



Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, a composição da carcaça e a estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa¹

Aline Mondini Calil Racanicci², José Fernando Machado Menten³, Marisa Aparecida Bismara Regitano d'Arce⁴, Lílian Marques Pino⁵

¹ Pesquisa financiada pela FAPESP.

² Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens - Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Piracicaba/SP. Bolsista FAPESP.

³ Departamento de Zootecnia - ESALQ/USP.

⁴ Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - ESALQ/USP.

⁵ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP.

RESUMO - Foi conduzido um experimento utilizando-se 200 pintos de corte da linhagem Ross de 10 a 40 dias de idade alimentados com ração à base de milho e farelo de soja e suplementada com 4% de óleo de vísceras de aves fresco ou oxidado, com o objetivo de avaliar os efeitos da qualidade do óleo utilizado nas rações sobre o desempenho de frangos de corte e a estabilidade oxidativa da carne de sobrecoxa congelada. Óleo de vísceras recém produzido com absorvâncias específicas de 5,80 a 232 nm e 0,690 a 532 nm, indicando a presença de quantidades mínimas de compostos de oxidação, foi congelado (-18°C) até o momento da produção das rações. O óleo oxidado foi produzido a partir deste mesmo lote, que foi aquecido em uma fritadeira elétrica com temperatura em torno de 110 a 120°C até atingir absorvâncias específicas de 11,33 (232 nm) e 2,31 (532 nm), caracterizando o acúmulo de compostos de ranço. Aos 41 dias de idade, 136 animais foram abatidos para avaliação das características de rendimento da carcaça e das partes e as sobrecoxas desossadas e sem pele foram embaladas e mantidas sob congelamento (-20°C). O acompanhamento do processo de oxidação lipídica da carne congelada foi avaliado mensalmente pela determinação dos compostos secundários da oxidação (TBARS). O uso do óleo de vísceras oxidado não afetou o desempenho das aves, nem as características principais da carcaça. A partir do sexto mês de armazenamento, a estabilidade oxidativa da carne de sobrecoxa congelada foi comprometida pelo consumo de rações contendo o óleo oxidado, evidenciado pelo maior valor de TBARS.

Palavras-chave: características da carcaça, óleo de frango, oxidação lipídica, qualidade da carne de frango, TBARS

Dietary oxidized poultry offal fat: performance, carcass and meat composition, and oxidative stability of frozen thigh meat of broiler chickens

ABSTRACT - Two hundred male Ross broiler chicks were raised from 10 to 40 days of age and fed a corn-soy diet with 4% of fresh or oxidized poultry offal fat to evaluate the effects of dietary fat quality on broiler performance and on oxidative stability of frozen thigh meat during storage. Fresh poultry fat, characterized by low concentration of oxidation products determined by specific absorbances of 5.80 and 0.69 at 232 and 270 nm, respectively, was supplied by a local renderer and stored frozen (-18°C) until diets were produced. Oxidized poultry fat was obtained by heating the fresh poultry fat in a fryer at 110-120 °C until specific absorbances reached 11.33 (at 232 nm) and 2.31 (at 270 nm), which show increased concentration of oxidation compounds. At 41 days of age, 136 birds were slaughtered and carcass characteristics were evaluated. Skinless and deboned raw thigh meat was packed and stored for 9 months in a non-illuminated freezer at -20°C. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were assessed monthly in the frozen samples to evaluate the oxidative status of stored meat. Birds performance and carcass characteristics were not affected by the presence of oxidized poultry fat in the diet. After six months of storage, the oxidative stability of frozen thigh meat from broilers fed oxidized poultry fat was reduced, indicated by higher TBARS values.

Key Words: carcass and meat yield, chicken meat quality, lipid oxidation, meat color, TBARS

Introdução

Na avicultura moderna, óleos e gorduras são incorporados às dietas objetivando, principalmente, fornecer grande quantidade de energia e ácidos graxos

essenciais, melhorar a conversão alimentar e a palatabilidade das rações, reduzir o incremento calórico, facilitar a absorção das vitaminas lipossolúveis, além de apresentar outras vantagens operacionais na fábrica de rações.

O óleo de vísceras de aves é uma importante fonte de energia, porém apresenta alta concentração de ácidos graxos insaturados em sua composição (NRC, 1994), que são facilmente oxidados. Este processo compromete a sua qualidade, palatabilidade e eficiência de aproveitamento de vários nutrientes pelos animais (Lin et al., 1989b; Engberg et al., 1996).

O consumo de ração oxidada pode provocar prejuízos no desempenho zootécnico de frangos de corte (Asghar et al., 1989; Lin et al., 1989b; Sheehy et al., 1994; Engberg et al., 1996). Isso decorre do menor valor biológico do lipídeo oxidado e da presença de grandes quantidades de compostos de ranço, que são considerados tóxicos e podem prejudicar a absorção de outros nutrientes, como as vitaminas lipossolúveis e alguns ácidos graxos essenciais (Cabel et al., 1988). Além disso, a estabilidade oxidativa dos tecidos musculares é seriamente comprometida pelo consumo de alimentos oxidados (Asghar et al., 1989; Lin et al., 1989b), uma vez que a presença de radicais livres resultantes da ingestão deste alimento reduz a concentração de α -tocoferol presente nos tecidos (Jensen et al., 1997, 1998; Grau et al., 2001b).

Como a oxidação lipídica é considerada o principal fator de perda de qualidade e das propriedades funcionais da carne e seus produtos (Jensen et al., 1998; Andersen et al., 2003), objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da inclusão de óleo de vísceras de aves oxidado na dieta sobre a estabilidade lipídica da carne de sobrecoxa de frangos de corte durante o armazenamento congelado, o desempenho dos animais e as características da carcaça e da carne produzida.

Material e Métodos

Um lote de óleo de vísceras de aves, imediatamente após sua extração sem o uso de antioxidante, foi recebido de um fornecedor regional, sendo retirada uma amostra para avaliação da qualidade e da composição inicial do produto. Parte deste óleo foi imediatamente acondicionada em embalagens plásticas e armazenada em congelador à temperatura de -18°C , para que suas características originais fossem mantidas até a confecção das rações experimentais. Este foi considerado o óleo de vísceras fresco. A outra parte do óleo de vísceras foi aquecida em uma fritadeira elétrica a temperaturas entre 110 e 120°C .

Durante o período de oxidação do óleo, foram retiradas amostras periódicas para quantificação de produtos da oxidação (dienos e trienos) presentes no óleo, visando acompanhar o estado oxidativo do ingrediente. O método utilizado foi descrito pela IUPAC (1979), que determina a

absorbância do óleo no espectro ultravioleta e fornece seu grau de deterioração decorrente da oxidação lipídica.

Para o teste de desempenho foram utilizados 200 pintos machos de um dia, da linhagem Ross, alojados num galpão experimental do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Os animais foram divididos em dois tratamentos com quatro repetições de 25 aves (unidade experimental).

Durante os primeiros dias de vida, as aves foram alojadas em círculo de proteção, com aquecimento feito por campânula a gás. Somente aos 10 dias de idade, as aves foram transferidas para os boxes, quando passaram a receber os tratamentos experimentais: dieta contendo 4% de óleo de vísceras de aves fresco ou oxidado.

A ração foi formulada para atender às exigências das aves dos 10 dias até o abate (fase única, Tabela 1), de acordo com Rostagno (2000). As aves receberam ração e água à vontade e luz natural.

Semanalmente foram realizadas as pesagens das aves e da ração para determinação do peso vivo, ganho de peso e consumo de ração no período. O teste de desempenho zootécnico foi encerrado aos 40 dias de idade das aves, quando foi efetuada a última pesagem dos animais e da ração. Além disso, os animais também foram pesados individualmente e cada ave foi identificada com uma anilha numerada em uma das patas.

Aos 41 dias de idade, 136 aves (68 de cada tratamento) foram abatidas em abatedouro experimental. Os animais foram pesados individualmente na plataforma de recebimento e, logo após, atordoados, abatidos, escaldados e depenados. Foi feita a separação das partes (peito e perna) e da gordura abdominal. A carcaça eviscerada (sem cabeça, pés e pescoço) foi pesada para o cálculo do seu rendimento, assim como as partes (peito e pernas).

Em seguida, foram desossados peito e sobrecoxa, sendo que o peso da carne do peito e da sobrecoxa permitiu o cálculo do rendimento em carne destas partes. A carne da sobrecoxa foi acondicionada em sacos plásticos e encaminhada diretamente para a câmara do abatedouro até o completo e uniforme congelamento. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em congelador doméstico (-18°C) nas dependências do Laboratório de Óleos e Gorduras durante os nove meses seguintes, sendo, a cada mês, retiradas aleatoriamente três amostras de cada tratamento para análise.

A carne da sobrecoxa foi caracterizada por sua composição em umidade, gordura e matéria mineral, de acordo com a AOCS (2003), e proteína bruta, segundo a AOAC (1995), e pelo teor de umidade e de matéria mineral, segundo a AOAC (1995). Os carboidratos totais foram calculados pela diferença. Estas análises foram executadas em duplicata em

Tabela 1 - Composição em ingredientes e nutricional calculada da ração experimental

Ingrediente	%
Milho	60,00
Farelo de soja 45,5% PB	32,00
Óleo de vísceras de aves ¹	4,00
Fosfato bicálcico	1,70
Calcário calcítico	1,00
Sal	0,50
Suplemento vitamínico ²	0,30
Suplemento mineral ³	0,050
DL-metionina	0,250
L-lisina.HCl	0,260
Nível calculado	
EMA (kcal/kg)	3.150
PB (%)	20,00
EE (%)	6,50
Metionina (%)	0,553
Met + Cis (%)	0,870
Lisina (%)	1,240
Ca (%)	0,950
P disponível (%)	0,430

¹ Tratamentos experimentais: adição de óleo fresco ou oxidado.

² Suplementação por kg de ração: ácido fólico, 1,00 mg; ácido pantotênico, 15 mg; BHT, 22,50 mg; biotina, 0,06 mg; colina, 339 mg; niacina, 40 mg; selênio, 0,30 mg; vit. A, 8.000,00 UI; vit. D₃, 2,00 UI; vit. E, 15 UI; vit. K, 1,80 mg; tiamina, 1,80 mg; riboflavina, 6,00 mg; vit. B₆, 2,80 mg; vit. B₁₂, 12 mcg; olaquinox, 40,00 mg; avilamicina, 5,00 mg; nicarbazina, 110,00 mg.

³ Concentração por kg de ração: manganês, 75 mg; zinco, 50 mg; ferro, 50 mg; cobalto, 8 mg; iodo, 0,75 mg.

três amostras de cada tratamento, somente nas amostras iniciais, no primeiro dia de armazenamento.

O pH da carne foi determinado com o uso de um potenciômetro em uma mistura de partes iguais, de amostra e de água bidestilada, após homogeneização em um processador de alimentos. As determinações foram realizadas em duplicata em três amostras de cada tratamento 24 horas após o abate e mensalmente durante o armazenamento.

A cor foi determinada na parte ventral do músculo, por meio de quatro leituras em três amostras inteiras de sobrecoxa para cada tratamento, utilizando-se o colorímetro Chroma meter - 200b (Minolta), pelo sistema L* (luminosidade), a* croma, variando do vermelho (+) ao verde (-), e b* croma, variando do amarelo (+) ao azul (-). As determinações foram efetuadas mensalmente durante os nove meses de armazenamento.

As determinações de TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) foram feitas mensalmente em duplicata em três amostras de cada tratamento, segundo a metodologia de Tarladgis et al. (1960). Os produtos primários da oxidação lipídica constituem-se principalmente de hidroperóxidos, que são rapidamente decompostos em várias substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), sendo o malonaldeído o elemento mais importante. O

produto da reação destes compostos secundários com o TBA é colorido e absorve fortemente a 532 nm. O valor de TBARS foi expresso em mg de malonaldeído/1.000 g de amostra.

Para a extração dos lipídios da carne da sobrecoxa, usou-se a metodologia de Bligh & Dyer (1959), com algumas modificações. As amostras de óleo de vísceras (fresco e oxidado), bem como do óleo extraído da carne de sobrecoxa, foram esterificadas e metiladas de acordo com métodos descritos em Hartman & Lago (1973).

Para determinação do perfil dos ácidos graxos nas amostras metiladas, foi usado um cromatógrafo gasoso (ThermoQuest Trace CG) com detector FID (flame-ionization detector) e coluna capilar de sílica de 100 m x 0,25 mm x 0,2 µ (SPTM-2560). As condições de injeção foram: temperatura do forno a 175°C por 27 min (taxa de 13 °C/min), de 175 a 215°C por 11 min (4°C/min) e de 215 a 240°C por 4 min (4°C/min); temperatura de injeção (split com fluxo de 90 mL/min) 250°C; temperatura do FID 300°C; volume de injeção 1 µL; e gás hidrogênio de arraste com fluxo de 1,8 mL/min. Foram analisadas três repetições por tratamento para as amostras de carne de sobrecoxa e uma amostra de cada tipo de óleo de vísceras. Os resultados foram expressos em % do conteúdo total dos ácidos graxos.

Para avaliar a diferença entre os tratamentos (óleo fresco ou oxidado) em relação aos parâmetros observados, foi utilizado o teste t para comparação das médias de quatro repetições de cada tratamento para os dados de desempenho, carcaca e partes e de três repetições de cada tratamento para os dados de qualidade de carne, por intermédio dos procedimentos do SAS (1996).

Resultados e Discussão

A composição inicial do óleo de vísceras (Tabela 2) apresentou-se dentro da normalidade para umidade e teor de extrato etéreo (EE), no entanto, apesar de recém extraído, o óleo apresentou alto índice de acidez, indicando a presença de grandes quantidades de ácidos graxos livres. Apesar de o processo de extração do óleo ter sido acompanhado, a qualidade da matéria-prima utilizada não era conhecida. Portanto, é provável que essa matéria-prima tenha sido armazenada por um tempo excessivo antes da extração do óleo, permitindo o início do processo de lipólise, com conseqüente quebra dos triglicerídios e liberação dos ácidos graxos decorrentes da ação da umidade, de enzimas ou da presença de microrganismos.

Durante o processo de termoxidação ao qual o óleo oxidado foi submetido em laboratório, o calor forneceu a energia necessária para ativação e formação dos radicais

Tabela 2 - Caracterização do óleo de vísceras utilizado na produção das rações experimentais (n = 1)

Análise	Unidade	Óleo fresco	Óleo oxidado
Umidade ¹	%	2,47	0,40
Acidez ¹	mg KOH/g	22,53	21,80
Extrato etéreo ¹	%	95,85	99,51
Índice peróxido ¹	meq O ₂ /kg	0,00	0,00
Absorbância específica ²			
232 nm		5,80	11,33
270 nm		0,69	2,31

¹ Análises realizadas, em duplicata, no Laboratório CBO Assessoria & Análise, em Campinas, SP.

² Análises realizadas, em duplicata, no Laboratório Óleos e Gorduras da ESALQ/USP, em Piracicaba/SP.

livres de ácidos graxos que reagiram com o oxigênio presente, formando radicais livres de peróxidos. Esses radicais livres atacaram ácidos graxos intactos e transformaram-nos em novos radicais livres, propagando a oxidação dos lipídios insaturados. A ressonância e conseqüente conjugação das duplas ligações nas moléculas de ácidos graxos geraram compostos dienos e trienos conjugados, dependendo do número de duplas ligações no ácido graxo. Finalmente, o processo chegou ao seu término com a clivagem e o rearranjo dos compostos finais da oxidação, produzindo polímeros ou compostos voláteis e alterações no odor, sabor e na qualidade do óleo. O processo de oxidação térmica do óleo de vísceras utilizado neste estudo foi acompanhado pelo acúmulo de compostos dienos, peróxidos, trienos e voláteis presentes no óleo, por intermédio da análise da absorbância específica na faixa espectral do ultravioleta (UV). A leitura das absorbâncias a 232 e 270 nm nas amostras do óleo oxidado ao final dos 20 dias, sob altas temperaturas, produziu valores duas vezes superior em 232 nm (dienos, peróxidos) e três vezes superior em 270 nm (trienos e voláteis), quando comparado ao óleo mantido congelado (Tabela 2). Esse processo de termoxidação reduziu a umidade do produto e, conseqüentemente, concentrou os lipídios, aumentando o teor de EE.

Avaliando-se a composição de ácidos graxos do lote de óleo de vísceras fresco utilizado neste estudo e sua comparação com a composição do óleo após a oxidação (Tabela 3), nota-se o efeito do processo de oxidação lipídica sobre o óleo, havendo sensível perda de ácido linoléico (C18:2), principal componente afetado no decorrer deste processo. Como os ácidos graxos são quantificados em porcentagem do total da área dos picos, a introdução do oxigênio na molécula insaturada pode comprometer as duplas ligações; as moléculas mais insaturadas deixam de ser identificadas como tal, fazendo que haja incremento artificial das espécies menos insaturadas. Conseqüentemente, a proporção de ácidos

Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos do óleo de vísceras de aves usado na produção das rações experimentais (n = 1)

Ácido graxo (%)	Óleo fresco	Óleo oxidado
Ácido mirístico (C14:0)	0,77	0,83
Ácido palmítico (C16:0)	27,70	29,70
Ácido palmitoléico (C16:1)	8,60	9,20
Ácido esteárico (C18:0)	6,60	6,30
Ácido oléico (C18:1)	38,20	38,90
Ácido linoléico (C18:2)	16,20	13,40
Ácido linolênico (C18:3)	0,03	0,09
Total AG saturados	35,07	36,80
Total AG insaturados	63,04	61,55

graxos saturados e insaturados nas duas amostras de óleo também apresentou modificações, sendo a quantidade de insaturados bastante reduzida e a de saturados aumentada para o óleo oxidado.

Resultados semelhantes foram observados anteriormente por outros autores que submeteram óleos com quantidades consideráveis de ácidos graxos insaturados em sua composição ao processo de termoxidação. Engberg et al. (1996) também encontraram “perda” de ácido linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) e conseqüente aumento na proporção do ácido esteárico (C18:0) em relação à porcentagem dos ácidos graxos, quando foram comparadas às composições em ácidos graxos do óleo vegetal fresco e do oxidado.

O fornecimento de dietas adicionadas de óleo fresco ou oxidado não resultou em diferenças significativas ($P < 0,05$) para as variáveis de desempenho estudadas (Tabela 4). Entretanto, os resultados médios de conversão alimentar foram elevados para os dois tratamentos. Isto pode ser justificado pelo fato de ter sido utilizada apenas uma ração única dos 10 aos 40 dias de idade. Além disso, o prejuízo na conversão alimentar verificado em ambos os tratamentos pode ter sido provocado pelas condições em que o óleo fresco e oxidado se encontravam, com índices altos de acidez. A presença de grandes quantidades de ácidos graxos livres neste produto pode ter sido responsável pelos prejuízos verificados na conversão alimentar dos animais experimentais de maneira geral, visto que grandes proporções de ácidos graxos livres no intestino das aves prejudicam os processos de digestão e a absorção dos óleos ou gorduras, reduzindo sua digestibilidade (Wiseman & Salvador, 1991).

O uso de óleo oxidado na proporção de 4% na dieta das aves não prejudicou o peso vivo dos animais aos 41 dias de idade (Tabela 5), nem tampouco o peso da carcaça eviscerada ou o rendimento da carcaça ($P > 0,05$). Nenhum efeito foi verificado para as variáveis rendimento de perna, de carne

Tabela 4 - Valores médios de peso vivo aos 40 dias, consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso diário individual de frangos alimentados com óleo fresco ou oxidado no período de 10 a 40 dias de idade

Item	Óleo fresco	Óleo oxidado	CV (%)
Peso vivo (kg)	2,493	2,457	9,81
Consumo de ração (kg)	4,503	4,563	1,41
Conversão alimentar	2,025	2,051	9,75
Ganho peso diário (kg)	0,075	0,074	10,85

Tabela 5 - Valores médios de peso vivo ao abate (41 dias), peso e rendimento da carcaça eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) e gordura abdominal (n = 68)

Item	Óleo fresco	Óleo oxidado	CV (%)
Peso vivo (kg)	2,363	2,346	6,30
Peso carcaça eviscerada (kg)	1,709	1,685	6,75
Rendimento carcaça (%)	72,34	71,84	2,50
Rendimento peito (%)	36,23a	35,25b	5,58
Rendimento carne peito (%)	27,36a	26,38b	7,58
Rendimento perna (%)	31,79	32,04	3,98
Rendimento carne sobrecoxa (%)	12,74	13,20	10,63
Gordura abdominal (g)	39,65	42,54	40,15
Gordura abdominal (%)	2,32	2,52	38,93

^{ab} Médias na mesma linha diferem estatisticamente entre si (P<0,01) pelo teste t.

de sobrecoxa ou quantidade de gordura abdominal depositada, seja em gramas ou em porcentagem (P>0,05). Contudo, os valores de rendimento do peito e da carne do peito (P<0,01) foram significativamente reduzidos pelo uso do óleo oxidado na ração dos animais, quando comparados a outro tratamento.

Os estudos que demonstram variações nas características da carcaça indicam que estas diferenças podem ser decorrentes de variações nos níveis de energia fornecidos nas dietas. No caso deste estudo, apesar de ter sido utilizada a mesma fonte (óleo de vísceras de aves), o grau de oxidação do óleo (fresco ou oxidado) pode ter acarretado variação nos níveis energéticos das rações experimentais. Com base nos resultados de energia metabolizável obtidos em etapas anteriores a este estudo (Racanucci et al., 2004), a perda de energia na ração contendo óleo oxidado pode ser estimada em cerca de 60 kcal/kg de ração. Este déficit energético da ração contendo óleo oxidado pode ter comprometido a deposição de proteína muscular e resultado em menores índices de rendimento do músculo do peito.

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos (P>0,05) para a composição e os valores de pH medidos 24 horas após o abate na carne de sobrecoxa (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de composição proximal e pH da carne de sobrecoxa no início do armazenamento (n = 3)

Análise ¹	Unidade	Óleo fresco	Óleo oxidado	CV (%)
Umidade	%	71,33	69,03	7,78
Proteína bruta	%	15,49	16,50	9,09
Gordura total	%	12,47	12,73	3,26
Matéria mineral	%	0,25	0,23	11,83
pH ²		5,93	6,02	1,09

¹ Análises efetuadas em duplicata.

² Análise realizada 24 horas após o abate.

Os resultados médios obtidos neste estudo para umidade, proteína bruta e matéria mineral para as amostras de carne de sobrecoxa analisadas estão abaixo dos valores encontrados na literatura (USDA..., 2005). Conseqüentemente, a quantidade de lipídios encontrada foi superior considerando-se essa mesma tabela e outros autores brasileiros (Franco, 2001; Mendes, 2001).

A composição química dos músculos das aves depende de diversos fatores como genética, nutrição, idade e ambiente, de acordo com Mendes (2001); assim, é possível ocorrer variação entre a composição encontrada e a apresentada nas tabelas, dadas as possíveis diferenças entre os músculos analisados.

Os valores de pH encontrados para a carne de sobrecoxa 24 horas após o abate apresentam-se abaixo dos níveis normalmente encontrados, que estão em torno de 6,20 e 6,70, segundo Mendes (2001). Contudo, os valores de pH encontrados no decorrer dos nove meses de armazenamento a -18°C estavam em concordância com estes padrões (valores médios de 6,24 e 6,20 para a carne dos animais que consumiram rações contendo óleo fresco e oxidado, respectivamente).

A composição dos ácidos graxos da fração lipídica da carne de sobrecoxa está de acordo com o normalmente verificado para este músculo, com pequenas variações (Tabela 7). A maior proporção dos ácidos graxos está representada pelos de cadeias de 16 e 18 carbonos, conforme observado anteriormente por Asghar et al. (1989) e Lin et al. (1989a).

Foram encontradas pequenas variações nas proporções dos ácidos graxos das amostras de carne dos dois tratamentos estudados. Os ácidos palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1) e oléico (C18:1) apresentaram ligeiro aumento, observando-se pequena redução nas concentrações dos ácidos mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0). Porém, a maior diferença foi verificada na quantidade de ácido linoléico (C18:2), que apresentou redução quando o óleo fresco foi substituído pelo óleo oxidado na dieta das aves, resultado do comprometimento das insaturações pela entrada do oxigênio na molécula (Tabela 3).

Tabela 7 - Perfil dos ácidos graxos da fração lipídica das amostras de carne de sobrecoxa ao início do armazenamento (n=3)

Ácido graxo (%)	Óleo fresco	Óleo oxidado	CV (%)
Ácido mirístico (C14:0)	0,69	0,65	7,0
Ácido palmítico (C16:0)	24,37	26,40	4,3
Ácido palmitoléico (C16:1)	6,83	8,17	14,3
Ácido esteárico (C18:0)	6,27	5,57	10,9
Ácido oléico (C18:1)	39,47	40,57	4,6
Ácido linoléico (C18:2)	20,80	18,67	6,8

Os valores de TBARS analisados periodicamente nas amostras de sobrecoxa armazenadas (Tabela 8; Figura 1) indicam a influência da qualidade do óleo utilizado na dieta das aves sobre o estado oxidativo da carne congelada. Os resultados médios variaram de 0,164 a 0,497 mg de malonaldeídos/kg de amostra para o tratamento com óleo fresco na ração e de 0,160 a 0,775 mg de malonaldeídos/kg de amostra para o tratamento com óleo oxidado na ração das aves.

A formação de compostos de ranço nas amostras de carne de sobrecoxa congelada ocorreu de forma crescente no decorrer do tempo, conforme esperado (Tabela 8). Os valores de TBARS encontrados nas amostras de carne provenientes dos animais que consumiram óleo oxidado na dieta aumentaram significativamente a partir do sexto mês, quando comparados aos valores encontrados para o outro tratamento (Figura 1). Estes resultados estão em concordância com os apresentados anteriormente por Jensen et al. (1997), que armazenaram carne crua de peito e de sobrecoxa provenientes de frangos alimentados com óleo vegetal fresco ou oxidado e armazenados sob congelamento. A inclusão de óleo oxidado na dieta dos frangos levou à menor retenção de α -tocoferol nos tecidos animais e, conseqüentemente, à menor estabilidade oxidativa destes tecidos, expressa nos valores de TBARS significativamente superiores ($P < 0,01$), após seis meses de congelamento.

Da mesma forma, os resultados encontrados neste estudo demonstram que a presença do óleo de vísceras de aves oxidado na dieta das aves prejudica a estabilidade da carne de sobrecoxa, comprovando que a qualidade do óleo fornecido na dieta pode comprometer o armazenamento posterior, mesmo sob congelamento.

Apesar de os valores máximos de TBARS neste estudo não terem ultrapassado 0,800 mg malonaldeído/kg amostra, alguns autores afirmam que, em equipes de provedores treinados, indivíduos podem ser capazes de detectar odores desagradáveis em carnes oxidadas com valores de TBARS a partir de 0,500 mg malonaldeído/kg carne (Galvin et al., 1997); no entanto, o mesmo não pode ser extrapolado

Tabela 8 - Valores médios de TBARS, seus respectivos desvios-padrão e significância estatística para as amostras de carne de sobrecoxa armazenadas durante nove meses sob congelamento (n = 3)

Mês	TBARS (mg malonaldeído/kg de amostra)		P ¹
	Óleo fresco	Óleo oxidado	
0	0,164 ± 0,057	0,160 ± 0,013	ns ²
1	0,291 ± 0,026	0,243 ± 0,040	ns
2	0,257 ± 0,095	0,236 ± 0,029	ns
3	0,156 ± 0,072	0,155 ± 0,023	ns
4	0,348 ± 0,072	0,367 ± 0,065	ns
5	0,462 ± 0,067	0,474 ± 0,037	ns
6	0,453 ± 0,101	0,613 ± 0,074	0,10
7	0,469 ± 0,039	0,775 ± 0,117	0,05
9	0,497 ± 0,019	0,758 ± 0,330	ns

¹ Valores de probabilidade determinados pelo teste t.

² ns = não-significativo.

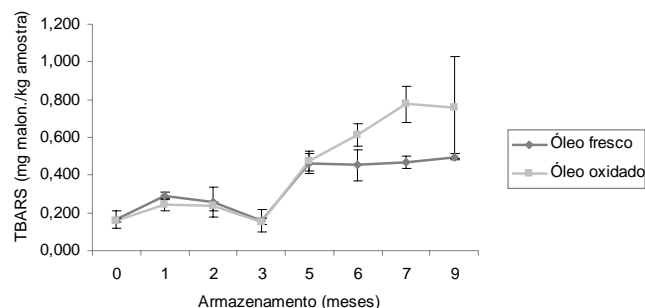


Figura 1 - Progressão da oxidação lipídica na carne congelada de sobrecoxa das aves alimentadas com rações contendo óleo fresco ou oxidado.

para o público consumidor em geral. De qualquer forma, observa-se, neste trabalho, que gorduras em estado mais adiantado de oxidação, quando adicionadas às rações, podem prejudicar a qualidade da carne e a vida de prateleira.

De acordo com Morrisey et al. (2003), além dos prejuízos na qualidade das carnes em termos de textura, odor, valor nutritivo e segurança alimentar, a perda da coloração também pode ser acelerada pela oxidação dos lipídios. Segundo Jensen et al. (1998), a intensidade de descoloração de carnes frescas está diretamente relacionada à oxidação dos pigmentos e à eficiência dos sistemas enzimáticos, mas o completo funcionamento dos mecanismos de manutenção da cor das carnes ainda não está estabelecido.

Para a análise e comparação dos valores de L*, a* e b* das carnes armazenadas, foram calculadas as médias de quatro leituras por amostra, em três amostras por tratamento, durante todos os nove meses de ensaio. Os valores mensais obtidos para L*, a* e b* estiveram dentro dos padrões normais para a carne de sobrecoxa e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Para as

determinações de luminosidade (L^*), obteve-se média de 46,57 e 47,09, para os tratamentos fresco e oxidado, respectivamente. Para as leituras de a^* e b^* , as médias foram de 11,30 e 9,12, para o tratamento fresco, e de 10,60 e 10,01, para o tratamento oxidado, respectivamente. Assim, o fornecimento de óleo de vísceras oxidado não provocou modificações na coloração da carne de sobrecoxa congelada ao longo dos nove meses de armazenamento.

Conclusões

Com base nos dados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que a utilização de rações contendo óleo de vísceras de aves oxidado não resultou em prejuízo ao desempenho zootécnico, nem ao rendimento de carcaça de frangos de corte, porém provocou redução no rendimento do peito.

Mesmo sob congelamento, a carne de sobrecoxa dos animais alimentados com rações contendo óleo de vísceras de aves oxidado apresentou menor estabilidade oxidativa, verificada pelo maior acúmulo dos compostos de ranço após seis meses de armazenamento.

Literatura Citada

- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices**. Methods Ac 2-41, Ac 3-44 and Ba 5a-49. Washington D.C.: 2003. Não paginado.
- ASGHAR, A.; LIN, C.F.; GRAY, J.I. et al. Influence of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on membrane-bound lipids stability in broiler meat. **British Poultry Science**, v.30, p.815-823, 1989.
- ANDERSEN, M.L.; LAURIDSEN, R.K.; SKIBSTED, L.H. **Optimizing the use of phenolic compounds**. Cambridge: CRC Press, 2003. p.315-346.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington D.C.: 1995. v.2, p.1250.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- CABEL, M.C.; WALDROUP, P.W.; SHERMER, W. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v.67, p.1725-1730, 1988.
- ENGBERG, R.M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S.K. et al. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on antioxidative status of broilers. **Poultry Science**, v.75, p.1003-1011, 1996.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 356p.
- GALVIN, K.; MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidized sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v.38, p.499-501, 1997.
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C. Rapid determination of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, n.7, p.475-476, 1973.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY - IUPAC. **Standard methods for analysis of oils, fat and derivatives**. Method I.I.D.23. 6.ed. Thiais: Pergamon Press, 1979. Não paginado.
- JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends in Food Science and Technology**, v.9, p.62-72, 1998.
- JENSEN, C.; ENGBERG, R.; JAKOBSEN, K. et al. Influence of the oxidative quality of dietary oil on broiler meat storage stability. **Meat Science**, v.47, p.211-222, 1997.
- LIN, C.F.; GRAY, J.I.; ASGHAR, A. et al. Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. **Journal of Food Science**, v.54, p.1457-1484, 1989a.
- LIN, C.F.; ASGHAR, A.; GRAY, J.I. et al. Effects of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth and meat stability. **British Poultry Science**, v.30, p.855-864, 1989b.
- MENDES, A.A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CURSO BÁSICO DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE - CONFERÊNCIA APINCO, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001. p.79-99.
- MORRISSEY, P.A.; KERRY, J.P.; GALVIN, K. Lipid oxidation in muscle foods. In: CADWALLADER, K.R.; WEENEN, H. (Eds.). **Freshness and shelf life of foods**. Washington: American Chemical Society, 2003. v.836, p.188-200. (ACS Symposium Series).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 71p.
- RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; REGITANO-d'ARCE, M.A.B. et al. Oxidação lipídica de óleo de vísceras de aves reduz o seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.919-923, 2004.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. version 6.11. 4.ed. Cary: 1996. 956p.
- SHEEHY, P.J.A.; MORRISSEY, P.A.; FLYNN, A. Consumption of thermally oxidized sunflower oil by chicks reduces α -tocopherol status and increases susceptibility of tissues to lipid oxidation. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.53-65, 1994.
- TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.37, n.1, p.44-48, 1960.
- USDA NATIONAL NUTRIENT DATABASE FOR STANDARD REFERENCE [2005]. **Nutrient data laboratory home page**. Washington: Department of Agriculture; Agricultural Research Service. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> Acesso em: 29/3/2006.
- WISEMAN, J.; SALVADOR, F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. **Poultry Science**, v.70, p.573-582, 1991.