas, isolisina, isometionina e isoprotéicas, formuladas visando atender às exigências nutricionais mínimas, para a fase de terminação, estabelecidas pelo NRC (1998). A fonte de fitase utilizada foi o produto comercial Natuphós® 5000.

Os ingredientes, a composição percentual e os valores calculados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição percentual, química e energética das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas			
	Sem FGMD/ sem fitase	Sem FGMD/ com fitase	Com FGMD/ sem fitase	Com FGMD/ com fitase
FGMD ¹	-	-	40,00	40,00
Milho grão	72,34	72,36	38,46	38,03
Farelo de soja	20,18	20,18	15,80	15,87
Óleo de soja	1,20	1,20	3,18	3,34
Núcleo suíno ²	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicálcico	-	-	0,19	0,19
L-Lisina-HCl	-	-	0,07	0,07
Fitase (1000 FTU) ³	-	0,20	-	0,20
Inerte	3,98	3,76	-	-
Total	100	100	100	100
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,142	3,142	3,142	3,142
Fibra bruta (%)	3,99	3,92	3,49	3,49
Fósforo disponível (%)	0,25	0,25	0,25	0,250
Fósforo total (%)	0,45	0,45	0,58	0,58
Cálcio (%)	0,69	0,69	0,74	0,74
Sódio (%)	0,16	0,16	0,14	0,14
Lisina (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Proteína bruta (%)	15,50	15,50	15,50	15,50
Gordura (%)	3,87	3,87	4,82	4,94
Ácido fítico (%) ⁴	2,98	2,98	4,85	4,85

¹Farelo de Gérmen de Milho Desengordurado ²Composição do núcleo único suínos por kg de produto: vit. A, 239.000 UI; vit.B12, 538 mcg; vit.D3, 66.000 UI; vit.E, 517 mg; vit.K3, 60 mg; ácido fólico, 32 mg; ácido pantotênico, 254 mg; biotina, 1,1 mg; niacina, 422 mg; piridoxina, 41 mg; riboflavina, 90 mg; tiamina, 33 mg; colina, 4 g; promotor de crescimento, 2595 mg; Ca, 231 g; Co, 5,5 mg; Cu, 5.000 mg; Fe, 2.760 mg; F, 881 mg; P, 59 g; I, 43 mg; Mn, 1,310 mg; Se, 8,46 mg; Na, 50 g; Zn, 3720 mg; ³Unidades de Fitase (FTU); ⁴Determinado pela técnica descrita por Chen et al. (1956) e por Thompson e Erdam (1982).

Fonte: Elaboração dos autores.

Ao atingirem $87,19 \pm 7,08$ kg de peso vivo os animais foram abatidos em frigorífico comercial localizado a 45 km da cidade de Londrina. O processo de abate consistiu primeiramente em uma insensibilização via corrente elétrica, com o equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 ampères. O choque elétrico foi aplicado por um período de aproximadamente três segundos. A sangria foi realizada por meio de secção dos grandes vasos do pescoço, com os animais na posição vertical, suspensos pelo membro posterior. Após o abate, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente e resfriadas à temperatura de $2 \pm 1^\circ\text{C}$, por 24 horas, na câmara de resfriamento do frigorífico. O pH da carne foi medido no músculo *Longissimus dorsi*, na altura da última costela, aos 45 minutos após o abate (pH inicial) e após 24 horas de resfriamento (pH final) com o pHmetro da marca Sentron 1001.

Após 24 horas de resfriamento, foi retirada de cada meia carcaça esquerda amostras do músculo *Longissimus dorsi* (lombo) para análises de qualidade da carne e para a confecção da linguiça tipo frescal. De cada lombo retirou-se a gordura adjacente, sendo coletadas amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura cada. Na primeira amostra avaliou-se a cor, marmoreio e estimou-se a perda de água por gotejamento; na segunda amostra foi medida a perda de água no descongelamento, a perda de água na cocção e a maciez da carne; na terceira amostra realizou-se a análise de oxidação lipídica; na quarta amostra realizou-se a análise química da carne. Com exceção das amostras de cor e marmoreio, as demais foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, vedadas e armazenadas em freezer a -20°C até a realização das análises.

A linguiça frescal foi preparada obedecendo à seguinte formulação da EMATER (1992): para 1 kg de lombo suíno, adicionou-se 30 g de sal, 1 g de alho em pó, 1 g de pimenta do reino moída, 1 g de pimenta malagueta e noz moscada. Após o preparo, o produto foi embutido em tripas naturais

e separado em amostras, sendo estas armazenadas em temperatura de refrigeração (4°C). Após 7 dias de armazenamento em geladeira a 4°C , foram realizadas as análises de composição química (umidade, cinzas e extrato etéreo), pH, cor e oxidação lipídica do produto.

Para a análise de cor, as amostras de carne foram avaliadas 24 horas após o abate, utilizando o colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8° , ou seja, iluminação d/8 e iluminante C. Os componentes L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. Com esses valores calculou-se o ângulo de tonalidade (h^*) pela equação $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, e o índice de saturação (c^*) a partir da equação $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$. Estas mesmas amostras também foram avaliadas subjetivamente para marmoreio, utilizando-se padrões fotográficos (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, 1991), onde foram atribuídas notas de 1 a 5 (1 = traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante).

A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada utilizando-se três metodologias: perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento e perda de água na cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por Boccard et al. (1981). A perda de água no descongelamento foi obtida pela diferença de peso da amostra congelada e após o degelo por 24 horas à temperatura de $2 \pm 2^\circ\text{C}$. A perda de água na cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em forno pré-aquecido a 170°C , até alcançarem a temperatura interna de aproximadamente 71°C (BRIDI; SILVA, 2007).

Para avaliar a maciez da carne, utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 horas a $2 \pm 2^\circ\text{C}$. Foram retiradas sub-amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro, utilizando-

se um amostrador de aço cilíndrico. A força de cisalhamento foi tomada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (BOUTON; HARRIS; SHORTHOSE, 1971).

A composição química da carne e da linguiça foi determinada de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1984).

A oxidação lipídica foi determinada no músculo *Longissimus dorsi* e na linguiça pelo método Indicativo de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), conforme procedimento descrito por Tarladgis, Pearson e Dugan Júnior (1964) e modificado por Crackel et al. (1988).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando-se o programa SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997).

Resultados e Discussão

A análise dos resultados indica que os fatores FGMD e fitase não influenciaram ($P > 0,05$) as variáveis estudadas, com exceção do fator fitase, que influenciou a quantidade de extrato etéreo do lombo (Tabela 2). Os valores de pH inicial e final encontram-se dentro da normalidade. Contrariamente, Gebert et al. (1999) verificaram que o fator fitase foi responsável pela diminuição dos valores de pH inicial das carcaças, mas ainda assim, dentro da faixa desejável de pH inicial, que é em torno de 6,0.

Os resultados do presente estudo identificam-se com os obtidos por Shelton et al. (2004), que também não observaram efeitos negativos da adição da fitase em dietas para suínos sobre as características de cor, marmoreio e perda de líquido por gotejamento.

Para o fator gênero, observou-se diferença ($P < 0,05$) de luminosidade (L^*) entre as carnes dos machos castrados e as das fêmeas. Machos castrados

apresentaram maiores valores de L^* em relação às fêmeas, o que representa carnes mais claras. Estudos demonstram que o gênero pode influenciar a composição das fibras musculares. De acordo com Savastano (2000), em uma mesma espécie animal, nos machos predominam fibras brancas (glicolíticas) e nas fêmeas fibras vermelhas (oxidativas), o que pode também implicar em diferenças de cor no músculo das categorias sexuais distintas.

Os valores de composição química do lombo encontram-se de acordo com os citados pela literatura, com exceção dos valores de extrato etéreo (Tabela 2). A análise estatística indica que não houve interação entre os fatores.

Em relação ao fator fitase, os lombos dos animais que receberam dietas com fitase, apresentaram maior porcentagem de extrato etéreo em relação à carne daqueles que não receberam a enzima. Sabe-se que a enzima fitase hidrolisa complexos formados pelo fitato, liberando minerais, aminoácidos, proteínas, amido e lipídios. No trato digestório, os minerais complexados com o ácido fítico desenvolvem com os lipídios, reações de saponificação, prejudicando dessa forma a utilização de lipídios. A enzima fitase age nesse caso, liberando o complexo fitato mineral e impedindo a formação de sabões metálicos, o que acaba disponibilizando os lipídios e minerais para o uso do animal (RAVINDRAN et al., 2001). O lipídio que não for utilizado pelo animal como fonte de energia, poderá ser depositado nos tecidos.

Dessa forma, pode-se sugerir que os maiores valores de extrato etéreo encontrados nas carnes dos animais que receberam a enzima fitase foram devido à liberação de lipídios dos complexos formados com metais e fitatos, que não utilizados como fonte de energia, acabam se depositando nos tecidos dos animais, no caso o muscular.

Analisando-se o fator FGMD, observa-se diferença ($P < 0,05$) apenas para o parâmetro de oxidação. As carnes dos animais que receberam dietas com FGMD apresentaram menores valores

de oxidação, apesar das rações com FGMD conterem maior quantidade de óleo de soja, em comparação às dietas sem inclusão do FGMD, fato que sugere ser eficiente o efeito antioxidante do ácido fítico veiculado pelo FGMD. Pode-se sugerir que o ácido fítico, devido a sua capacidade quelante principalmente com minerais, interagiu especificamente com o ferro e inibiu sua capacidade de formar os radicais hidroxil, inibindo assim a peroxidação lipídica (GRAF; EATON, 1990). Por essa razão, o ácido fítico é indicado como um antioxidante ideal para a carne suína, já que esta possui elevado teor de ferro, um mineral catalisador da oxidação em produtos cárneos.

A fitase não influenciou a estabilidade lipídica da carne, contrariando Gebert et al. (1999) que observaram maior oxidação lipídica na carne dos animais que receberam rações com fitase, indicando que esta, ao aumentar a disponibilidade dos minerais, provavelmente catalisa reações de oxidação lipídica, com liberação do radical hidroxil.

Quanto ao fator gênero, observou-se que houve uma menor oxidação lipídica a favor dos machos. Provavelmente essa diferença possa ser devido às diferenças entre as fibras musculares entre machos e fêmeas. Como dito anteriormente, de acordo com Savastano (2000), nos machos predominam as fibras brancas (glicolíticas), que apresentam menor teor de lipídios. Nas fêmeas predominam as fibras vermelhas (oxidativas), que contêm alto teor lipídico. Esse fato pode ser a explicação para os maiores valores de oxidação encontrados na carne das fêmeas.

Para o produto derivado da carne suína, a linguiça tipo frescal, os resultados referentes à composição química estão demonstrados na Tabela 3.

As diferenças para a composição química da linguiça limitaram-se ao fator gênero. As linguiças provenientes da carne dos machos castrados apresentaram menores ($P < 0,05$) valores de umidade e maiores ($P < 0,05$) teores de extrato etéreo em relação às fêmeas. Lawrie (2005) reportou uma

relação inversa entre os teores de umidade e gordura na carne, o que pode afetar diretamente as características sensoriais dos produtos cárneos em geral.

A maior concentração de extrato etéreo na linguiça em comparação ao lombo é provavelmente devido à capa de gordura que envolvia os lombos. Para análise de extrato etéreo do lombo, utilizou-se somente a parte central do bife. Já para a confecção da linguiça, o lombo foi utilizado integralmente, inclusive a pequena capa de gordura que o envolvia, uma vez que a receita de linguiça frescal não continha gordura, que é um ingrediente indispensável para a emulsificação da massa durante o processo de fabricação da linguiça.

Costa (2009), analisando os efeitos de 50% de inclusão de FGMD sobre uma linguiça frescal em diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) não observou diferença entre os tratamentos para as mesmas variáveis analisadas. O pH da linguiça, além de exercer influência direta sobre sua conservação, está diretamente relacionado à sua coloração e sabor. O pH deve ser suficientemente ácido para facilitar a ação do óxido de nitrogênio com a mioglobina, que produzirá a coloração rósea típica da linguiça (MILANI et al., 2003). As linguiças dos animais que não receberam FGMD na ração apresentaram menores valores de pH ($P < 0,05$), quando comparadas às linguiças dos animais que receberam o FGMD, porém, esses valores encontram-se dentro da normalidade.

Animais que receberam fitase na ração apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) de luminosidade. O mesmo efeito da enzima sobre a luminosidade da carne foi observado por Gebert et al. (1999), porém esperava-se que com a utilização da fitase, a luminosidade diminuísse, uma vez que a enzima fitase ao aumentar a disponibilidade de minerais, como o ferro, pode iniciar reações de oxidação pela autooxidação da mioglobina ou pela formação do radical hidroxil, alterando a cor da carne para mais escura.

Tabela 2. Médias do pH inicial, pH final, componente de cor vermelho-verde (a*), componente de cor amarelo-azul (b*) luminosidade (L*), saturação, tonalidade, marmoreio (Marm), perda de líquido por gotejamento (PLG), perda de líquido no descongelamento (PLD), perda de líquido no cozimento (PLC), umidade (umid.), cinzas, extrato etéreo (E.E.), proteína (Prot.), oxidação lipídica (TBARS) e maciez do lombo de suínos machos castrados e fêmeas (GEN) submetidos a dietas com e sem farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e com e sem fitase (FIT).

Parâmetros	Fatores					Significância					Interação					C.V.(%)
	Sem FGMD	Com FGMD	Sem Fitase	Com Fitase	Macho castr.	Fêmea	FGMD	Fitase	Gênero	FGMD*FIT	FGMD*GEN	FIT*GEN	FGMD*FIT*GEN			
pH inicial	6,1	6,4	6,4	6,2	6,2	6,3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	7,1
pH final	5,6	5,7	5,6	5,7	5,7	5,6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	4,4
a*	3,36	3,93	3,49	3,80	3,64	3,65	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	36,6
b*	9,05	9,78	9,60	9,23	9,70	9,12	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	14,0
L*	55,6	55,1	55,0	55,7	56,4a	54,2b	NS	NS	0,0366	NS	NS	NS	NS	NS	NS	5,7
Saturação	9,72	10,64	10,32	10,04	10,47	9,89	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	15,5
Tonalidade	70,49	69,43	71,49	68,43	70,69	69,22	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	8,6
Marm.	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	13,2
PLG(%)	7,1	7,1	7,6	6,6	7,4	6,8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	39,3
PLD (%)	7,0	7,0	6,8	6,8	6,8	6,9	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	33,2
PLC (%)	40,2	39,2	40,5	39,0	39,7	39,8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	7,9
Umid. (%)	74,65	74,87	75,12	74,39	74,45	75,07	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,7
Cinzas (%)	1,08	1,08	1,09	1,06	1,10	1,07	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	6,3
E.E. (%)	0,53	0,42	0,39 b	0,56 a	0,50	0,45	NS	0,0383	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	46,1
Prot. (%)	23,84	23,42	23,56	23,70	23,40	23,85	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	7,0
TBARS (mg/kg)	0,21a	0,16b	0,18	0,19	0,17 b	0,20 a	0,0036	NS	0,0371	NS	NS	NS	NS	NS	NS	24,1
Maciez	4,75	4,59	4,50	4,84	4,05 b	5,29 a	NS	NS	0,0008	NS	NS	NS	NS	NS	NS	19,50

^{a,b} letras distintas nas linhas, para cada fator, indicam diferença (P<0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3. Médias de umidade, cinzas, extrato etéreo (Ext. Eter.), pH, luminosidade (L*), componente de cor vermelho-verde (a*), componente de cor amarelo-azul (b*) e oxidação lipídica (TBARS) da linguiça fresca elaborada com carne de suínos machos castrados e fêmeas (GEN) submetidos a dietas com e sem farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e com e sem fitase (FIT).

Parâmetros	Fatores				Significância				Interação		C.V.(%)		
	Sem FGMD	Com FGMD	Sem Fitase	Com Fitase	Macho castr.	Fêmea	FGMD	Fitase	Gênero	FGMD*FIT		FIT* GEN	FGMD*FIT* GEN
Umidade (%)	70,95	71,47	71,44	70,99	70,61 b	71,81 a	NS	NS	0,0075	NS	NS	NS	1,6
Cinzas (%)	3,20	3,17	3,13	3,23	3,15	3,22	NS	NS	NS	NS	NS	NS	9,5
Ext. Eter (%)	1,72	1,65	1,54	1,82	1,99 a	1,38 b	NS	NS	0,0324	NS	NS	NS	44,5
pH	5,51 b	5,55 a	5,53	5,53	5,54	5,52	0,0450	NS	NS	NS	NS	NS	0,9
L	52,60	51,60	50,90 b	53,30 a	54,05 a	50,14 b	NS	0,0309	0,0011	NS	NS	NS	5,7
a*	3,31	3,22	3,16	3,37	3,42	3,11	NS	NS	NS	NS	NS	NS	41,5
b*	14,58	14,49	14,29	14,78	15,04 a	14,04 b	NS	NS	0,0427	NS	NS	NS	9,1
TBARS (mg/kg)	1,68 a	1,47 b	1,61	1,53	1,62	1,53	0,0444	NS	NS	NS	NS	NS	19,4

^{a,b} letras distintas nas linhas, para cada fator, indicam diferença (P<0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

Linguiças provenientes dos lombos de machos castrados apresentaram maior luminosidade e maior valor do componente amarelo-azul. A explicação para esse resultado é a mesma para as variações de L* do lombo, uma vez que amostras de lombo dos mesmos animais foram utilizadas para a confecção da linguiça fresca.

Analisando-se os resultados referentes à oxidação, observou-se que as linguiças com presença de FGMD apresentaram menor oxidação (P<0,05), o que sugere um fator antioxidante presente na dieta e seu efeito sobre a estabilidade lipídica da linguiça.

Costa (2009), todavia, analisando a oxidação lipídica na linguiça fresca não observou diferença entre os tratamentos para essa variável, embora os valores baixos de oxidação encontrados tenham ocorrido provavelmente pelo fato da carne utilizada no preparo ter ficado congelada e protegida da luz, reduzindo a velocidade e a intensidade da reação de oxidação. Outra hipótese apresentada pela autora decorre da quantidade de sal de nitrito (conservante nos produtos cárneos) e açúcar (considerado um coadjuvante tecnológico classificado como estabilizante nestes produtos) utilizados terem sido suficientes para preservar a oxidação da linguiça.

Conclusões

A maior concentração de ácido fítico na ração, veiculado pelo farelo de gérmen de milho desengordurado, e a utilização da enzima fitase não determinaram resultados significantes sobre os parâmetros de qualidade da carne e da linguiça fresca suína. O FGMD exerceu influência positiva sobre a estabilidade lipídica da carne e da linguiça tipo fresca, agindo como um antioxidante endógeno. A participação da fitase na dieta não exerceu influência sobre o parâmetro oxidação lipídica.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official methods of analysis*. 14. ed. Washington: AOAC, 1984. 141 p.
- ARAÚJO, J. M. A. Oxidação de lipídios em alimentos. In: _____. *Química de alimentos: teoria e prática*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. p. 1-67.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E.; COSENTINO, E.; DRANSFIELD, E.; HOOD, D.; JOSEPH, R.; MAC DOUGALL, D.; RHODES, D.; SCHON, I.; TINBERGEN, B. J. TOURAILEE. C. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experimentals. Report of working group in the Commission of the European Communities (CEC). *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 385-397, 1981.
- BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHORSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971.
- BRAGAGNOLO, N.; AMAYA, D. B. R. Teores de colesterol, lipídios totais e ácido graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína*. Londrina: Midiograf, 2007. 97 p.
- CASSENS, R. G. Historical and current aspects of pork meat quality in the USA. *Food Chemistry*, Davis, v. 69, n. 4, p. 357-363, 2002.
- CHEN, P. S.; TORIBARA, T. Y.; WARNER, H. Microdetermination of phosphorus. *Analytical Chemistry*, Germany, v. 28, p. 1756-1758, 1956.
- COSTA, M. C. R. *Farelo de gérmen de milho desengordurado: ingrediente na dieta de suínos e fonte de antioxidante endógeno na carne*. 2009. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- CRACKEL, R. L.; GRAY, I. J.; PEARSON, A. M.; BOOREN, A. M.; BUCKLEY, D. J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. *Food Chemistry*, Davis, v. 28, n. 3, p. 187-196, 1988.
- EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. *Processamento artesanal da carne suína*. Curitiba: EMATER, 1992. (Série Produtor).
- FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 173-178, 1998.
- GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H. P.; WENK, C. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: 2. influence on carcass characteristics, meat and fat quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 81, n. 1, p. 20-30, 1999.
- GHIRETTI, E. Z.; ZANARDI, E.; NOVELLI, G.; CAMPANINI, G.; DAZZI, G.; MADARENA, G.; CHIZZOLINI, R. Comparative evaluation of some antioxidants in salame milano and mortadella production. *Meat Science*, Amsterdam, v. 47, n. 1-2, p. 167-176, 1997.
- GRAF, E.; EATON, J. W. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radical Biology & Medicine*, United Kingdom, v. 8, n. 1, p. 61-69, 1990.
- LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.
- LEE, B. J.; HENDRICKS, D. G. Phytic acid protective effect against beef round muscle lipid peroxidation. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 60, n. 2, p. 241-244, 1995.
- MELLO JÚNIOR, A. S. Considerações importantes durante o processamento de carcaças suínas. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, n. 328, p. 82-85, abr. 2004.
- MILANI, I. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLÉ, N. N. T. Bioproteção de linguica de frango. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 161-166, 2003.
- MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P. J. A.; GALVIN, K.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 73-86, 1998.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL – NPPC. *Procedures to evaluated market*. 3. ed. Des Moines: Iowa, 1991.
- NUTRIENT REQUIREMENT OF SWINE – NRC. *National academic of sciences*. 10. ed. Washington: NRC, 1998.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. *J. Poultry Science*, Honduras, v. 8, n. 3, p. 338-344, 2001.

SAVASTANO, S. *Efeito da castração sobre o desempenho e características de carcaça e de carne do bovino superprecoce*. 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; GASTON, L. A.; FOSTER, A. Evaluation of the nutrient matrix values for phytase in broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 13, n. 2, p. 213-221, 2004.

SOUZA, V. L. F. *A influência de dietas suplementadas com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol*. 2001. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN JÚNIOR, L. R. Chemistry of the 2-thiobarbituric test for determination of oxidative rancidity in foods II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of Food Science and Agriculture*, London, v. 5, p. 602-604, 1964.

THOMPSON, D. B.; ERDMAN, J. W. Phytic acid determination in soybeans. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 47, n. 2, p. 513-517, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG*. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150 p.