

Estabilidade térmica das vitaminas A e E em rações e premixes vitamínicos para camarões

Thermal stability of vitamins A and E in rations and vitamin premixes for shrimp

João Paulo de Sousa Prado^{I*} José Marcelino Oliveira Cavalheiro^I
Fernanda Vanessa Gomes da Silva^I Vicente Queiroga Neto^{II}
Pushkar Singh Bora^I Thiago Brandão Cavalheiro^I

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade térmica das vitaminas A e E em diferentes rações e premixes vitamínicos utilizados na carcinicultura. Foram utilizadas no experimento três rações comerciais peletizadas e desintegradas em diferentes diâmetros e dois premixes vitamínicos. As amostras de cada dieta e de premixes foram acondicionadas em recipientes plásticos e armazenadas nas seguintes condições: ambiente refrigerado ($6^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$) e ambiente de estufa ($40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$). Os teores das vitaminas foram determinados em triplicata nas amostras nos períodos 0 (controle), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias, nas condições anteriormente descritas. Os resultados obtidos mostraram que o percentual médio das perdas de vitamina A nas rações foram de 65, 60 e 68% para os ambientes refrigerado, climatizado e em estufa, respectivamente. Para o premix vitamínico A, o percentual médio de degradação foi de 78 a 87%, observando maiores perdas nos ambiente climatizado e de estufa. Com relação à vitamina E, observou-se nas rações perdas de 88 a 100%, verificando-se perdas totais para o armazenamento em ambiente de refrigeração e estufa. Já o premix vitamínico E as perdas foram de 71 a 82%. Durante o armazenamento da ração e dos premixes vitamínicos, as perdas por degradação térmica demonstraram falta de estabilidade das vitaminas lipossolúveis na estrutura das rações e premixes, utilizados na alimentação de camarões.

Palavras-chave: carcinicultura, vitaminas, estabilidade térmica e camarão.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the thermal stability of vitamins A and E on different rations and vitamin premixes used in shrimp farming. Three commercial rations pelleted

and disintegrated in two different diameters and two vitamin premixes were used in the experiment. Samples of each ration and premixes were placed in plastic containers and stored under the following conditions: refrigerated environment ($6^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), acclimatized environment ($20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$) and greenhouse environment ($40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$). The levels of vitamins were determined in triplicate in samples at times 0 (control), 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days, under the conditions described above. The results were statistically treated by analysis of variance (ANOVA) and the Duncan test was applied at 5% probability. The results showed that the average vitamin A percentage losses in rations were 65%, 60% and 68% for climatized, air-conditioned and greenhouse environments respectively. For the vitamin premix A the percentage of degradation was 78-87% and it was observed higher losses in the climatized and greenhouse environments. With respect to vitamin E, it was observed in the rations lost of 88% to 100% verifying the total losses for the storage in air-conditioned and greenhouse environments. For the vitamin premix E the losses were 71% to 82%. It was concluded that during the storage of feed and premixes vitamins, losses due to thermal degradation showed lack of stability of fat soluble vitamins in the structure of feed and premixes used in feed for shrimp.

Key words: shrimp, vitamins and thermal stability.

INTRODUÇÃO

A carcinicultura é definida como a criação de camarão em cativeiro, sendo uma atividade econômica que tem apresentado grande crescimento a nível mundial nos últimos anos. Atualmente, difundida em mais de 50 países, a carcinicultura é responsável

^ICentro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 58051-110, João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: jp_prado@hotmail.com.

*Autor para correspondência.

^{II}Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, Brasil.

pela produção de 25% de todo camarão consumido no mundo, com volume médio de 1.000.000ton ano⁻¹. Apesar de ser uma atividade relativamente recente no Brasil, a carcinicultura encontra-se em franco crescimento (ATLANTIS, 2006).

O êxito no cultivo das diferentes espécies de camarão depende, em grande parte, de uma adequada nutrição e um bom manejo dos alimentos, já que ambos têm um papel importante na eficiência da conversão alimentar. Independente do método de alimentação escolhido, o balanceamento constitui uma das principais fontes de nutrientes do camarão em cativeiro. Em razão de seu elevado custo, faz-se necessária a busca de uma estratégia de alimentação do animal para que se consiga otimizar o seu uso (MOLINA-POVEDA et al., 2002).

A mais típica manifestação de deficiência de nutrientes vitamínicos para cultura de crustáceos é a diminuição da taxa de crescimento e consequente mortalidade (CONKLIN, 1997). FENUCCI & GIMENEZ (2004) avaliaram os requerimentos vitamínicos lipossolúveis na dieta de camarões Peneídeos e observaram que as vitaminas A e E mostraram-se essenciais para a nutrição de *L. vannamei*, apresentando baixas taxas de mortalidade.

A vitamina A é relativamente estável ao calor, mas sensível à ação do oxigênio e, principalmente, da luz, pela ação dos raios ultravioletas. Na forma cristalina ou em óleo, deve ser armazenada em atmosfera de nitrogênio, em lugar fresco e escuro (DUTRA-DE-OLIVEIRA & MARCHINI, 1998). O sistema de cinco duplas ligações conjugadas no retinol confere propriedades espectrais características, que são utilizadas na detecção, identificação e quantificação dos retinóides. Os retinóides são mais solúveis em solventes orgânicos que em sistemas aquosos (DE LEENHER et al., 2000). A vitamina A intervém na manutenção dos epitélios e na integridade das membranas celulares e subcelulares dos peneídeos, tal como ocorre nos vertebrados (FENUCCI & GIMENEZ, 2004).

A taxa de degradação da vitamina E aumenta na presença de oxigênio molecular, podendo ser particularmente rápida quando radicais livres estão presentes. A degradação oxidativa da vitamina E é influenciada de forma intensa pelos mesmos fatores que influenciam a oxidação dos ácidos graxos insaturados. O uso da cromatografia líquida de alta eficiência permite a medição de formas específicas de vitamina E (α , β e σ -tocoferóis e tocotrienóis) e, assim, permite estimar o total de atividade de vitamina E de um produto, com base na potência relativa dos compostos específicos (DAMODARAN et al., 2010). A vitamina E atua sobre o sistema imune, melhorando a resistência a enfermidades em espécies aquáticas cultivadas (FENUCCI & GIMENEZ, 2004).

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de estudar a estabilidade sobre variações de temperatura de diferentes rações utilizadas na carcinicultura, bem como em dois premixes vitamínicos: um possuindo, estritamente, vitamina A (Premix A) e outro premix vitamínico contendo, estritamente, vitamina E (Premix E).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos Pesqueiros e Laboratório de Flavor do Departamento de Tecnologia Química e de Alimentos, Campus I, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), município de João Pessoa, Paraíba.

As amostras utilizadas para o experimento foram três rações comerciais e dois premixes vitamínicos com as seguintes características: ração peletizada e posteriormente triturada com 0,4 a 1,0mm de diâmetro, destinada à alimentação de camarões marinhos na fase de pós-larvas (PL7-PL25), em berçários (Ração 1); ração peletizada e posteriormente triturada com 1,0 a 1,7mm de diâmetro, destinada à alimentação de camarões marinhos com peso médio entre 1 e 3g, em sistemas de berçários, pré-cria ou em viveiros de engorda (ração 2); ração peletizada com 2,0 a 2,5mm de diâmetro, destinada à alimentação de camarões marinhos desde a fase juvenil (com peso médio de 3g) até atingir peso de mercado, em sistemas de engorda sob densidades acima de 30 camarões m⁻² (Ração 3); Premix vitamínico sob a forma de grãos (característica emulsiva) de acetato de retinol (Lutavit® A 500) numa concentração de 500.000UI g⁻¹ (Premix A); e Premix vitamínico sob a forma de grãos (característica oleosa) de dl-a-tocoferol acetato (Lutavit® E 50) numa concentração de 500UI g⁻¹, em que 50% corresponde a vitamina E (Premix E).

As amostras de ração foram previamente maceradas e em seguida extraídas da parte lipídica com hexano, seguindo a metodologia de GOMIS et al. (2000). Para a extração das formas vitamínicas das matrizes, utilizou-se etanol com 0,1% de Butil hidroxi anisol (BHA), seguido de partição com hexano. A fração do hexano foi evaporada em liofilizador e ressuspendida em metanol. Os extratos foram filtrados em membranas Millipore Fluoropore de 0,5 μ m de poro, para serem, em seguida, injetados em cromatógrafo (BERBEL, 2007). Para separação das vitaminas, foi utilizada coluna de fase reversa em sistema isocrático. Para a análise cromatográfica, foi utilizado o método de QIAN & SHENG (1998), para vitamina E, enquanto, para vitamina A, foi utilizado o método descrito em GIACOMINI (2006). Como fase móvel, foi utilizado para vitamina E uma proporção de 28:68:4 (acetonitrila:metanol:água), a um fluxo de 1,7mL min⁻¹, com detecção em 208nm.

Para vitamina A, foi utilizada uma proporção de 98:2 (metanol:água), a um fluxo de 1mL min⁻¹ com detecção em 325nm. Para identificação dos picos cromatográficos, utilizou-se a comparação dos tempos de retenção obtidos com os padrões nas mesmas condições cromatográficas e os espectros de absorção obtidos no detector de arraste de diodo (DAD). A quantificação foi realizada pelo método de padronização externa.

As amostras de cada dieta foram armazenadas nas seguintes condições: ambiente refrigerado (6°C±2°C), ambiente climatizado (20°C±3°C) e ambiente de estufa (40°C±3°C). As rações foram acondicionadas em recipientes plásticos e colocadas posteriormente nos três ambientes. Os teores das vitaminas foram determinados em triplicata nas amostras nos períodos 0 (controle), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias, nas condições anteriormente descritas. Os resultados foram analisados através do GLM (ANOVA) e aplicado o teste de Duncan entre as médias a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os teores de vitamina A nas três rações nos tempos iniciais (controle) e de cinco em cinco dias até o trigésimo dia. Observou-se o decréscimo do nível dessa vitamina em torno de 61 a 72%, do início ao fim do experimento, nas rações 1, 2 e 3, armazenadas em ambiente refrigerado. Para as rações armazenadas em ambiente climatizado, observou-se que o decréscimo do nível dessa vitamina variou de 55 a 77% até o final dos trinta dias, nas rações 1, 2 e 3, ficando essa perda de vitamina mais evidente

na ração 1. Já para as rações armazenadas em ambiente de estufa, observou-se o decréscimo do nível dessa vitamina em torno de 60 a 77%, do início ao fim do experimento, nas rações 1, 2 e 3. A degradação elevada da ração 3 (77%) em ambiente de estufa mostra que essa perda pode ter ocorrido pelo elevado tempo de sua exposição a uma alta temperatura.

Neste trabalho, foram utilizadas temperaturas inferiores à de processamento, portanto, pode-se determinar que a temperatura utilizada no experimento não tenha sido o principal fator degradante da vitamina A. Possivelmente, a perda de vitamina A nos diferentes ambientes avaliados deve-se à presença de oxigênio e luz. Segundo DEMAN (1999), a vitamina A é relativamente estável sob aquecimento na ausência de oxigênio, em razão do caráter altamente insaturado da molécula, que é bastante suscetível à oxidação, especialmente sob influência de luz. A vitamina A é oxidada rapidamente em produtos empacotados na presença de oxigênio. Os fatores principais que afetam a perda de vitaminas em alimentos congelados são a permeabilidade da embalagem ao oxigênio e as características de transmissão de luz do material empacotado (BALL, 2006). A estabilidade de uma determinada vitamina presente em matrizes alimentícias pode ser comprometida devido a fatores desencadeados pela umidade, alta temperatura, reações de oxidação e redução, luminosidade, pH, tempo de armazenamento, além de antagonismos recíprocos físico-químicos (MAZZUCO, 2006).

A tabela 2 mostra a degradação da vitamina A do premix vitamínico em diferentes ambientes. Para amostra de premix submetida ao ambiente de

Tabela 1 - Valores médios da degradação de vitamina A das rações submetidas à ambiente refrigerado (6°C±2°C), ambiente climatizado (20°C±3°C) e ambiente de estufa (40°C±3°C).

Tempo (dias)	Ração 1(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 1(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 1(E) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(E) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(E) (UI kg ⁻¹)
0	13.300 ^a ± 1.685	14.603 ^a ± 569	15.177 ^a ± 1.344	13.300 ^a ± 1.685	14.603 ^a ± 569	15.177 ^a ± 1.344	13.300 ^a ± 1.685	14.603 ^a ± 569	15.177 ^a ± 1.344
5	10.291 ^b ± 425	8.633 ^b ± 84	10.246 ^b ± 569	11.588 ^b ± 380	12.407 ^b ± 222	9.914 ^b ± 40	7.681 ^b ± 57	8.620 ^b ± 508	10.043 ^b ± 243
10	8.116 ^c ± 342	8.064 ^{bc} ± 279	9.949 ^b ± 340	9.367 ^c ± 307	7.627 ^c ± 459	8.123 ^c ± 259	6.065 ^c ± 156	8.270 ^{bc} ± 185	9.430 ^b ± 290
15	6.073 ^d ± 581	7.693 ^c ± 446	8.316 ^c ± 588	8.151 ^c ± 298	7.387 ^{cd} ± 212	7.261 ^c ± 257	5.988 ^c ± 94	8.005 ^{cd} ± 155	7.742 ^c ± 346
20	5.891 ^d ± 363	6.866 ^d ± 298	6.523 ^d ± 599	6.820 ^d ± 298	7.357 ^{cd} ± 510	7.242 ^c ± 367	5.849 ^c ± 248	7.578 ^d ± 32	7.545 ^c ± 143
25	5.849 ^d ± 336	6.544 ^d ± 345	5.798 ^d ± 573	5.740 ^d ± 277	6.968 ^{cd} ± 488	6.960 ^c ± 319	5.481 ^{cd} ± 25	6.224 ^e ± 191	3.899 ^d ± 234
30	5.072 ^d ± 295	5.706 ^e ± 588	4.325 ^e ± 843	2.995 ^e ± 318	6.630,6 ^d ± 348,28	5.779 ^d ± 222	4.468 ^d ± 120	5.908 ^e ± 126	3.542 ^d ± 150

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan. (R) = referente à temperatura de refrigeração; (A) = referente à temperatura ambiente; (E) = referente à temperatura de estufa.

Tabela 2 - Valores médios da degradação do premix vitamínico A submetido a ambiente refrigerado ($6^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$) e ambiente de estufa ($40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$).

Tempo (dias)	Premix A (R) (UI g ⁻¹)	Premix A (A) (UI g ⁻¹)	Premix A (E) (UI g ⁻¹)
0	490.206 ^a ±2.556	490.206 ^a ±2.556	490.206 ^a ±2.556
5	249.808 ^b ±1.332	280.213 ^b ±3.158	229.087 ^b ±2.118
10	235.350 ^c ±2.488	179.255 ^c ±1.447	203.762 ^c ±4.304
15	233.521 ^{cd} ±1.689	148.939 ^d ±5.907	190.792 ^d ±1.324
20	232.059 ^d ±764	146.463 ^d ±1.618	120.760 ^e ±99
25	204.807 ^e ±1.465	81.687 ^e ±972	83.088 ^f ±414
30	106.271 ^f ±1.617	81.596 ^e ±7.644	79.552 ^f ±4.309

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan. (R) = referente à temperatura de refrigeração; (A) = referente à temperatura ambiente; (E) = referente à temperatura de estufa.

refrigeração, houve uma degradação de aproximadamente 78%, demonstrando a falta de estabilidade dessa substância, mesmo no ambiente de refrigeração. Para a degradação do premix em ambiente climatizado, a perda de vitamina foi de aproximadamente 83%. Para o premix vitamínico, submetido ao ambiente de estufa, a queda foi de aproximadamente 84%, demonstrando que temperaturas em torno de 40°C afetam sua estabilidade. Mesmo que a degradação do premix de vitamina A tenha sido elevada e semelhante nos três ambientes, pode-se afirmar que ela foi maior nos ambientes climatizado e de estufa e menor no ambiente refrigerado.

A vitamina A e os carotenóides têm boa estabilidade durante o processamento dos alimentos (DEMAN, 1999). Perdas podem acontecer a altas temperaturas ($>80^{\circ}\text{C}$) na presença de oxigênio.

Possíveis perdas durante o armazenamento de alimentos são mais afetadas pelo tempo do que pela temperatura de armazenamento. Estudos com avaliação da degradação da vitamina A em fórmulas entéricas armazenadas a 4, 20 e 30°C no período de 3, 6 e 9 meses observaram que não houve um decréscimo significativo do teor de vitamina A na formulação que passou pelo período de três meses em 4°C . Entretanto, houve um grande decréscimo nos outros períodos de estocagem, como 46% após seis meses e 85% após nove meses a 4°C . Nas fórmulas que foram mantidas por três, seis e nove meses em 20° ou 30°C , observou-se uma redução na vitamina A entre 2 e 5%, 53 e 58%, 89 e 98%, respectivamente (FRIAS & VIDAL-VALVERDE, 2001).

Na tabela 3, são apresentados os teores de vitamina E nas três rações para camarão nos tempos iniciais (controle) e de cinco em cinco dias até o trigésimo dia.

Tabela 3 - Valores médios da degradação de vitamina E das rações submetidas a ambiente refrigerado ($6^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$) e ambiente de estufa ($40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$).

Tempo (dias)	Ração 1(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(R) (UI kg ⁻¹)	Ração 1(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(A) (UI kg ⁻¹)	Ração 1(E) (UI kg ⁻¹)	Ração 2(E) (UI kg ⁻¹)	Ração 3(E) (UI kg ⁻¹)
0	5,29 ^a ± 0,35	5,20 ^a ± 0,69	2,89 ^a ± 0,12	5,29 ^a ± 0,35	5,20 ^a ± 0,69	2,89 ^a ± 0,12	5,29 ^a ± 0,35	5,20 ^a ± 0,69	2,89 ^a ± 0,12
5	4,63 ^b ± 0,05	4,27 ^b ± 0,21	2,62 ^b ± 0,08	3,69 ^b ± 0,04	4,97 ^a ± 0,16	2,74 ^a ± 0,17	3,86 ^b ± 0,31	3,38 ^b ± 0,34	2,25 ^b ± 0,18
10	4,40 ^b ± 0,10	3,94 ^b ± 0,11	2,58 ^b ± 0,23	3,32 ^c ± 0,09	4,71 ^{ab} ± 0,29	2,71 ^a ± 0,12	3,73 ^b ± 0,39	3,33 ^b ± 0,04	2,18 ^b ± 0,18
15	3,32 ^c ± 0,09	3,92 ^b ± 0,11	2,12 ^c ± 0,05	3,00 ^d ± 0,03	4,35 ^b ± 0,08	2,69 ^a ± 0,18	3,68 ^b ± 0,08	3,15 ^b ± 0,24	2,15 ^b ± 0,05
20	2,67 ^d ± 0,18	2,34 ^c ± 0,19	1,78 ^d ± 0,08	1,73 ^c ± 0,31	3,68 ^c ± 0,30	2,29 ^b ± 0,10	3,44 ^b ± 0,24	2,99 ^b ± 0,17	2,04 ^b ± 0,11
25	1,14 ^e ± 0,10	0,00 ^d ± 0,00	1,34 ^e ± 0,05	1,48 ^e ± 0,10	2,49 ^d ± 0,16	2,28 ^b ± 0,20	0,97 ^c ± 0,13	0,00 ^e ± 0,00	1,69 ^c ± 0,10
30	0,00 ^f ± 0,00	0,00 ^d ± 0,00	0,00 ^f ± 0,00	0,62 ^f ± 0,06	1,34 ^e ± 0,14	2,17 ^b ± 0,04	0,00 ^d ± 0,00	0,00 ^a ± 0,00	0,00 ^d ± 0,00

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan. (R) = referente à temperatura de refrigeração; (A) = referente à temperatura ambiente; (E) = referente à temperatura de estufa.

Observou-se um decréscimo de 100% ao fim do experimento nas rações 1, 2 e 3, submetidas ao ambiente refrigerado. Para as rações armazenadas em ambiente climatizado, observou-se um decréscimo do nível dessa vitamina em torno de 25 a 88% do início ao fim do experimento nas rações 1, 2 e 3. Os resultados obtidos mostram que a ração 3 apresentou menor perda de vitamina E (25%), talvez pelo fato de encontrar-se fisicamente protegida pela estrutura da ração (pelets). Nas rações 1, 2 e 3, armazenadas em ambiente de estufa, foi observada perda total dessa vitamina (100%) ao fim do experimento. Pode-se observar que, na ração 2, desde o vigésimo quinto dia, houve a perda de 100% da vitamina E.

As amostras de ração que apresentaram total degradação da vitamina E, foram aquelas expostas aos ambientes refrigerado e de estufa. No caso do ambiente de estufa, a degradação deve-se ao fato de a temperatura favorecer o processo de oxidação de lipídios que, por consequência, degrada a vitamina E. BALL (2006), em seus trabalhos, relatou que a oxidação gradual das vitaminas A e E pode ocorrer durante o armazenamento em ambiente congelado, se os produtos alimentícios tiverem sido expostos ao oxigênio no processo de empacotamento.

Pesquisas demonstraram alteração nos teores de vitaminas A e E em fórmulas alimentícias entéricas, nos períodos de 3, 6 e 9 meses, em armazenamento a 4, 20 e 30°C. Em relação ao teor de vitamina E, houve um grande decréscimo de seus níveis, e esse decréscimo foi relativo à temperatura, pois, em temperatura de 4°C, a degradação foi menor que em temperaturas mais elevadas. Como exemplo, pode-se destacar a amostra de três meses de armazenamento, na qual seu nível de perda foi de 2,5% a 4°, 24% a 20°C e 40% a 30°C (FRIAS & VIDAL-VALVERDE, 2001). Outros estudos mostraram que, para leite materno, o teor de vitamina E em refrigeração diminuiu significativamente suas concentrações após 96h de armazenamento, com redução de aproximadamente 25% (ROMEU-NADAL et al., 2008).

Na tabela 4, observa-se a degradação da vitamina E do premix vitamínico em diferentes ambientes. No premix vitamínico armazenado em ambiente de refrigeração, a degradação foi de aproximadamente 71% até o final do experimento, demonstrando a falta de estabilidade dessa substância mesmo no ambiente de refrigeração. Para o premix armazenado em ambiente climatizado, a queda foi de 82%. A degradação em ambiente de estufa foi de aproximadamente 81%, demonstrando que temperaturas elevadas afetam sua conservação.

O processamento e armazenamento de alimentos podem resultar perdas de tocoferol

Tabela 4 - Valores médios da degradação do premix vitamínico E submetido à ambiente refrigerado (6°C±2°C), ambiente climatizado (20°C±3°C) e ambiente de estufa (40°C±3°C).

Tempo (dias)	Premix E (R) (UI g ⁻¹)	Premix E (A) (UI g ⁻¹)	Premix E (E) (UI g ⁻¹)
0	12,01 ^a ±0,09	12,01 ^a ±0,09	12,01 ^a ±0,09
5	6,16 ^b ±0,17	6,95 ^b ±0,14	7,13 ^b ±0,38
10	4,70 ^c ±0,48	6,51 ^c ±0,09	6,56 ^c ±0,01
15	4,26 ^{cd} ±0,29	4,79 ^d ±0,05	6,25 ^{cd} ±0,21
20	3,97 ^{de} ±0,63	4,19 ^e ±0,01	5,96 ^d ±0,35
25	3,58 ^e ±0,04	3,01 ^f ±0,12	3,18 ^e ±0,11
30	3,49 ^e ±0,19	2,17 ^g ±0,22	2,23 ^f ±0,04

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan. (R) = referente à temperatura de refrigeração; (A) = referente à temperatura ambiente; (E) = referente à temperatura de estufa.

significativas. DEMAN (1999) relata um exemplo da perda elevada de tocoferóis durante a fritura de batatas. O mesmo autor também relata a degradação da vitamina E em batatas durante o armazenamento ambiente e refrigerado, verificando que, após duas semanas de armazenamento do produto em temperatura ambiente, quase a metade do conteúdo de vitamina E estava perdido. As perdas só foram ligeiramente menores durante o armazenamento sob refrigeração. FELLOWS (2000), em estudo com batatas fritas tipo chips, observou perdas de 74% da vitamina E em um período de oito semanas, mesmo sob congelamento.

CONCLUSÃO

Conclui-se que houve perdas significativas por degradação térmica durante o armazenamento das rações e dos premixes utilizados na alimentação de camarões, demonstrando falta de estabilidade das vitaminas lipossolúveis nessas rações e premixes.

REFERÊNCIAS

- ATLANTIS. **A carcinicultura**. Disponível em: <http://www.atlantis.com.br/index_pt.html>. Acessado em 10 jun. 2006. Online.
- BALL, G.F.M. **Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability**. Boca Raton: CRC, 2006. 785p.
- BERBEL, M.M. **Composição nutricional e determinação simultânea de vitaminas lipossolúveis em rações para frangos de corte**. 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos – Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- CONKLIN, D.E. Vitamins. In: D'ABRAMO, L.R. et al. **Crustacean nutrition**. Baton Rouge, Louisiana: Advances in world aquaculture society, 1997. v.6, p.123-149.

- DAMODARAN, S. et al. **Química de alimentos de fennema**. Porto Alegre: Artemed, 2010. 900p.
- DE LEENHEER, A.P. et al. **Modern chromatographic analysis of vitamins**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, 2000. 606p.
- DEMAN, J.M. **Principles of food chemistry**. 3.ed. Maryland: Aspen, 1999. 645p.
- DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403p.
- FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice**. 2.ed. Boca Raton: CRC, 2000. 563p.
- FENUCCI, J.L.; JIMÉNEZ, A.F. Acción de las vitaminas en la dieta de camarones Penaeoideos. In: CRUZ SUÁREZ, L.E. et al. AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 7.; MEMORIAS DEL SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 7., 2004, Hermosillo, Sonora, México. **Anais...** México: Univ. Sonora, 2004. p. 126-144.
- FRIAS, J.; VIDAL-VALVERDE, C. Stability of thiamine and vitamins E and A during storage of enteral feeding formula. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.2313-2317, 2001. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf001243d>>. Acesso em: 13 jul. 2007. doi: 10.1021/jf001243d.
- GIACOMINI, L.Z. **Quantificação de vitamina A em concentrados polivitamínicos por cromatografia líquida de alta eficiência**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- GOMIS, D. B. et al. Simultaneous determination of fat-soluble vitamins and provitamins in Milk by microcolumn liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.891, p.109-114, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00623-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00623-3)>. Acesso em: 20 out. 2006. doi: 10.1016/S0021-9673(00)00623-3.
- MAZZUCO, H. **Vitaminas: funções metabólicas e exigências nutricionais para poedeiras comerciais**. Disponível em: <<http://www.nordesteural.com.br>>. Acesso em: dez. 2006.
- MOLINA-POVEDA, C. et al. Estrategia de alimentación de acuerdo a la demanda fisiológica del Juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boone). In: CRUZ-SUÁREZ, L.E. et al. (Eds.). AVANCES EN NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 6.; MEMORIAS DEL SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 7., Cancún, Quintana Roo, México. **Anais...** México: Univ. Quintana Roo, 2002. p.98-113.
- QIAN, H.; SHENG, M. Simultaneous determination of fat-soluble vitamins A, D and E and pro-vitamin D2 in animal feeds by one-step extraction and highperformance liquid chromatography analysis. **Journal of Chromatography A**, v.825, p.127-133, 1998. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673\(98\)00733-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9673(98)00733-X)>. Acesso em: 12 ago. 2008. doi:10.1016/S0021-9673(98)00733-X.
- ROMEU-NADAL, M. et al. Effect of cold storage on vitamins C and E and fatty acids in human milk. **Food Chemistry**, v.106, p.65-70, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.046>>. Acesso em: 10 fev 2009. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.05.046.