

Estabilidade lipídica do pernil e da linguiça frescal de suínos tratados com dietas com alta concentração de ácido fítico

Lipid stability of ham and fresh sausages of pigs treated with diets containing high levels of phytic acid

Mara Cristina Ribeiro da Costa¹; Caio Abércio da Silva^{2*}; Ana Maria Bridi³; Nilva Aparecida Nicolao Fonseca³; Alexandre Oba⁴; Roberta Abrami Monteiro Silva⁵; Piero Agostini da Silva⁶; Mauro Sérgio Ywazaki⁶; Danyel Bueno Dalto⁷

Resumo

O experimento avaliou o efeito de diferentes períodos de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), como principal ingrediente e fonte de ácido fítico em rações de suínos em fase de terminação, sobre as características químicas, sensoriais e de preservação da oxidação no pernil e na linguiça frescal. Foram utilizados 24 suínos machos de mesma genética comercial com peso médio inicial de $75,408 \pm 4,407$ kg e idade média de 123 dias. Os tratamentos corresponderam à inclusão de 50% de FGMD na ração nos períodos de 0, 7, 14 e 21 dias antes ao abate. Os animais foram submetidos à alimentação à vontade durante 28 dias pré abate. Após o abate dos animais, o pernil de cada meia carcaça foi coletado e os cortes musculares da peça foram utilizados para a elaboração da linguiça frescal. Nos produtos foram avaliadas a composição química aproximada, a cor e a estabilidade lipídica. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (baseado no peso inicial dos suínos) com seis repetições por tratamento. Não houve efeito de regressão nas características avaliadas, indicando que a inclusão do FGMD não afetou a composição química aproximada e a cor nas amostras. Não foi verificado efeito na estabilidade lipídica de acordo com os períodos de inclusão do FGMD (ácido fítico) na análise de oxidação lipídica. A alta inclusão do FGMD em rações de animais em terminação por até 21 dias antes do abate não favoreceu as características qualitativas e de oxidação dos músculos do pernil e da linguiça frescal.

Palavras-chave: Antioxidante, carne suína, fitato, oxidação lipídica

Abstract

The experiment evaluated the effects of different periods of inclusion of defatted corn germ meal (DCGM), as a principal ingredient and source of phytic acid in the rations of finishing swine, on the chemical and sensorial characteristics and on the preservation of lipid oxidation of ham and the fresh

¹ Médica Veterinária, Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/CCA, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: dada_costa@hotmail.com

² Prof. Dr. do Deptº de Zootecnia/CCA/Universidade Estadual de Londrina, UEL. Campus Universitário, C Pl 6001, CEP 86081-990, Londrina, PR. E-mail: casilva@uel.br

³ Prof's Dr's do Deptº de Zootecnia/CCA/UEL, Londrina, PR. E-mail: ambridi@uel.br; nilva@uel.br

⁴ Prof. Dr. do Deptº de Zootecnia/CCA/UEL, Londrina, PR. E-mail: oba@uel.br

⁵ Aluna de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/CCA/UEL, Londrina, PR. E-mail: ro_abrami@hotmail.com

⁶ Mestres pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/CCA/UEL, Londrina, PR. E-mail: pieroagostini@hotmail.com; mauro_ywazaki@hotmail.com

⁷ Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/CCA/UEL, Londrina, PR. E-mail: danyelbd@hotmail.com

* Autor para correspondência

sausage. Twenty four borrows with 75.408 ± 4.407 kg of initial weight and 123 days of age, with the same genetic basis were used. The experimental treatments were represented by the inclusion of 50% of DCGM in the finishing swine rations during 0, 7, 14 and 21 days before of slaughter, where were defined four treatments. The pigs were fed *ad libitum* during 28 days. After the slaughter, it was collected the ham of the half carcass and samples of the ham's muscles were used to elaborate the fresh sausages. The approximate chemical composition, the color and the lipid stability of ham and fresh sausage were evaluated. The experimental design was a randomized blocks (based on initial pigs weight) with 6 replications per treatment. There were no regression effects over the evaluated parameters, where the DCGM did not affect the approximate chemical composition and the color of the samples. There were no differences between the treatments for ham and fresh sausage for the lipid stability according the different periods of inclusion of DCGM. The high inclusion of DCGM in the finishing pig rations until 21 days before the slaughter didn't improve the quality characteristics and the oxidation of ham and fresh sausage.

Key words: Antioxidant, lipid oxidation, phytate, pork

Introdução

A linguiça frescal representa o principal produto industrializado derivado da carne suína consumido no Brasil, embora ainda seja incipiente seu padrão de identidade no país (OLIVEIRA; ARAÚJO; BORGIO, 2005). O produto deve apresentar no máximo 70% de umidade, até 30% de gordura e no mínimo 12% de proteína (BRASIL, 2000).

Um dos aspectos mais importantes relacionados com a linguiça frescal está associada à sua elaboração. Quando a carne é moída e conseqüente exposta ao ar, esta torna-se muito vulnerável a desenvolver uma maior oxidação lipídica (MORRISSEY et al., 1998), que compromete sua qualidade nutricional e sensorial, gerando componentes tóxicos que podem oferecer riscos à saúde do consumidor (LEE; HENDRICKS, 1995; GHIRETTI et al., 1997).

Neste sentido, a utilização de compostos antioxidantes poderia reduzir estes efeitos deletérios, sendo os antioxidantes naturais atualmente mais valorizados para este fim (COSTA, 2005).

O ácido fítico ou inositol hexafosfato, presente em diversos cereais, representa um potente agente antioxidante natural (GRAF; EATON, 1990; EMPSON; LABUZA; GRAF, 1991; LEE; HENDRICKS, 1995). Sua ação está relacionada à quelação do ferro, um mineral catalisador da oxidação lipídica, presente em alta concentração

na carne suína. Segundo Ghiretti et al. (1997), no salame Milano e na mortadela o ácido fítico exógeno (adicionado no produto durante sua elaboração) pode ser uma alternativa ao uso do ascorbato sódico para a preservação das características de cor e estabilidade lipídica.

Veiculado principalmente através dos grãos, o ácido fítico endógeno (administrado para o animal através da ração) demonstrou também efeitos positivos na prevenção da oxidação lipídica da carne de suínos alimentados com rações à base de milho, farelo de soja e alta inclusão de farelo de germen de milho desengordurado (FGMD), um co-produto da indústria de extração do óleo do milho que contém elevados níveis de ácido fítico (HARBACH et al., 2007).

Todavia, o aproveitamento do ácido fítico dietético pelos monogástricos ainda gera polêmica, não obstante Seynaeve et al. (1999) terem indicado que os animais de estômago simples apresentam satisfatória absorção do ácido fítico, que se acumula principalmente no tecido muscular (SAKAMOTO; VUCENIK; SHAMSUDDIN, 1993).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o fornecimento de rações com 50% de inclusão do FGMD, como principal ingrediente veiculador do ácido fítico na dieta, nos períodos de 0 a 21 dia pré abate, sobre a oxidação do pernil e da linguiça frescal.

Material e Métodos

As carnes utilizadas neste estudo foram provenientes de 24 suínos machos castrados de linhagem comercial Agroceres-PIC, adquiridos no início da fase de terminação com peso médio de $75,408 \pm 4,407$ kg. Os animais foram alojados em baias individuais, onde receberam água e ração à vontade durante o período experimental de 28 dias.

Os tratamentos experimentais corresponderam aos períodos de inclusão de 50% de FGMD na ração antes do abate, sendo: T0 - ração controle (isento de FGMD) fornecida durante quatro semanas; T7 - ração com 50%

de FGMD fornecida durante sete dias antes do abate; T14 - ração com 50% de FGMD durante 14 dias antes do abate e; T21 - ração com 50% de FGMD fornecida durante 21 dias antes do abate. As rações controle e com 50% de inclusão de FGMD foram isoenergéticas e isoprotéicas e formuladas visando atender as exigências mínimas dos suínos na fase de terminação, segundo o NRC (1998). A composição e os valores nutricionais das rações estão demonstrados na Tabela 1. Os níveis de ácido fítico foram quantificados no milho, no farelo de soja e no FGMD, segundo metodologia descrita por Latta e Eskin (1980) e modificada por Ellis e Morris (1986).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais controle (sem farelo de gérmen de milho desengordurado) e teste (com farelo de gérmen de milho desengordurado).

Ingredientes	Ração controle	Ração teste
Milho	72,187	33,546
Farelo de soja	14,991	10,832
Farelo de gérmen de milho desengordurado	0,000	50,000
Inerte	7,102	0,000
Óleo de soja	2,500	2,647
Fosfato bicálcico	1,846	1,081
Calcário	0,674	1,167
Suplemento vitamínico ¹	0,400	0,400
Sal	0,250	0,250
Suplemento mineral ²	0,050	0,050
Lisina	0,000	0,027
Valores calculados³		
Cálcio (%)	0,800	0,800
Energia digestível (kcal/kg)	3250	3250
Fibra bruta (%)	4,662	3,193
Fósforo total (%)	0,600	0,600
Fósforo digestível (%)	0,390	0,390
Gordura (%)	5,127	5,112
Lisina (%)	0,611	0,600
Metionina (%)	0,220	0,235
Proteína bruta (%)	13,200	13,200
Ácido fítico (%) ⁴	0,840	2,140

¹ Suplemento vitamínico por kg do produto: vit.A, 550.000 UI; vit.D3 150.000 UI; vit.E, 2.500UI; vit.K3, 550mg; vit. B1, 175mg; vit.B2, 900mg; vit.B12, 3.000mcg; ácido fólico, 150mg; ácido pantotênico, 3.000mg; niacina, 4.750 mg; selênio, 75mg; antioxidante, 2,5g.

² Suplemento mineral por kg do produto: Fe, 90.000mg; Cu, 16.000mg; Mg, 30.000mg; Zn, 140.000mg; Co, 200mg; I, 850mg; Se, 120mg.

³ Calculado com base nas tabelas da EMBRAPA (1991)

⁴ Quantificado no milho, no farelo de soja e no farelo de gérmen de milho desengordurado (LATTA; ESKIN, 1980 e modificado por ELLIS; MORRIS, 1986).

Os suínos foram abatidos com peso vivo médio de $104,554 \pm 4,807$ kg num frigorífico da região, seguindo as normas de abate humanitário, dentro da rotina do estabelecimento. Após o abate, as carcaças foram mantidas em refrigeração (4°C) e 24 horas depois os pernis do lado direito de cada carcaça foram encaminhados ao laboratório de análises de produtos de origem animal da Universidade Estadual de Londrina. Os pernis foram dissecados e os músculos *biceps femoris* separados para análise da cor e da oxidação lipídica. O *m. semitendinosus* foi reservado para o preparo da linguiça frescal, sendo realizadas posteriormente as análises de cor, oxidação lipídica e composição química aproximada do produto processado. Foram preparadas uma linguiça de cada animal, constituindo, portanto, cada unidade uma repetição.

A avaliação da cor e de oxidação lipídica foi realizada na carne refrigerada, mantida a 4°C durante 14 dias após o abate, e na carne congelada a -5°C aos 62 dias após o abate, sendo sempre protegidas da luz.

A linguiça frescal foi preparada obedecendo à seguinte formulação: 97,171% de pernil; 2,010% de sal refinado; 0,100% de açúcar cristal; 0,703% de pimenta do reino moída e 0,015% de sal de nitrito. Após o preparo da mistura o produto foi embutido em tripas naturais e separado em amostras, sendo estas armazenadas em temperatura de refrigeração (4°C) e protegidas da luz. Foi realizada a composição química aproximada (matéria seca, matéria mineral e lipídios) e efetuada a avaliação da cor e da oxidação lipídica da linguiça. A avaliação da cor ocorreu logo após o preparo do produto e aos cinco e aos 12 dias após sua confecção e a oxidação lipídica aos 5 e aos 12 dias após a confecção da linguiça. As leituras foram feitas em triplicata e realizadas da porção interna do produto.

A análise de lipídios totais foi realizada através da extração em Soxhlet (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). A avaliação da cor foi desenvolvida através de um colorímetro, baseado no sistema de cor CIELAB: luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*), e com esses valores foi possível calcular o índice de saturação (c^*) e o ângulo de tonalidade (h^*), conforme citado por Bridi e Silva (2009). Para a análise da oxidação lipídica utilizou-se o método indicativo de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo Tarladgis, Pearson e Dugan Junior (1964), modificado por Torres et al. (1986). Todas as análises foram feitas em triplicata.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (baseado nos pesos médios dos animais no início do experimento), com quatro tratamentos (período de inclusão do FGMD na ração) e seis repetições por tratamento. Os resultados foram analisados através de análise de regressão.

Resultados e Discussão

O FGMD utilizado neste experimento continha 3,39% de ácido fítico na matéria natural, valor semelhante aos encontrados por outros autores (LEAL, 2000; COSTA, 2005) e pode ser considerado a principal fonte de ácido fítico nas dietas experimentais. O consumo total de ácido fítico durante todo o experimento foi de 764,60; 1066,03; 1374,25 e 1643,01 g, respectivamente, para os tratamentos com 0, 7, 14 e 21 dias de inclusão de FGMD nas rações.

Os dados referentes às análises de cor (valores de L^* , a^* , b^* , c^* e h^*) e oxidação lipídica do pernil dos suínos que receberam os tratamentos experimentais estão demonstrados na Tabela 2 e Figuras 1 e 2, respectivamente.

Tabela 2. Efeito do período de inclusão de 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na ração de suínos na fase de terminação sobre luminosidade (L*), componente vermelho-verde (a*), componente amarelo-azul (b*), índice de saturação (c*) e ângulo de tonalidade (h*) do pernil 14 dias após o abate mantido em refrigeração e 62 dias após o abate mantido congelado.

Período de inclusão do FGMD	14 dias após abate				
	L* ¹	a* ²	b* ³	c* ⁴	h* ⁵
0 dias	49,352	4,328	10,698	11,570	67,993
7 dias	48,217	3,310	10,100	10,662	71,760
14 dias	49,135	3,802	10,638	11,393	70,485
21 dias	50,845	4,042	11,578	12,300	71,392
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	6,23	35,14	10,97	11,76	8,52
	62 dias após o abate				
	L* ¹	a* ²	b* ³	c* ⁴	h* ⁵
0 dias	46,825	4,760	10,637	11,695	66,045
7 dias	48,047	4,140	10,560	11,445	69,148
14 dias	49,613	3,350	10,368	10,993	72,715
21 dias	48,925	4,357	10,502	11,397	67,337
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	8,27	34,05	10,89	11,90	9,00

NS – Não significativo (P>0,05)

¹ $0 \leq L^* \leq 100$ corresponde do preto ao branco, respectivamente;

² -a* até +a* corresponde do verde ao vermelho, respectivamente;

³ -b* até +b* corresponde do azul ao amarelo, respectivamente;

⁴ $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$;

⁵ $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

Não foi verificado efeito de regressão entre os tratamentos (P>0,05) para as características avaliadas. A inclusão do FGMD na ração, determinando uma maior concentração de ácido fólico na dieta, não foi suficiente para promover efeitos protetivos distintos à oxidação da membrana das fibras musculares, resultando na manutenção de um status de cor do pernil semelhante entre os tratamentos.

De acordo com os valores obtidos na avaliação de oxidação lipídica, não houve efeito da ação antioxidante do ácido fólico sobre o pernil. Costa (2005) testou a inclusão de até 40% de FGMD na ração de suínos em terminação durante 28 dias e encontrou uma diminuição na oxidação de 37% entre o tratamento com 0% e 40% de inclusão de FGMD em pernis armazenados sob congelamento. A ausência de efeito no presente trabalho pode ser devido à baixa oxidação durante o período de armazenamento, uma vez que sob baixas temperaturas

(refrigeração e congelamento) a intensidade das reações de oxidação diminuem, ou devido ao curto intervalo de inclusão do FGMD (21 dias) antes do abate, sendo este possivelmente insuficiente para permitir alguma ação antioxidante do ácido fólico.

Os dados referentes às análises de composição centesimal e à cor (L*, a*, b*, c* e h*) verificados nos pernis utilizados na produção da linguiça frescal e na linguiça ao 0, 5 e 12 dias após seu preparo estão demonstrados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Os valores de oxidação lipídica da linguiça nos períodos de 5 e 12 dias após o preparo estão demonstrados na Figuras 3 e 4.

Não foi verificado efeito de regressão (P>0,05) para as características avaliadas nas amostras de linguiça (Tabela 3). A inclusão do FGMD e, conseqüentemente, ácido fólico na dieta dos suínos não alterou a composição do produto elaborado a partir da carne destes.

Figura 1. Valores de TBARS (mg/kg) do pernil refrigerado durante 12 dias de suínos que receberam rações com 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na dieta em diferentes períodos antes do abate.

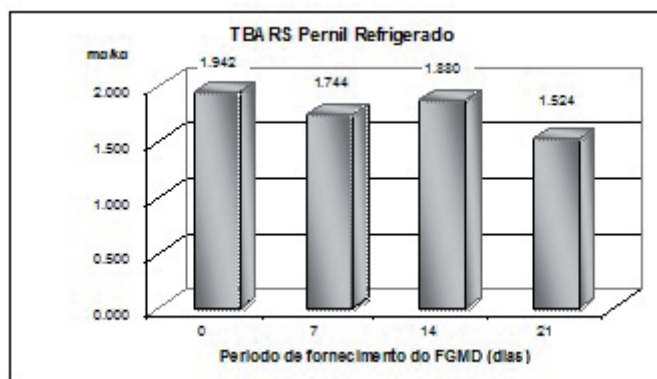


Figura 2. Valores de TBARS (mg/kg) do pernil congelado durante 50 dias de suínos que receberam rações com 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na dieta em diferentes períodos antes do abate.

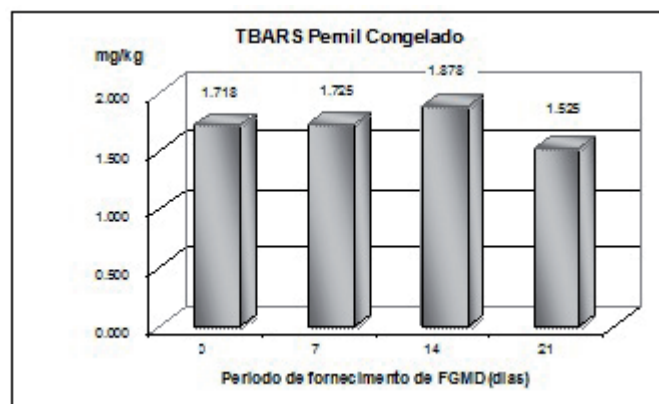


Tabela 3. Efeito do período de inclusão de 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na ração de suínos na fase de terminação sobre a composição química aproximada da linguiça fresca.

Período de inclusão do FGMD	Linguiça fresca		
	Umidade (%)	Matéria Mineral (%)	Extrato Etéreo (%)
0 dias	29,382	9,613	0,330
7 dias	28,267	10,125	0,203
14 dias	28,345	9,875	0,258
21 dias	29,170	9,798	0,360
Efeito da regressão	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	3,33	6,23	36,23

NS – Não significativo ($P > 0,05$).

Figura 3. Valores de TBARS (mg/kg) da linguiça tipo frescal, armazenada durante 5 dias, proveniente de suínos que receberam 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na dieta em diferentes períodos antes do abate.

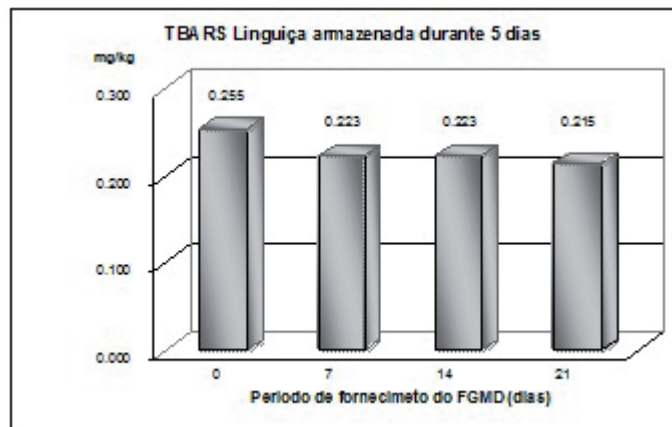
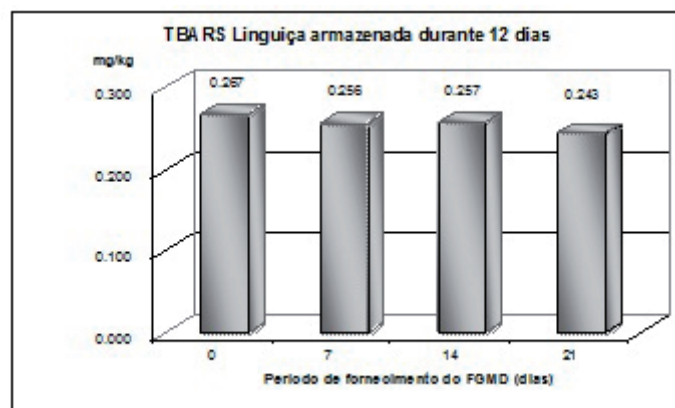


Figura 4. Valores de TBARS (mg/kg) da linguiça tipo frescal, armazenada durante 12 dias, proveniente de suínos que receberam 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na dieta em diferentes períodos antes do abate.



Para os valores de cor e oxidação lipídica (Tabela 4 e Figura 2, respectivamente) foi observado que, independentemente do período de armazenamento da linguiça, os diferentes períodos de inclusão do FGMD não influenciou os resultados. A oxidação lipídica foi considerada baixa, provavelmente pela carne utilizada no preparo ter permanecido congelada e protegida da luz, reduzindo a velocidade das reações

de oxidação. Outra hipótese pode decorrer da quantidade de sal de nitrito, conhecido como um importante conservante de produtos cárneos (SHAHIDI, 1992), e do açúcar utilizado, considerado um codjuvante tecnológico classificado como estabilizante nestes produtos (LARPENT, 1995). Estes dois produtos podem ter sido suficientes para preservar a oxidação lipídica.

Tabela 4. Efeito do período de inclusão de 50% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) na ração de suínos na fase de terminação sobre a luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*), componente amarelo-azul (b^*), índice de saturação (c^*) e ângulo de tonalidade (h^*) do pernil utilizado no preparo da linguiça e na linguiça aos 0, 5 e 12 dias após o preparo.

Período de inclusão do FGMD	Pernil				
	L^* ¹	a^* ²	b^* ³	c^* ⁴	h^* ⁵
0 dias	60,182	9,410	14,007	16,903	56,232
7 dias	61,438	8,708	13,993	16,510	58,203
14 dias	62,757	10,285	15,050	18,273	56,193
21 dias	61,545	9,190	14,122	16,922	57,333
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	3,35	21,57	8,14	11,10	7,80
	Linguiça 0 dia após o preparo				
	L^* ¹	a^* ²	b^* ³	c^* ⁴	h^* ⁵
0 dias	52,333	4,322	14,237	14,905	73,295
7 dias	53,348	4,648	14,810	15,532	72,667
14 dias	52,548	3,895	13,288	13,877	73,822
21 dias	53,390	4,478	14,647	15,338	73,227
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	3,35	21,57	8,14	11,10	7,80
	Linguiça 5 dias após o preparo				
	L^* ¹	a^* ²	b^* ³	c^* ⁴	h^* ⁵
0 dias	50,917	8,323	14,260	16,550	60,032
7 dias	50,910	8,670	13,373	15,963	57,017
14 dias	52,148	7,363	13,230	15,157	61,000
21 dias	51,078	8,068	12,937	15,270	58,140
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	3,75	15,38	7,11	7,60	6,19
	Linguiça 12 dias após o preparo				
	L^* ¹	a^* ²	b^* ³	c^* ⁴	h^* ⁵
0 dias	47,282	7,498	11,868	14,057	57,642
7 dias	47,080	7,018	10,688	12,947	57,312
14 dias	50,592	7,867	13,292	15,457	59,485
21 dias	48,378	8,120	12,477	14,953	57,928
Efeito da regressão	NS	NS	NS	NS	NS
Coefficiente de Variação (%)	7,69	29,51	15,60	17,54	10,61

NS – Não significativo ($P > 0,05$)

¹ $0 \leq L^* \leq 100$ corresponde do preto ao branco, respectivamente;

² $-a^*$ até $+a^*$ corresponde do verde ao vermelho, respectivamente;

³ $-b^*$ até $+b^*$ corresponde do azul ao amarelo, respectivamente;

⁴ $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$;

⁵ $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

Apesar do ácido fítico ter ser seu efeito antioxidante comprovado no lombo suíno *in natura* (HARBACH et al., 2007) e no pernil congelado (COSTA, 2005), a inclusão de 50% do FGMD como principal fonte de ácido fítico na ração de suínos em terminação por até 21 dias antes do abate não foi suficiente para determinar efeitos semelhantes na linguiça frescal e no pernil.

Conclusão

Nas condições estudadas a inclusão de 50% de FGMD na dieta de suínos nos períodos de 0 a 21 dias pré-abate não alterou a cor e a oxidação lipídica do pernil e da linguiça frescal.

Referências

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Instrução Normativa nº 4. Anexo III - *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de linguiça*. D.O.U., 05 de abril de 2000. Disponível em: <<http://www.sda/dipoa>>. Acesso em: 03 jan. 2009.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Avaliação da carne suína*. 2. ed. Londrina: Midiograf, 2009.
- COSTA, M. C. R. *Farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de suínos como fonte de ácido fítico*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- ELLIS, R.; MORRIS, R. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ion-exchange chromatography. *Cereal Chemistry*, Manhattan, v. 63, n. 1, p. 58-59, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. 3. ed. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991.
- EMPSON, K. L.; LABUZA, T. P.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 56, n. 2, p. 560-563, 1991.
- GHIRETTI, G. P.; ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; 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*, Japan, v. 8, n. 1, p. 61-69, 1990.
- HARBACH, A. P. R.; COSTA, M. C. R.; SOARES, A. L.; BRIDI, A. M.; SHIMOKOMAKI, M.; SILVA, C. A.; IDA, E. I. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. *Food Chemistry*, Davis, v. 100, n. 25, p. 1630-1633, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.
- LARPENT, J. P. Produtos cárnicos fermentados. In: BOURGEOIS, C. M.; LARPENT, J. P. *Microbiologia alimentaria*. Zaragoza: Ed. Acríbia, 1995. v. 2, p. 271-279; 309-320.
- LATTA, M.; ESKIN, M. A simple e rapid method for phytate determination. *Journal Agriculture Food Chemistry*, Davis, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.
- LEAL, E. S. *Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de milho e aplicação como antioxidante*. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- 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.
- 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 RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of swine*. 10. ed. Washington: National Academy Press, 1998. 189 p.
- OLIVEIRA, J. M.; ARAÚJO, W. M. C.; BORGIO, L. A. Quantificação de nitrato e nitrito em linguiças do tipo frescal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p.736-742, 2005.
- SAKAMOTO, K.; VUCENIK, I.; SHAMSUDDIN, A. M. [3H] Phytic acid (inositol hexaphosphate) is absorbed and distributed to various tissues in rats. *Nutrient Metabolism*, n. 123, p. 713-720, 1993.
- SEYNAEVE, M.; JANSSES, G.; HESTA, M.; VAN NEVEL, C.; DE WILDE, R. O. Effects of dietary Ca/P ratio, P level and microbial phytase supplementation on nutrient digestibility in growing pigs: breakdown of phytic acid, partition of P and phytase activity along the

intestinal tract. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition*, Oxford, v. 83, n. 4/5, p. 193-204, 1999.

SHAHIDI, F. Prevention of lipid oxidation in muscle foods by nitrite and nitrite-free composition. *ACS Symposium Series*, Canadá, v. 500, p. 161-182, 1992.

TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN JUNIOR, 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 the Science of Food and Agriculture*, Davis, v. 15, n. 9, p. 602-607, 1964.

TORRES, E. A. F. S.; AZEVEDO, C. H. M.; CARVALHO JUNIOR, B. C.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M.; SHIMOKOMAKI, M. Charque V- modificações da sua qualidade durante o processamento. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 9., 1986, Curitiba. *Resumos...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1986. p. 45.