# PAPEL DOS ANTIOXIDANTES NA PROTEÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS DURANTE O PROCESSO DE EXTRUSÃO EM DIFERENTES CONDIÇÕES

RIBEIRO, P.M., SILVA, M.U., SILVEIRA, R., SANTOS, P.S., JUNIOR, O. O. S., VISENTANAIR, J. V., CARCIOFI, A.C, VASCONCELLOS, R.S.

Universidade Estadual de Maringá
Contato: primartinsrib@gmail.com

**Resumo:** Pouco se conhece sobre as modificações que ocorrem nos ácidos graxos durante o processo de extrusão em pet food, em função das condições extremas de temperatura, pressão e umidade nas quais estes compostos são submetidos. Neste estudo foram verificadas as modificações na concentração de ácido linoleico (AL) e formação de produtos da oxidação deste ácido graxo (hexanal) em alimentos extrusados para gatos em diferentes implementações de Energia Mecânica Específica (EME). Uma única dieta basal para gatos, cuja gordura foi tratada (BHA+BHT) ou não (Controle), foi desdobrada em 3 EME (9, 21 e 35 kWh/t) no processo. As concentrações de AL e hexanal foram determinadas ao final do condicionador, extrusora e secador. Houve perda de AL de 68,9%, 76,5% e 77,4% respectivamente para as EMEs 9, 21 e 35 kWh/t. A EME influenciou as perdas de AL na extrusão, ocorrendo maior perda nas EME de 21 e 35 kWh/t em relação a mais baixa. Conclui-se que as perdas oxidativas de AL são extensas no processo de extrusão e as mesmas dependem da EME. Os antioxidantes parecem ser fundamentais na proteção dos ácidos graxos em alimentos extrusados e as doses empregadas neste estudo foram suficientes apenas para a proteção do AL na etapa do condicionador.
**Palavras Chave:** Óleo de frango, ácido linoleico, extrusão, energia mecânica especifica, hexanal.

# ROLE OF ANTIOXIDANTS IN THE PROTECTION OF FATTY ACIDS DURING THE EXTRUSION PROCESS IN DIFFERENT CONDITIONS

**Abstract:** Little is known about the modifications occurring in fatty acids during the extrusion process in pet food, as a function of the extreme conditions of temperature, pressure and humidity in which these compounds are subjected. In this study, the changes in linoleic acid (AL) concentration and formation of products of the oxidation of this fatty acid (hexanal) in extruded cat food were verified in different implementations of Specific Mechanical Energy (EME). A single basal diet for cats, whose fat was treated (BHA + BHT) or not (Control), was deployed in 3 EMEs (9, 21 and 35 kWh / t) in the process. Concentrations of AL and hexanal were determined at the end of the conditioner, extruder and dryer. There was loss of AL of 68.9%, 76.5% and 77.4%, respectively, for the EMEs 9, 21 and 35 kWh / t. The EME influenced the losses of AL in the extrusion, with a larger loss in EME of 21 and 35 kWh / t than the lowest. It is concluded that the oxidative losses of AL are extensive in the extrusion process and they depend on the EME. Antioxidants appear to be fundamental in the protection of fatty acids in extruded foods and the doses employed in this study were sufficient only for the protection of AL in the conditioner stage.
**Keywords:** Chicken oil, linoleic acid, extrusion, specific mechanical energy, hexanal.

**Introdução:** Os lipídios apresentam propriedades que conferem sabor, cor e textura para os alimentos (Tian et al., 2013). Além disso, os ácidos graxos presentes nas fontes de lipídeos apresentam propriedades fisiológicas fundamentais para o organismo do animal. Pouco se conhece sobre as modificações que ocorrem nos ácidos graxos durante o processo de extrusão termoplástica, que é uma tecnologia eficiente, que associa alta temperatura, pressão e umidade. Apesar do uso dos antioxidantes para preservar os alimentos, pouco se conhece sobre as interações e perdas que ocorrem durante a extrusão. Dois diferentes tipos de energia são aplicados no processamento por extrusão, energia térmica (ETE) e energia mecânica (EME) específicas. Tendo em vista os possíveis efeitos do processo de extrusão sobre a oxidação lipídica e valor nutricional de ingredientes lipídicos, neste estudo foram verificadas as modificações na concentração de ácido linoleico e hexanal em alimentos extrusados para gatos em diferentes EME.

**Material e Métodos:** Uma única dieta basal para gatos foi formulada, de acordo com as recomendações nutricionais para a manutenção de gatos da European Pet Food Industry Federation (FEDIAF, 2014). Antes do processamento das rações, uma amostra de óleo de frango sem antioxidante foi subdividida em 2 sub-amostras, das quais uma delas permaneceu sem adição de antioxidante (Tratamento Controle) e a demais foi estabilizada com uma mistura comercial de BHT+BHA na dose de 500mg/kg. Após a moagem, o óleo de frango, foi bombeado para o condicionador por uma bomba Seepex (Range, MO, USA) para atingir 4% de inclusão. As dietas foram processadas em extrusora de rosca simples com capacidade para 250 kg/h (MEX-250, Manzoni Industrial SA, Campinas, Brasil). A dieta basal foi desdobrada em 3 EME do processo, 9, 21 e 35 kWh/t, controlando a área aberta de saída no final do canhão extrusor. Durante o procedimento, foi registrada continuamente a produção horária, carga do motor, velocidade da rosca, adição de água e vapor e calculado a EME de acordo com Riaz (2007). A concentração de ácido linoleico foi determinada por Cromatografia Gasosa, utilizando-se o método de Figueiredo et al., (2016) e as concentrações de hexanal foram determinadas por SPME (Solid Phase Micro Extration), utilizando a

técnica de Head Space adaptada, conforme descrito por Sghaier et al. (2016). Para as análises estatísticas, o delineamento foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo (etapas do processo). Os dados foram submetidos à Análise de variância, considerando suas interações e as médias comparadas pelo teste Tukey.

**Resultado e Discussão:** O AL foi escolhido para se estudar o impacto das diferentes aplicações de EME na retenção do perfil de ácidos graxos durante e após a extrusão, por sua alta concentração no óleo de frango. Os teores desse ácido graxo foram avaliados quando a sua quantidade nas três etapas do processo (condicionador, extrusora e secador). Apesar da interação observada, verificou-se que o uso de BHA+BHT foi capaz de manter maiores concentrações de AL na saída do Condicionador (P<0,0001) em relação ao Controle negativo. Na etapa da extrusão, houve efeito significativo (p<0,0001) da EME sobre as concentrações de AL, as quais foram mais preservadas na EME de 9 kWh/t. A extrusão se mostrou um processo muito agressivo para o AL, o qual reduziu mais de 50% independente da EME aplicada, mostrando a importância da utilização de antioxidantes para o processo. A dose empregada de BHA+BHT neste estudo foi de 500 mg/kg de óleo, o que correspondeu a aproximadamente 20 mg/kg de ração. Esta parece ter sido baixa, uma vez que após a saída do condicionador as perdas de AL neste tratamento foram semelhantes ao Controle, indicando que maiores doses são fundamentais para se proteger das perdas de AL, que foram de 68,9%, 76,5% e 77,4% respectivamente para as EMEs 9, 21 e 35 kWh/t. A extensa perda de AL no processo refletiu na elevada produção de Hexanal observada em todas as etapas. Também de maneira semelhante, parece que os antioxidantes foram capazes de proteger a gordura da produção de Hexanal apenas na etapa do condicionador, sendo depois inativados e então a produção deste composto passou a ser elevada.

Tabela 1. Concentração de Ácido Linoleico (mg/g de gordura) e Hexanal (mg/kg de amostra na MS) em alimentos extrusados para gatos em diferentes energias mecânicas especificas.

| Etapa | Antioxidante | EME (kWh/t) 9 | 21 | 35 | Média | EPM[1] | EFEITO Antiox. | EME | Antiox.*EME |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ácido linoleico (mg/g de gordura) | | | | | | | |
| CONDICIONADOR | BHA+BHT | 13,35$^{Aa}$ | 13,23$^{Aa}$ | 12,02$^{Ab}$ | 12,86 | | | | |
| | Controle | 8,55$^{Ba}$ | 6,39$^{Bc}$ | 7,31$^{Bb}$ | 7,41 | 0,16 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | Média | 10,95 | 9,81 | 9,66 | | | | | |
| EXTRUSORA | BHA+BHT | 6,71 | 3,48 | 2,98 | 4,39$^{A}$ | | | | |
| | Controle | 5,12 | 2,31 | 2,14 | 3,19$^{B}$ | 0,20 | 0,000 | 0,000 | 0,110 |
| | Média | 5,92$^{a}$ | 2,91$^{b}$ | 2,56$^{b}$ | | | | | |
| SECADOR | BHA+BHT | 3,70 | 2,63 | 2,60 | 2,97$^{A}$ | | | | |
| | Controle | 3,33 | 1,99 | 1,77 | 2,36$^{B}$ | 0,12 | 0,000 | 0,000 | 0,101 |
| | Média | 3,52$^{a}$ | 2,31$^{b}$ | 2,19$^{b}$ | | | | | |
| Etapa | Antioxidante | EME (kWh/t) 9 | 21 | 35 | Média | EPM[1] | EFEITO Antiox. | EME | Antiox.*EME |
| | | Hexanal (mg/kg de amostra na MS) | | | | | | | |
| CONDICIONADOR | BHA+BHT | 20,99$^{Bb}$ | 20,92$^{Bb}$ | 31,84$^{Ba}$ | 24,58 | | | | |
| | Controle | 35,32$^{Ab}$ | 47,39$^{Aa}$ | 47,61$^{Aa}$ | 43,44 | 0,27 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | Média | 28,16 | 34,16 | 39,73 | | | | | |
| EXTRUSORA | BHA+BHT | 49,58$^{Aa}$ | 36,18$^{Ab}$ | 31,74$^{Ac}$ | 39,17 | | | | |
| | Controle | 28,65$^{Bb}$ | 28,09$^{Bb}$ | 30,93$^{Aa}$ | 29,23 | 0,45 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | Média | 39,12 | 32,14 | 31,34 | | | | | |
| SECADOR | BHA+BHT | 41,63$^{Aa}$ | 15,69$^{Bc}$ | 27,10$^{Ab}$ | 28,14 | | | | |
| | Controle | 23,53$^{Ba}$ | 23,62$^{Aa}$ | 15,88$^{Bb}$ | 21,01 | 0,51 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | Média | 32,58 | 39,31 | 21,49 | | | | | |

[1] - Erro padrão da média (n=6). $^{a,b,c}$ - Médias seguidas de letras mimúsculas na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05). $^{A,B,C}$- Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente (P<0,05).

**Conclusão:** Conclui-se que as perdas oxidativas de AL são extensas no processo de extrusão e as mesmas dependem da EME na etapa da extrusão. Os antioxidantes parecem ser fundamentais na proteção dos ácidos graxos em alimentos extrusados.

**Agradecimentos:** A Empresa Kemin e a Fábrica de rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal (FCAV/UNESP) e ao Laboratório de Análise Físico Químicas em águas e alimentos da UEM (CCQ/UEM) pelas oportunidades oferecidas e apoio para a realização deste estudo.

**Referências Bibliográficas:** FEDIAF. 2014. Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. In: E. P. F. I. Federation (ed.), Bélgica.
Figueiredo, I. L., Claus, T., Junior, O. Almeida, V. Magnon, T., Visentainer, J. V. 2016. Fast derivatization of fatty acids in different meat samples for gas chromatography analysis,Journal of Chromatography.
Riaz, M.N. Extruders and Expanders in Pet Food, Aquatic and Livestock Feeds. Agrimedia, Clenze, p. 400, 2007.
Sghaier Lilia, Cordell Christophe B. Y., Rutledge Douglas N., Watiez Mickael, Breton Sylvie, Sassiat Patrick, Thiebaut Didier, Vial Jerome. Validation of a headspace trap gas chromatography and mass spectrometry method for the quantitative analysis of volatile compounds from degraded rapeseed oil J. Sep. Sci.2016, 39, 1675–16.