

## DEFUMAÇÃO LÍQUIDA DA TRUTA ARCO-ÍRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*): EFEITOS DO PROCESSAMENTO E DA ESTOCAGEM NAS PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS\*.

Cleso de MORAIS<sup>1</sup>  
Thais Mourão MACHADO<sup>2</sup>  
Mário TAVARES<sup>3</sup>  
Emy TAKEMOTO<sup>3</sup>  
Helena Yuco YABIKU<sup>3</sup>  
Maristela Satou MARTINS<sup>3</sup>

RIALA 6/813

MORAIS, C. de; MACHADO, T. M.; TAVARES, M.; TAKEMOTO, E.; YABIKU, H.Y. & MARTINS, M. S. - Defumação líquida da truta arco-íris (*Oncorhynchus Mykiss*): Efeito do processamento e da estocagem nas propriedades físicas, químicas e sensoriais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 56 (2): 43-48, 1996.

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar os efeitos do processamento e da estocagem na qualidade do produto defumado, foram realizados ensaios de defumação líquida com filés de truta arco-íris. Utilizou-se dois procedimentos (com e sem cocção parcial do pescado), que foram comparados entre si durante a estocagem a -10°C por 150 dias. Aroma natural de fumaça líquida foi aplicada diretamente nos filés na etapa de salmouragem, após o que um lote (sem sofrer cocção) foi imediatamente congelado em túnel, com circulação forçada de ar, operando a -30°C, enquanto que o outro sofreu cocção, secagem e congelamento a -30°C. Ambos os lotes foram embalados, individualmente, em sacos plásticos logo após o congelamento, sendo avaliados nos períodos de zero, 60, 90 e 150 dias de estocagem, através de análises físicas, químicas e sensoriais. Os parâmetros analisados foram: umidade, cinzas, cloretos, bases voláteis totais (BVT), reação de Kreis (ranço), reação de Eber para gás sulfídrico, pH e 3,4 benzopireno. O teor de umidade em todas as amostras que sofreram cocção parcial manteve-se abaixo de 65%, que é o recomendado para tal tipo de produto. Os valores de pH mostraram que nenhum dos produtos processados era mais ácido do que o outro. Os resultados da avaliação sensorial das amostras sem cocção parcial sugerem que, além da textura macia, a concentração de cloreto de sódio (sal) preferida pelos provadores, na fração aquosa, oscilou entre 3,68g% e 4,72g%. As reações negativas, tanto de Kreis como de Eber, revelaram a boa estabilidade dos produtos processados, ao longo do período de estocagem. No entanto, constatou-se níveis relativamente elevados de BVT em todas as amostras analisadas. Por outro lado, não foi detectado o 3,4 benzopireno em nenhuma delas. Os resultados obtidos apontam os efeitos benéficos (sensorial e toxicológico) do citado aroma sobre o produto.

**DESCRITORES:** Truta arco-íris, processamento, defumação líquida, congelamento, estocagem, alterações físico-químicas e sensoriais.

### INTRODUÇÃO

A defumação de pescado por métodos tradicionais ainda é muito utilizada, nos quais o pescado é exposto à fumaça produzida pela combustão incompleta de determinadas madeiras, a uma alta temperatura apropriada<sup>11</sup>.

Antigamente, a defumação principalmente a quente, a qual freqüentemente envolve cocção parcial do produto, era um método de conservação que conferia ao produto uma vida-de-prateleira maior. Todavia, com o desenvolvimento rápido da estocagem frigorificada e facilidades no congelamento, a importância da defumação como método de conservação tem declinado. Na atualidade, além do efeito conservante, a defumação é feita, especialmente na indústria de alimentos, para conferir ao

produto sabor, aroma e coloração desejada pelo consumidor<sup>12</sup>. Em anos recentes, muita atenção tem sido dada aos perigos associados com a presença de compostos carcinogênicos, tal como o 3,4 benzopireno, em alimentos que tenham sido defumados. E isto tem estimulado alterações radicais nas técnicas de defumação, pois as condições que prevalecem durante a mesma, como no caso do pescado, podem ser favoráveis à geração de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH).

Comercialmente, uma das mais importantes modificações trazidas ao processo de defumação, pela fumaça líquida, é a maior flexibilidade aos métodos de aplicação e melhor controle da cor e do sabor da carne defumada. Além disso, permite também a redução da emissão de resíduos na atmosfera e a deposição de compostos carcinogênicos na carne. A fumaça líquida (fumaça recolhida

\*Realizado no Setor de Pescado do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Guarujá-SP; na Estação Experimental de Salmonicultura do Instituto de Pesca, Campos do Jordão-SP, e nas Seções de Óleos, Gorduras e Condimentos e de Aditivos do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo-SP.

1. Do Instituto de Tecnologia de Alimentos; 2. Do Instituto de Pesca; 3. Do Instituto Adolfo Lutz.

em água) pode ser filtrada, reduzindo ainda mais o teor destes compostos polinucleados<sup>6</sup>. Ademais, apresenta vantagens no processo de defumação em si, pois permite utilizar equipamentos mais compactos, sua produção e limpeza requerem menos mão-de-obra, e o maior controle da cor e do sabor traz mais uniformidade ao produto acabado<sup>9</sup>. A falta de tal controle no processo tradicional (defumação direta) é devido, principalmente, à grande variação na composição da fumaça gerada.

Atualmente, grande proporção de pescado defumado é congelado logo após o processo de defumação e, em seguida, submetido a estocagem frigorificada<sup>11</sup>. Tal fato vem sendo observado no Brasil, principalmente com a truta arco-íris criada em cativeiro. Porém, durante a estocagem, ocorrem alterações deteriorativas em taxas que são dependentes das temperaturas de estocagem, resultando no desenvolvimento de sabores indesejáveis<sup>11</sup>.

Assim, o presente trabalho foi direcionado com o intuito de se verificar os efeitos do processamento e da estocagem nas propriedades físicas, químicas e sensoriais, da truta arco-íris defumada com fumaça natural líquida existente no comércio. Além disso, verificar o efeito da fumaça líquida no retardamento da rancificação da gordura do pescado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matérias-primas

Utilizou-se neste trabalho frutas arco-íris provenientes da Estação Experimental de Salmonicultura "Dr. Ascânio de Faria" do Instituto de Pesca, da Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, base sediada em Campos do Jordão-SP, nos meses de dezembro de 1994 e junho de 1995. Os animais foram cultivados em tanques de alvenaria retangulares (10m x 1m x 1m), abastecidos com fluxo contínuo de água, de modo a promover uma renovação total do volume do tanque. Trabalhou-se com uma densidade média de 15kg de truta/m<sup>3</sup>.

Foi usada na alimentação dos peixes ração peletizada específica para truta, de marca disponível no comércio, com a seguinte composição: umidade, máxima 9%; proteína bruta, mínima 43%; cálcio, 4%; fósforo, mínimo 2%; fibras, 4%; minerais, 17%. A taxa de arrastamento variou de 8% a 1% do peso vivo/dia, decrescente com o aumento do tamanho dos peixes.

Sal não refinado comercial foi usado na salmouragem. Para a defumação, utilizou-se fumaça natural líquida comercial.

### Despesca dos peixes

A despesca foi realizada por volta das 9:00 horas. O nível da água dos tanques foi abaixado e os peixes retirados com puçá e transportados em recipientes com água até o laboratório, para o abate.

### Abate dos peixes

O abate foi realizado por volta das 15:10 horas. Os animais foram imersos em recipientes contendo solução anestésica (benzocaina na proporção de 1:10.000), durante 60 segundos.

### Tratamento dos peixes

Os peixes foram pesados e medidos (comprimento-padrão) antes de serem eviscerados.

A evisceração foi realizada em uma evisceradora elétrica que, após a abertura da cavidade celomática, removida por sucção, em uma única operação, as vísceras e guelras dos peixes. Após a lavagem em água corrente, os peixes foram acondicionados em caixas de isopor com gelo e, em seguida, transportados para a Usina-Piloto de Processamento de Pescado do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, em Guarujá - SP. A utilização dos peixes foi feita após 24 horas de armazenagem em gelo.

### Preparação e aplicação da fumaça natural líquida

A partir do extrato comercial, previamente selecionado entre 4 produtos do mercado, preparou-se uma solução de fumaça líquida contendo 40% (p/v) do mesmo. Essa fumaça foi adicionada diretamente à salmoura na operação de salmouragem, na base de 1% (p/p) em relação ao peso do pescado. Tal tratamento proporciona uma penetração do sabor e aroma de fumaça no interior do músculo do pescado.

O extrato (solução concentrada de fumaça natural) selecionado, com base no teor do 3,4 benzopireno, possui as seguintes propriedades químicas, segundo o fabricante: pH, 4,5-5,0; acidez total (em ácido acético), máximo 4%; compostos de aroma de fumaça, 40-45mg/g.

### Processamento dos produtos defumados

Foram elaborados dois tipos de produtos, conforme mostra o esquema de processamento indicado na Fig. 1.

Algumas das condições mais adequadas de processamento foram obtidas experimentalmente; outras fixadas com base na literatura<sup>3,4,14</sup>.

### Salmouragem

O sal comercial utilizado na preparação da salmoura sofreu esterilização pelo calor à temperatura de 100°C, durante 15 minutos<sup>15</sup>.

As trutas inteiras evisceradas, pesando em média 500 gramas, foram submetidas a salga em salmoura saturada de cloreto de sódio (21,8%), contendo a fumaça natural líquida comercial. Utilizou-se na salmouragem 3 partes de salmoura para 1 parte de pescado, sendo o tempo de salmouragem de 3,5 horas a 25°C. Tal tratamento visou conferir ao pescado uma concentração de sal no músculo de 3%, de modo que o produto acabado apresentasse teor de sal de cerca de 4%.

Seguindo a operação de salmouragem, as trutas foram lavadas em salmoura (3% de sal), para a remoção do excesso de sal da superfície do pescado e, então, submetidas ao repouso (de um dia para outro) em câmara a 0±2°C. Tal repouso visa ao equilíbrio de sal, no músculo do pescado.

Concluída a etapa de repouso, o lote de trutas foi dividido em dois. Um deles não foi submetido a cocção e secagem (ASCS - amostra sem cocção e secagem), sendo imediatamente congelado em túnel, com circulação forçada de ar, operando a -30°C; e outro lote sofreu cocção /secagem (ACCS) através de tratamento térmico.

### Tratamento térmico

Esta etapa é fundamental no processo de defumação líquida, pois promove a formação de cor na superfície do músculo e a homogeneização do extrato. Para tanto, utilizou-se, nesta etapa, os aquecedores elétricos de um

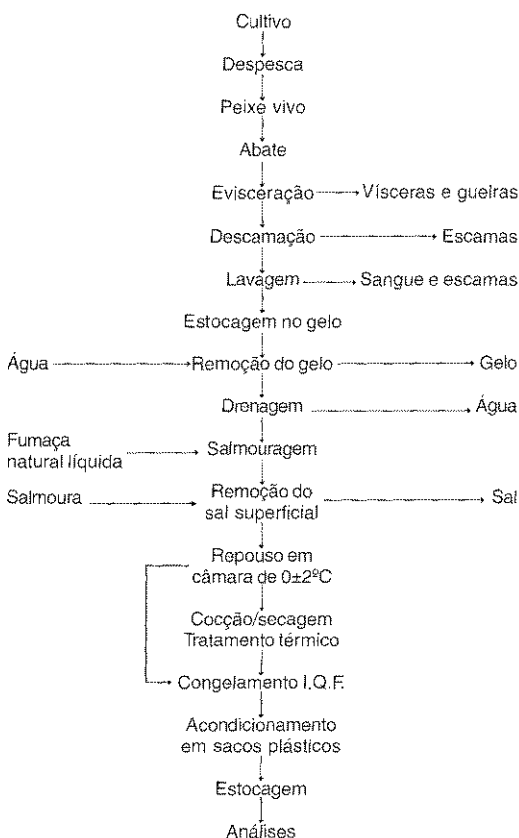


Figura 1 - Fluxograma de processamento da truta arco-íris.

defumador Torry Mini-Kiln, AFOS, Hull, Inglaterra, que permite o controle da temperatura. Dessa forma, as trutas inteiras sofreram tratamento térmico, seguindo 4 etapas: 1 hora a 35°C; 1 hora a 65°C; 20 minutos a 75°C e 30 minutos 85°C para atingir a temperatura interna de 65°C. Concluído o tratamento térmico, os produtos foram congelados, conforme mencionado anteriormente.

#### Estocagem

Os lotes de produtos foram embalados individualmente, em sacos plásticos, logo após o congelamento. E, em seguida, foram estocados em um freezer doméstico operando a -10°C. A estabilidade dos produtos processados durante a estocagem foi acompanhada pelas análises físicas, químicas e organolépticas, realizadas em quatro épocas (zero, 60, 90 e 150 dias) após o processamento.

#### Métodos analíticos

Amostras descongeladas de 4 filés de truta arco-íris defumada, tomadas aleatoriamente dos lotes, foram submetidas a análises físicas e químicas, em duplicata.

#### Análises físicas

pH - Foi determinado eletrometricamente, conforme o método descrito nas *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*.

#### AVALIAÇÃO ORGANOLÉPTICA

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Instrução: Indicar com um "X" o grau de qualidade que mais acuradamente descreve cada produto:

Odor									Pontos
Agradável a fumaça									3
Insuperável, ligeiramente rançoso									2
Ligeiramente pútrido									1
Pútrido									0
Sabor									Pontos
Muito agradável, sabor característico de fumaça									3
Bom, ligeiramente seco									2
Regular, algo rançoso									1
Desagradável, picante, rançoso									0
Aparência									Pontos
Brilhante, ouro metálico									3
Opaco, exsudação ligeira de gordura									2
Rugoso, cerosa, exsudação de gordura									1
Consistência									Pontos
Firme									3
Ligeiramente seca ou dura									2
Muito seca ou dura									1
	AMOSTRA A				AMOSTRA B				
Odor	0	1	2	3	0	1	2	3	
Sabor	0	1	2	3	0	1	2	3	
Aparência	0	1	2	3	0	1	2	3	
Consistência	0	1	2	3	0	1	2	3	

Comentários: \_\_\_\_\_

Figura 2 - Escala hedônica utilizada na avaliação organoléptica dos produtos processados.

Umidade e cinzas - Segundo os métodos preconizados pela AOAC<sup>1</sup>.

#### Análises químicas

As análises de cloretos, gás sulfídrico, reação de Kreis e bases voláteis totais (BVT) foram realizadas de acordo com as *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*.

Para a determinação do 3,4 benzopireno, recorreu-se ao método de JOE Jr.<sup>8</sup>, que emprega cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

#### Avaliação organoléptica

Para a avaliação do odor, sabor, aparência e consistência, as amostras dos produtos processados eram cozidas (grelhadas) e submetidas ainda quentes a cada provador para avaliação. O julgamento organoléptico feito por 7 provadores, com habilidade para distinguir, identificar e qualificar os atributos sensoriais. Para tanto, utilizaram escalas de categorias de 1 a 3 pontos e de 0 a 3 pontos, conforme mostra a Figura 2. Estipulou-se que as amostras seriam consideradas inadequadas quando a média fosse inferior a 1,5.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução das alterações verificadas nos produtos processados, avaliadas por meio de análises físicas e químicas, ao longo do período de estocagem, são observadas nas Tabelas 1 e 2. Verifica-se, pelas mesmas que, com exceção das amostras que não sofreram tratamento térmico, o teor de umidade observado esteve abaixo de 65%, recomendado para tal tipo de produto.

O teor de umidade de produtos defumados de pescado é importante na avaliação da sua qualidade. À medida que diminui o teor de umidade o produto defumado fica cada vez mais com consistência seca ou dura.

Os teores de cinzas das amostras analisadas oscilaram entre 3,99% e 7,20% e, de um modo geral, as amostras sem tratamento térmico apresentaram teores mais baixos que as demais (Tabelas 1 e 2). O aparente aumento desses teores no produto, após a cocção, deve-se à diminuição, principalmente, do teor de umidade durante o tratamento térmico (Tabelas 1 e 2).

Considerando-se que um teor de sal de 3% na fração aquosa do músculo do pescado é o suficiente para inibir o crescimento de *Clostridium botulinum*, vê-se, na Tabela 3, que os teores de sal encontrados estão acima daquele recomendado. Assim sendo, o processo de salmouragem não precisa ser revisto para assegurar a referida estabilidade microbiológica.

As amostras que sofreram tratamento térmico apresentaram valores mais elevados (6,4 a 7,2) de pH, em relação às demais, cujos valores foram iguais ou inferiores a 6,5 (Tabelas 1 e 2). Valor elevado de pH como o de 7,2 (Tabela 1) sugere atividade enzimática ou de bactérias, alterando, assim, a concentração de íons de hidrogênio livre do produto.

Durante a estocagem, evidenciou-se que as amostras analisadas apresentaram níveis relativamente elevados de bases voláteis totais (BVT), oscilando, na amostra sem tratamento térmico, de 236mg N/100g a um máximo de 258mg N/100g, enquanto que na amostra com tratamento térmico oscilou de 240mg N/100g a 248mg N/100g. Contudo, os valores encontrados foram superiores a 200mg N/100g, limite de qualidade considerado aceitável por CONNELL<sup>2</sup>. Segundo MACKIE & cols.<sup>10</sup>, a maior produção de BVT pode ser indicativa de maior degradação de aminoácidos e proteínas por enzimas microbianos ou do próprio tecido muscular. Constatou-se, entretanto, em todas as amostras analisadas, a ausência de gás sulfídrico, indicando que não houve, no período de estocagem, a degradação de proteínas dos produtos processados. Os resultados obtidos sugerem que o teor do BVT não é um bom índice na avaliação da qualidade da truta arco-íris (peixe de água doce) salgada.

Também a rancidez oxidativa nos produtos não foi observada pela reação de Kreis (Tabelas 1 e 2). Cabe mencionar que antioxidantes naturais existentes na fumaça líquida são eficientes<sup>16</sup> e podem ter influenciado neste resultado.

O acompanhamento das alterações nas características, durante a estocagem, é mostrado nas Tabelas 4 e 5. Os resultados atestam a boa estabilidade organo-

TABELA 1

Características físicas e químicas durante a estocagem a -10°C, da truta arco-íris defumada inteira e com tratamento térmico.

Tempo de estocagem (dias)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cloretos (%)	BVT* mg N/100g	Reações de Kreis/ H <sub>2</sub> S	
					pH	
Zero	58,35	7,20	5,07	240	6,5	Neg.
60	61,16	5,00	3,95	246	6,4	Neg.
90	64,74	4,94	3,91	248	6,5	Neg.
150	60,17	5,33	3,93	244	7,2	Neg.

\* Bases voláteis totais.

TABELA 2

Características físicas e químicas durante a estocagem a -10°C, da truta arco-íris defumada inteira e sem tratamento térmico.

Tempo de estocagem (dias)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cloretos (%)	BVT* mg N/100g	Reações de Kreis/ H <sub>2</sub> S	
					pH	
Zero	71,54	3,99	2,73	236	6,5	Neg.
60	71,17	4,71	3,95	247	6,4	Neg.
90	71,53	4,42	3,54	255	6,4	Neg.
150	69,63	4,76	3,73	258	6,4	Neg.

\* Bases voláteis totais.

TABELA 3

Concentração de sal na fração aquosa do tecido muscular da truta arco-íris defumada inteira, com e sem tratamento térmico.

Tempo de estocagem (dias)	Sal (%)		Umidade (%)		Teor de sal na fração aquosa (%)	
	I	II	I	II	$\left( \frac{\% \text{ sal}}{\% \text{ sal} + \% \text{ umidade}} \times 100 \right)$	
					I	II
Zero	5,07	2,73	58,35	71,54	7,99	3,68
60	3,95	3,95	61,16	71,17	6,07	5,26
90	3,91	3,54	64,74	71,53	5,70	4,72
150	3,93	3,73	60,17	69,63	6,13	5,09

I-Amostra com tratamento térmico. II-Amostra sem tratamento térmico

TABELA 4

Notas médias atribuídas pelos provadores na avaliação organoléptica, durante a estocagem a -10°C, da truta arco-íris defumada inteira com tratamento térmico.

Tempo de estocagem (dias)	Notas médias da equipe de provadores para cada atributo			
	Odor	Sabor	Aparência	Consistência
Zero	3,0	3,0	3,0	2,0
60	3,0	3,0	3,0	2,0
90	3,0	3,0	3,0	2,0
150	3,0	2,0	3,0	2,0

TABELA 5

Notas médias atribuídas pelos provadores na avaliação organoléptica, durante a estocagem a -10°C, da truta arco-íris defumada inteira sem tratamento térmico.

Tempo de estocagem (dias)	Notas médias da equipe de provadores para cada atributo			
	Odor	Sabor	Aparência	Consistência
Zero	3,0	3,0	2,8	3,0
60	3,0	2,5	2,8	3,0
90	3,0	2,5	2,8	2,0
150	3,0	2,0	2,8	2,0

léptica dos produtos, não sendo detectado o desenvolvimento de sabor e odor estranhos. Esses resultados estão de acordo com o observado na análise química dos produtos (Tabela 1).

Não houve diferença marcante entre os produtos no que concerne a sabor e odor, como pode ser verificado nas Tabelas 4 e 5. Todavia, pode-se observar que o produto sem tratamento térmico obteve as maiores notas em relação a quase todos os atributos avaliados.

Em relação ao sabor salgado, segundo comentários dos provadores, a concentração de sal entre 3,68g% e 4,72g%, na fração aquosa dos filés sem tratamento térmico, foi a preferida.

Por outro lado, houve diferença acentuada entre os produtos em relação ao sabor defumado, o produto sem tratamento térmico sendo considerado superior em relação a esse atributo. Todavia, o produto com tratamento térmico foi superior quanto ao atributo aparência. A razão disso é que o tratamento térmico provoca reações na superfície do pescado, causando coloração mais intensa, tais como as que ocorrem entre compostos carbonílicos (existentes na fumaça natural líquida) e aminoácidos e a liberação de gordura ocasiona maior brilho, com benefício para a aparência do produto.

As apreciações organolépticas indicam que o produto sem tratamento térmico apresentou a consistência mais favorável, sendo classificada próxima do ideal (Tabelas 4 e 5). A melhor consistência é assumida por ser resultante da menor desidratação e desnaturação, bem como menos sal. Verifica-se, pela Tabela 5, que o produto sem tratamento térmico, com 150 dias de estocagem, apresentou um aumento em sua consistência, isto é, ficou ligeiramente seco. Tal aumento tem sido

atribuído à perda de umidade (Tabela 2) e ligações cruzadas de proteínas<sup>13</sup>.

Os resultados da seleção do concentrado de fumaça natural, com base no teor de 3,4 benzopireno, evidenciaram que as amostras comerciais de fumaça natural líquida apresentaram níveis daquela substância oscilando de 0,42 ppb a um máximo de 4,42 ppb. A variação do 3,4 benzopireno observada nas amostras comerciais de fumaça líquida, reflete diferentes métodos de obtenção. Assim, dosagens realizadas por GILBERT & cols.<sup>5</sup>, em 15 preparações de fumaça líquida disponíveis no mercado, também apresentaram uma variação do 3,4 benzopireno na faixa de 0,05 a 1,05 ppb. Entretanto, a ausência do mesmo foi observada em todas as amostras dos produtos processados. Tal fato pode ser provavelmente atribuído à condensação do hidrocarboneto, face às condições de processamento adotadas.

Como em nossa região a madeira predominante é o eucalipto, recomenda-se o seu uso devido a sua boa qualidade e facilidade de obtenção. Ademais, o seu sabor e aroma são apreciados, além de conferir a cor dourada desejável para o produto defumado. Diante disso, preparou-se, para fins de dosagem do 3,4 benzopireno, a fumaça gerada pela queima da serragem do eucalipto em um defumador Torry Mini-Kiln, AFOS. Essa fumaça foi recolhida em água destilada e em óleo vegetal e, em seguida, dosada quanto ao 3,4 benzopireno. Os resultados obtidos foram 0,78 ppb e 10,44 ppb na água e no óleo, respectivamente.

O baixo teor de 3, 4 benzopireno verificado na solução aquosa de fumaça líquida foi o motivo da escolha desse tipo de produto na operação de salmouragem do presente trabalho.

RIALA 6/813

MORAIS, C. de; MACHADO, T.M.; TAVARES, M.; TAKEMOTO, E.; YABIKU, H.Y. & MARTINS, M.S. - Liquid smoke of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects of processing and storage on the physical, chemical and sensorial properties.

**ABSTRACT:** In order to evaluate the effects of processing and storage on the quality of smoke product, rainbow trout were liquid smoked under experimental conditions using two procedures (with and without partial cooking of the fish). Both procedures were compared during a frozen storage period of 150 days. Natural liquid smoke was added directly to the trout fillets while brining the fish. After this, one lot was immediately frozen in a tunnel freezer at -30°C and the other lot subsequently cooked, dried and frozen at -30°C. Both lots were wrapped individually in plastic bags soon after frozen operation and were assessed by physical, chemical and sensorial analyses after zero, 60, 90 and 150 days of storage. The analysed parameters were: moisture, ash, chloride, total volatile basis (TVB), Kreis's reaction (rancidity), Eber's reaction for sulphidric gas, pH and 3,4 benzopyren. The moisture content was below 65% for all cooked samples, that is recommended for such type of product. With respect to the pH values, no product was more acid than the other. Sodium chloride content in the water phase of the uncooked samples, between 3,68% and 4,72%, was preferred by panelists besides its soft texture. Kreis's and Eber's reactions were negatives in all samples analysed. Thus, all procedures result in products having good stability during storage period. However, a considerable increase in the percentage of TVB was observed in all samples analysed during frozen storage. On the other hand, it was shown that the search for 3,4 benzopyren has been negative. The results obtained suggest that the beneficial effect of the natural liquid smoke aroma isn't only on toxicological aspect but in the sensorial quality of the product also.

**DESCRIPTORS:** Rainbow trout, processing, liquid smoke, freezing, storage, physical, chemical and sensorial changes.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que os ensaios experimentais foram realizados, os resultados obtidos atestam a boa estabilidade dos produtos processados nas propriedades físicas, químicas e organolépticas, podendo ser mantidos por 150 dias a temperatura de -10°C. Além disso, pode-se afirmar que o efeito benéfico do aroma de fumaça natural líquida não é apenas sobre o aspecto toxicológico como também do ponto-de-vista tecnológico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12<sup>nd</sup> ed. Washington, D.C., ADAC, 1975. p. 115-6.
2. CONNELL, J.J. *Control of Fish Quality*. Fishing News Books Ltd. 1975. p.127.
3. FAO. Smoke curing of fish. *FAO Fisheries Reports* (88). FAO, Rome, 1970. p.43.
4. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Food manufacturing practice, fish and seafood products, smoke and smoke flavored fish. *Fed. Register*, 35:221, Part: 12A, 1970.
5. GILBERT, J. & KNOWLES, M.E. The chemistry of smoke foods: a review. *J. Food Technol*, 10: 245-6, 1975.
6. HOLLENBECK, C.M. Liquid smoke: up-date. *National Provisioner* 1967 (13):60-3, 69-70, 1972.
7. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, IMESP, v.1, 3<sup>a</sup> ed., 1985. 533p.
8. JOE, Jr., F.L.; SALEMME, J. & FAZIOT, T. Liquid chromatographic determination of trace residues of polynuclear aromatic hydrocarbons in smoked foods. *J. of the Association of Official Analytical Chemists*, 67: 1076-1082, 1984.
9. LENGES, J. Quelques considerations sur la fumaison des produits de viande. *Rev. Fermentation Ind. Alim*, 27(2): 53-60, 1972
10. MACKIE, M.; HARDY, R. & HOBBS, G. Fermented fish products. *FAO Fish Report*, (100): 54p., Rome, 1971.
11. MOINI, S. & STOREY, R.M. *Inhibition of the trimethylamine oxide degrading enzyme in frozen smoked cod*. In: *Advances in Fish Science and Technology*, ed. CONNELL, J.J. . Fishing News Books Ltd., England, 1980. p. 279-83.
12. MORAIS, C. de & ESPINDOLA FILHO, A. *Princípios de defumação de pescado*. In: *Seminário sobre Tecnologia de Salga e Defumação de Pescado*, ITAL, Guarujá, 1995. p. 168-177.
13. OKONIKWO, T.M.; OBANU, Z.A. & DEDWARD, D.A. The stability of some intermediate moisture smoked meats during storage at 30°C and 38°C. *Meat Sci.*, 31:245-55, 1992
14. SCHINDLER, J. *Defumação - Nova Tecnologia*. In: *Seminário sobre Tecnologia de Salga e Defumação de Pescado*, ITAL, Guarujá, 1995. p. 50-57.
15. WATANABE, K. Bactéria vermelha do peixe salgado. *Brasil Salineiro*. Rio de Janeiro, v.5, 1980. p. 12-3.
16. WATTS, B.M. & FAULKENER, M. Antioxidant effect of liquid smokes. *Food Technol*, 11(3): 158-61, 1954.

Recebido para publicação em 31/07/96