

# ESTABILIZAÇÃO DE FARINHA DE AVEIA DA CULTIVAR UPF 18 POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO A VAPOR

OAT FLOUR STABILIZATION OF UPF 18 CULTIVAR BY HYDROTHERMAL TREATMENT AT VAPOR

WEBER, Fernanda H.<sup>1</sup>; ELIAS, Moacir. C.<sup>2</sup>; GUTKOSKI, Luiz. C.<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da intensidade dos tratamentos hidrotérmicos por vapor à pressão atmosférica aplicados nas cariopses de aveia (*Avena sativa* L) da cultivar UPF 18 e monitorar a estabilidade das farinhas durante o armazenamento. As cariopses de aveia foram submetidas ao vapor com tempos de exposição de 1,2; 5; 15; 25; 29,1 minutos e temperatura de secagem de 43,4; 60; 100; 140 e 156,5 °C, totalizando dez experimentos. As amostras foram secas para um teor de 8% de umidade, moídas, acondicionadas em sacos plásticos e realizadas as determinações físicas e químicas. Produtos mais escuros foram obtidos na temperatura de secagem de 156,5 °C. Os valores experimentais de viscosidade não apresentaram diferenças significativas, mostrando que o tratamento hidrotérmico nas condições utilizadas, não afeta o amido das farinhas de aveia obtidas. A atividade residual das enzimas lipase e peroxidase dos produtos diminuiu com a elevação do tratamento hidrotérmico. Os peróxidos não foram detectados, mesmo na amostra com tratamento mais drástico.

Palavras-chave: aveia, tratamento hidrotérmico, estabilidade.

## INTRODUÇÃO

O processamento convencional de aveia envolve a eliminação das porções externas do grão através do descascamento. As cariopses obtidas são cortadas entre dois e quatro pedaços, tratadas hidrotérmicamente, flocadas, secas e embaladas (DEANE & COMMERS, 1986). Neste processo, as enzimas são inativadas, a pré-gelatinização do amido não ocorre, e o sabor da aveia é fracamente realçado, por ser o tratamento térmico relativamente brando.

O equipamento, em que é realizado o tratamento hidrotérmico, consiste de uma câmara cilíndrica ou retangular em que os injetores de vapor estão cuidadosamente arranjados, para umedecer uniformemente todas as áreas durante a queda lenta e gradual da massa de grãos cortados. O tratador hidrotérmico normalmente está equipado com controladores automáticos, que monitoram continuamente a injeção de vapor e a temperatura do sistema (CALDWELL et al., 1991).

O tempo de retenção no tratador hidrotérmico varia de 15 a 30 minutos, período em que a temperatura das partículas dos grãos aumenta para 95 a 100 °C. Com a injeção de vapor a umidade também aumenta dos 8 a 10% iniciais para 15 a 17% (DEANE & COMMERS, 1986).

A farinha de aveia é obtida da moagem dos flocos finos e aglomerados, depois de secos em secadores de leito fluidizado, a 40 °C e com umidades inferiores a 10%. A moagem pode ser feita em moinho de martelo ou de rolos (CALDWELL et al., 1991).

A aveia apresenta forte tendência à rancidez, devido principalmente as enzimas lipases, produtoras de ácidos graxos livres, os quais, por serem de natureza insaturada, são facilmente oxidados a hidroperóxidos, que, em reações posteriores, se transformam em uma grande variedade de compostos de baixo peso molecular (EKSTRAND et al., 1993).

Enquanto os hidroperóxidos são inodoros e insípidos, os seus produtos de decomposição como aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos, compostos de baixo peso molecular, normalmente contribuem para o desenvolvimento de sabor desagradável. A deterioração de lipídios, além de afetar o sabor, também resulta na destruição de ácidos graxos essenciais e de vitaminas lipossolúveis. Em adição, produtos

<sup>1</sup> Estudante de doutorado do programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela UFPel. Parte da dissertação de mestrado com financiamento parcial do projeto pela Fapergs. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr. em Agronomia. Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da UFPel. C.P. 354; CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Eng. Agr. Dr. em Engenharia de Alimentos. Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Universidade de Passo Fundo; Caixa postal 611, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS; E-mail: gutkoski@upf.tche.br. Bolsista do CNPq.

(Recebido para publicação em 08/05/2001)

de rancidez oxidativa podem possuir atividade tóxica, carcinogênica ou mutagênica (SHAHIDI, 1995).

A lipase não é afetada pelo congelamento ou liofilização, porém é extremamente lábil ao calor (URQUHART et al. 1984). A desnaturação pode ser realizada pela aplicação de vapor à pressão atmosférica em cariopses de aveia com 14-20% de umidade por alguns minutos (POMERANZ, 1974).

EKSTRAND et al. (1993) estudaram a atividade de lipase de aveia por tratamento hidrotérmico. A comparação foi realizada entre aveias que sofreram secagem antes do tratamento hidrotérmico e aveia que somente receberam tratamento hidrotérmico. A atividade de lipase desapareceu após o tratamento a vapor e, permaneceu ativa na aveia que sofreu somente a operação de secagem. A acidez, determinada pela quantidade de ácidos graxos livres, aumentou em todos os tratamentos, porém foi muito mais prronunciada nas amostras que não foram secas ou tratadas termicamente.

GUTKOSKI et al. (1994) estudando condições de estabilização térmica de três cultivares de aveia constataram que a exposição durante 20 minutos, ao tratamento hidrotérmico à pressão atmosférica, foi eficiente na inativação enzimática.

A inativação enzimática é uma das etapas mais importantes do processamento de aveia, pois é nessa etapa que as enzimas causadoras de rancidez são inativadas. A eficiência deste procedimento garante uma boa conservação dos produtos de aveia (LIUKKONEN et al., 1995).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da intensidade dos tratamentos hidrotérmicos aplicados nas cariopses de aveia da cultivar UPF 18 e monitorar a estabilidade das farinhas durante o armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Para a realização do presente trabalho, utilizaram-se grãos de aveia (*Avena sativa* L), cultivar UPF 18. Esta cultivar foi desenvolvida e selecionada pela Universidade de Passo Fundo a partir da linhagem UPF 90H400-2, tendo sido lançada no mercado em 1999.

### Método experimental

Em cada tratamento foram pesadas 400 g de cariopses de aveia. As cariopses foram colocadas em camadas de 2 cm no recipiente metálico perfurado, acoplado a outro recipiente metálico com água em ebulição em diferentes tempos.

A secagem das amostras foi realizada em estufa com circulação forçada de ar, previamente calibrada nas temperaturas necessárias a cada tratamento. As cariopses de aveia foram colocadas em bandejas de alumínio em uma espessura de 2,0-2,5 cm. As amostras foram secas até umidade de 8% e o teor final de umidade dos tratamentos confirmado, através de uso do determinador de umidade por infravermelho.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos à temperatura ambiente por 24 horas, determinada novamente a umidade em estufa à 130°C por 1 hora, para confirmar o teor desejado e procedeu-se a moagem no moinho de rotor dentado, marca Marconi. A farinha de aveia foi armazenada à -18°C até utilização nas análises.

Para o estudo da estabilidade ao armazenamento da farinha de aveia, acondicionaram-se subamostras em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (70 µm de

espessura). As subamostras, após identificação e vedação hermética, foram armazenadas à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, sendo utilizadas na determinação de acidez álcool-solúvel, índice de peróxidos e ácidos graxos.

### Análises

A cor das amostras foi determinada pelo Espectrofotômetro de Reflectância Difusa, marca Hunter Lab, modelo Color Quest II, com sensor ótico geométrico de esfera. A viscosidade das amostras foi determinada usando-se o analisador rápido de viscosidade (Rapid Visco Analyser), modelo RVA-3D+ da Newport Scientific Pty. Ltd., Sidney, Austrália, provido do *software Termocline*.

A atividade de lipase foi determinada de acordo com a metodologia proposta por KAUR et al. (1993), através do preparo de substrato pela homogeneização de 2g de álcool polivinílico, 40mg de desoxicolato de sódio e 50mL de óleo de oliva em 100mL de tampão fosfato 0,2M, pH 7,4 (0,5:1) por 2,5 minutos. A atividade de peroxidase foi determinada através da dispersão de 0,625 g de amostra em 25 mL de tampão TRIS-HCL 0,2 M, pH 8,5, agitação por 10 minutos e centrifugação por 15 minutos a 2.000 x g. Para medir a acidez foi empregado o método da acidez (álcool a 95%) para farinha, conforme AACC (1983), método 58-15, sendo determinada nos tempos de armazenamento de:  $t_0$  = zero dias;  $t_{30}$  = trinta dias;  $t_{60}$  = sessenta dias;  $t_{90}$  = noventa dias. O índice de peróxidos foi determinado de acordo com o método n°965.33 da AOAC (1997), quantificando todas as substâncias em termos de milimoles de peróxidos por quilo de óleo ou gordura que oxidam o iodeto de potássio sob condições de teste.

Os resultados foram avaliados pelo emprego da análise de variância (ANOVA) e verificado a significância dos modelos através do teste F. Nos modelos significativos pelo teste F, as médias das respostas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, verificando-se aquelas estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cor

Os resultados dos componentes  $L^*$ ,  $-a^*$  e  $b^*$  do sistema CIELAB de cor estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que a variável  $L^*$  (luminosidade) diferiu estatisticamente entre os experimentos e os valores variaram entre 82,18 e 84,81. O valor mais alto ocorreu na matéria-prima que não diferiu significativamente dos experimentos 1, 3, 5, 7 e 9. Nos demais experimentos ocorreu uma menor luminosidade.

Os componentes  $-a^*$  e  $b^*$  também diferiram estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ). Observa-se que os valores de  $-a^*$  variaram entre -0,41 e -0,65, sendo o menor valor encontrado no experimento 8. Os valores de  $b^*$  variaram entre 10,96 e 12,21, sendo mais expressivo também no experimento 8, no qual foi empregada a temperatura de 156,56 °C. Verificou-se que o uso de altas temperaturas de secagem causam um leve escurecimento na cariopse de aveia, e esse escurecimento pode ter ocorrido, provavelmente, devido as reações de caramelização ou de Maillard pelo fato de aveia possuir altos teores de açúcares totais (GUTKOSKI, 1999a).

MOK et al. (1984) observaram aumentos de  $L$ ,  $a$  e  $b$  em *snacks* de farinha de cevada com a elevação da temperatura de extrusão. Este fato se deveu a maior expansão dos extrusados nas temperaturas mais altas; o efeito de superfície contribuiu para diminuir a intensidade de cor dos produtos. Porém, ao analisar a cor de produtos de farinha de mandioca

moídos. BADRIE & MELLOWES (1991) verificaram que a elevação da temperatura aumentou a intensidade de cor, enquanto o aumento de umidade produziu produtos mais claros. Com o aumento de umidade, o tempo de residência diminuiu, o que levou a um menor escurecimento não enzimático dos extrusados.

Tabela 1 - Valores experimentais das determinações dos componentes L\*(luminosidade), -a\* (verde), b\* (amarelo) do sistema CIELAB de cor de farinha de aveia estabilizada por vapor à pressão atmosférica.

| Nº            | Variáveis <sup>1</sup> |        | Componentes de cor  |         |           |
|---------------|------------------------|--------|---------------------|---------|-----------|
|               | Tc                     | Ts     | L*                  | -a*     | +b*       |
| 1             | 5                      | 60     | 83,80a <sup>2</sup> | -0,53ab | 11,65 b   |
| 2             | 25                     | 60     | 83,29bc             | -0,57 b | 11,57 bc  |
| 3             | 5                      | 140    | 83,98ab             | -0,52ab | 1,44 bcd  |
| 4             | 25                     | 140    | 83,33bc             | -0,56ab | 11,52 bc  |
| 5             | 1,26                   | 100    | 84,21ab             | -0,64 b | 1,42 bcd  |
| 6             | 29,14                  | 100    | 83,38bc             | -0,58 b | 11,83ab   |
| 7             | 15                     | 43,44  | 83,93ab             | -0,63 b | 11,13 cd  |
| 8             | 15                     | 156,56 | 82,18c              | -0,41a  | 12,21a    |
| 9             | 15                     | 100    | 83,74ab             | -0,65 b | 11,46 bcd |
| Matéria-prima |                        |        | 84,81a              | -0,85 c | 10,96 d   |

<sup>1</sup>Tc= tempo cozimento (min); Ts= temperatura secagem (°C);  
<sup>2</sup>Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (p>0,05).

#### Viscosidade

Os resultados experimentais das determinações de viscosidade inicial a 50 °C (VI), viscosidade máxima à temperatura constante a 95 °C (VMTC), viscosidade final a 50 °C (VF) e temperatura de pasta (TP) das farinhas de aveia dos experimentos não diferiram significativamente pelo teste F e encontram-se na Tabela 2.

Os resultados dos experimentos, do presente trabalho, mostram que o tratamento hidrotérmico, não provocou pré-gelatinização do amido das farinhas de aveia, sendo similares aos da matéria-prima nativa.

Nas suspensões de farinhas de cereais, a viscosidade depende da capacidade dos grânulos de amido para absorver água, inchar, romperem-se e difundirem-se no meio líquido. As modificações dos grânulos de amido pelo processo de gelatinização determinam as propriedades funcionais das matérias-primas amiláceas e suas diversas aplicações industriais.

A viscosidade inicial de farinhas nativas é praticamente nula. Ao realizar tratamento térmico, o amido gelatiniza, absorve água a frio e, quanto maior o grau de gelatinização, maior será a capacidade de formar uma pasta, gel ou líquido viscoso à temperatura ambiente (EL-DASH et al., 1983). O amido gelatinizado caracteriza-se pela ausência de pico de gelatinização, pelo declínio contínuo de viscosidade na temperatura entre 50 e 95 °C e pelo aumento progressivo de viscosidade durante o ciclo de resfriamento.

#### Atividade residual das enzimas lipase e peroxidase

Os resultados das determinações da atividade residual das enzimas lipase e peroxidase encontram-se na Tabela 3. Verifica-se que tanto a lipase quanto a peroxidase mostraram diferenças significativas (p≤0,05) pelo teste de Tukey.

Os valores de hidrólise da atividade residual da lipase variaram entre 0,23 e 16,68%, verificados nos experimentos 8 e matéria-prima, respectivamente. Ao utilizar temperaturas de

secagem entre 43,44 e 156,56 °C e tempos de cozimento entre 5 e 29,14 minutos obtém-se uma inativação efetiva da lipase, ou seja a atividade residual é menor que 5,04%.

Tabela 2 - Valores experimentais das determinações de viscosidade inicial a 50 °C (VI), viscosidade à temperatura constante a 95 °C (VTC), viscosidade final a 50 °C (VF) e temperatura de pasta (TP) da farinha de aveia estabilizada por vapor à pressão atmosférica.

| Nº            | Variáveis <sup>1</sup> |        | Determinações (UVA) <sup>2</sup> |                   |                  |         |
|---------------|------------------------|--------|----------------------------------|-------------------|------------------|---------|
|               | Tc                     | Ts     | VI <sub>50</sub>                 | VTC <sub>95</sub> | VF <sub>50</sub> | TP      |
| 1             | 5                      | 60     | 1,00ns                           | 221,90ns          | 302,08ns         | 91,25ns |
| 2             | 25                     | 60     | 1,96                             | 280,04            | 272,54           | 92,05   |
| 3             | 5                      | 140    | 0,75                             | 209,75            | 294,88           | 91,25   |
| 4             | 25                     | 140    | 1,00                             | 257,09            | 326,75           | 91,22   |
| 5             | 1,26                   | 100    | 1,79                             | 249,54            | 403,04           | 93,67   |
| 6             | 29,14                  | 100    | 0,75                             | 216,50            | 314,75           | 91,70   |
| 7             | 15                     | 43,44  | 1,95                             | 265,46            | 328,55           | 91,67   |
| 8             | 15                     | 156,56 | 1,04                             | 207,25            | 298,38           | 91,27   |
| 9             | 15                     | 100    | 0,75                             | 225,00            | 301,25           | 91,20   |
| Matéria-prima |                        |        | 0,75                             | 278,29            | 340,17           | 92,87   |

<sup>1</sup>Tc= tempo de cozimento (min); Ts= temperatura de secagem (°C);

<sup>2</sup>UVA= unidade viscoamilográfica;

<sup>ns</sup>não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro (p>0,05).

EKSTRAND et al. (1992) observaram decréscimo na atividade da lipase com a secagem a 40-80 °C, a maior redução ocorreu em temperaturas acima de 60 °C. Quando os grãos de aveia foram expostos ao vapor a 72 °C por 10 min, ocorreu redução de 70% na atividade da lipase e quando imersos em água a 80 °C restou apenas 2% de atividade da enzima. Esse trabalho mostra que no contato direto com a água ocorre uma transferência de calor mais efetiva e tem-se uma inativação enzimática mais completa.

Quanto a atividade da peroxidase, observa-se que ocorreu um comportamento similar ao verificado na lipase. Os valores variaram entre 506 e 5 630 Abs/min/g, observados nos experimentos 6 e matéria-prima, respectivamente.

Foram necessários tempos e temperaturas mais elevados para inativação da peroxidase. Considerando uma atividade residual de no máximo 10% (GUTKOSKI, 1999b), somente nos experimentos 2 e 6 ocorreu inativação da peroxidase, devido, provavelmente a melhor combinação das variáveis tempo e temperatura.

Esses resultados são semelhantes aos observados por EKSTRAND et al. (1992) que medindo a atividade residual da peroxidase verificou boa estabilidade térmica da mesma, sendo necessário temperaturas mais elevadas para inativá-la. Isso ocorre porque a peroxidase é uma enzima excepcionalmente estável ao calor, e sua ausência após o tratamento térmico de alimentos freqüentemente é utilizada como indicador de que as demais enzimas presentes no produto foram desnaturadas (ADAMS, 1991). Em temperaturas de branqueamento, o tempo extra requerido para inativar a peroxidase não é excessivo, e a perda de qualidade, embora significativa, é relativamente pequena. O processo envolve a exposição do produto a alguma forma de calor, normalmente vapor ou água quente, por tempo e temperatura previamente determinados através de testes com enzimas indicadoras. A enzima recomendada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desde o ano

de 1975, para que seja realizado este teste, é a peroxidase (BARRET & THEERAKULKAIT, 1995).

Tabela 3 - Valores experimentais da determinação da atividade residual da lipase e da peroxidase de farinha de aveia estabilizada por vapor à pressão atmosférica.

| Nº            | Variáveis <sup>1</sup> |        | Determinação <sup>2</sup>        |   |
|---------------|------------------------|--------|----------------------------------|---|
|               | Tc                     | Ts     | Atividade lipase(% de hidrólise) | Atividade peroxidase (Abs <sub>420nm</sub> / min/g) |
| 1             | 5                      | 60     | 0,601 cd                         | 1.200 d   |
| 2             | 25                     | 60     | 0,348 de                         | 586 f   |
| 3             | 5                      | 140    | 0,319 de                         | 1.453 c   |
| 4             | 25                     | 140    | 0,407 de                         | 733 e f   |
| 5             | 1,26                   | 100    | 2,966 b                          | 4.440 b   |
| 6             | 29,14                  | 100    | 0,841 c                          | 506 f   |
| 7             | 15                     | 43,44  | 0,643 cd                         | 933 e   |
| 8             | 15                     | 156,56 | 0,239 e                          | 893 e   |
| 9             | 15                     | 100    | 0,580 cd                         | 840 e   |
| Matéria-Prima |                        |        | 16,687a                          | 5.630a  |

<sup>1</sup>Tc= tempo de cozimento (min); Ts= temperatura de secagem (°C);

<sup>2</sup>Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (p>0,05).

GARDENER & INGLET (1971) verificaram que o cozimento de germe de trigo por rolos secadores, em temperaturas acima de 124 °C inativou as peroxidases, ocorrendo, no entanto, uma atividade residual em todos os experimentos. Esta atividade residual deveu-se ao curto período de contato do produto com os rolos aquecidos. FRETZDORFF & SEILER (1987) verificaram que a extrusão

de cariopses quebradas de aveia em condições brandas reduziu a atividade da peroxidase entre 10 e 53%.

BURNETTE (1977) verificou que uma pequena atividade residual de peroxidase nos alimentos (1-5%) normalmente não tem causado problemas de estabilidade. Além disso, a atividade residual varia em função dos métodos e substratos usados. O guaiacol, substrato usado para medir a atividade de peroxidase neste trabalho, tem mostrado maior atividade residual quando comparado aos demais.

#### Acidez álcool-solúvel

Os resultados da determinação da acidez álcool-solúvel nos tempos zero, trinta, sessenta e noventa dias de armazenamento apresentam-se na Tabela 4. Verifica-se que a acidez em todos os tempos de armazenamento mostrou diferenças significativas (p<0,05) pelo teste de Tukey. Comparando-se os índices médios de acidez das farinhas de aveia e a matéria-prima nativa ao longo do tempo de armazenamento, verifica-se que a acidez manteve-se estável até os trinta dias de armazenamento e após apresentou um leve aumento (Tabela 4). O experimento 5 teve comportamento similar a matéria-prima nativa a qual variou significativamente em todos os tempos avaliados ao longo do armazenamento das farinhas de aveia. Isso ocorreu porque a amostra do experimento 5 foi submetida a um tempo de exposição ao vapor pequeno, não inativando as enzimas hidrolíticas, conforme já verificado na Tabela 3.

Ao utilizar temperaturas de secagem entre 43,4 e 156,5 °C e tempos de cozimento entre 5 e 29,1 minutos ocorreu boa estabilidade das farinhas de aveia, devido que a produção de ácidos graxos livres permaneceu praticamente estável durante o período de armazenamento

Tabela 4 - Valores experimentais da acidez álcool-solúvel de farinha de aveia estabilizada por vapor à pressão atmosférica nos tempos zero, 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

| Nº            | Variáveis <sup>1</sup> |        | Determinações |             |             |             |
|---------------|------------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|
|               | Tc                     | Ts     | Zero dias (%) | 30 dias (%) | 60 dias (%) | 90 dias (%) |
| 1             | 5                      | 60     | 0,510 bc A    | 0,465 cd A  | 0,561 d A B | 0,624 de B  |
| 2             | 25                     | 60     | 0,395 c A     | 0,331 f A   | 0,508 d B   | 0,536 e B   |
| 3             | 5                      | 140    | 0,495 bc A B  | 0,402 def A | 0,496 d A B | 0,512 e B   |
| 4             | 25                     | 140    | 0,440 c A     | 0,363 ef A  | 0,594 cd B  | 0,791 cd C  |
| 5             | 1,26                   | 100    | 0,682a b A    | 6,470 b B   | 8,120 b C   | 11,925 b D  |
| 6             | 29,14                  | 100    | 0,460 cA      | 0,542 c A   | 0,688 c B   | 0,940 c C   |
| 7             | 15                     | 43,44  | 0,442 cA      | 0,436 de A  | 0,570 cd B  | 0,716 de C  |
| 8             | 15                     | 156,56 | 0,432 cAB     | 0,405 defA  | 0,524 d BC  | 0,615 de C  |
| 9             | 15                     | 100    | 0,645 cAB     | 0,371 defA  | 0,474 d B   | 0,653 de C  |
| Matéria-prima |                        |        | 0,817a A      | 10,250a B   | 11,237a C   | 12,590 a D  |

<sup>1</sup>Tc= tempo de cozimento (min); Ts= temperatura de secagem (°C);

<sup>2</sup>Letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (p>0,05).

GUTKOSKI et al. (1994), avaliando o comportamento da aveia durante o armazenamento após o tratamento hidrotérmico, verificaram que os teores de acidez mais altos ocorreram nas amostras estabilizadas por um curto período de tempo. No entanto nas amostras submetidas por 20 e 30 minutos ao vapor, a acidez diminuiu consideravelmente, indicando inativação das enzimas hidrolíticas. Neste mesmo trabalho, também observaram que para a farinha de aveia os teores de acidez foram superiores em relação aos grãos desintegrados e grãos inteiros, fato explicado pela maior fragmentação da farinha, o que propiciou uma maior ação das enzimas, ocorrendo conseqüentemente uma maior quantidade de ácidos graxos livres.

GUTKOSKI & EL-DASH, (1998) estudaram a estabilidade hidrolítica de frações de aveia tratadas termicamente por secagem. Durante o armazenamento, o índice de acidez das frações aumentou rapidamente até trinta dias de armazenamento, permanecendo estável a partir deste tempo. A acidez foi similar àquela apresentada pela matéria-prima nativa, demonstrando que as temperaturas empregadas eram insuficientes para paralisar a produção de ácidos graxos livres, comprovando a menor eficiência do tratamento térmico por secagem.

MOLTEBERG et al. (1995) estudaram o efeito do armazenamento e do processamento térmico sobre o conteúdo de ácidos graxos livres da aveia. Verificaram que

ocorreu aumento na quantidade de ácidos graxos livres com o aumento do tempo de armazenamento nas amostras não-tratadas. Durante o processamento térmico ocorreu redução dos ácidos graxos livres, isto ocorreu devido a complexação de ácidos graxos com proteínas e amido.

### Índice de peróxidos

Na avaliação do índice de peróxidos durante o tempo de armazenamento não foi detectada a presença de peróxidos em nenhum dos experimentos. Isto ocorreu, provavelmente, devido as temperaturas usadas serem brandas e não degradarem os tocoferóis presentes na aveia.

Os lipídios dos grãos de aveia são protegidos da oxidação por vários componentes químicos com propriedades antioxidantes. Os compostos fenólicos são um desses componentes e inibem a atividade da lipase no grão, evitando a oxidação lipídica e protegem da atividade destrutiva dos radicais livres. ZADERNOWSKI et al. (1999) observaram que o tratamento hidrotérmico aplicado no grão durante o processamento da aveia não reduz as propriedades antioxidantes. No entanto, processos mais drásticos, como a extrusão, resulta na degradação dos compostos fenólicos, deixando os produtos extrusados mais suscetíveis à oxidação.

Esta descoberta vem justificar os resultados encontrados por GUTKOSKI & EL-DASH (1999b), em estudo de estabilidade de produtos extrusados de aveia. Verificaram que somente em temperaturas de extrusão inferiores a 120 °C não foi detectada a presença de peróxidos e n-hexanal, índices usados para avaliar as alterações primárias e secundárias de rancidez oxidativa. Em temperaturas superiores e iguais a 120 °C ocorreu a destruição dos antioxidantes naturais, de forma que, tanto o índice de peróxidos quanto o n-hexanal aumentaram proporcionalmente ao tempo de armazenamento.

### CONCLUSÕES

Altas temperaturas de secagem causam escurecimento nas cariopses de aveia, porém, não relevante em termos de processamento. O tratamento hidrotérmico aplicado não afetou o amido das farinhas de aveia. A atividade das enzimas lipase e peroxidase dos produtos diminui drasticamente com o aumento da severidade dos tratamentos hidrotérmicos aplicados.

O uso de temperaturas de secagem entre 43,4 e 156,5 °C e tempos de cozimento entre 5 e 29,1 minutos paralisou a produção de ácidos graxos livres. Os peróxidos não foram detectados mesmo nas amostras com tratamentos mais drásticos.

O experimento 5 apresentou comportamento similar à matéria-prima nativa em todas as análises realizadas, mostrando que o tempo de 1,26 minutos de tratamento por vapor à pressão atmosférica é insuficiente para a estabilização da farinha de aveia.

### ABSTRACT

*The present work aims to study the effect of the intensity of the hydrothermal treatments at vapor at atmosphere pressure applied to the oat caryopsis (*Avena sativa* L) UPF 18 cultivar and to manage the stability of the flour during storage. The oats caryopsis were submitted to vapor with exposure time of 1.2; 5; 15; 25; 29.1 minutes and drying temperature of 43.4; 60; 100; 140 and 156.5 °C totalizing ten experiments. The samples were dried to 8% of moisture, ground and wrapped in plastic sacks and chemical and physical determination were realized. Darker products were obtained at drying temperature of*

*156.5 °C. The viscosity experimental values did not present significant differences showing that the hydrothermal treatment under the conditions used, do not affect the starch in the oat flours obtained. The residual activity of lipase and peroxidase enzymes of the products decreased with the increase of the hydrothermal treatment. Peroxides were not detected, even in the sample with the more drastic treatment.*

*Key words: oat, hydrothermal treatment, stability.*

### REFERÊNCIAS

- AACC- American Association Cereal Chemists. **Approved methods**. 8 ed. Saint Paul, 1983.
- ADAMS, J.B. Review: enzyme inactivation during heat processing of food-stuffs. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v.26, n.1, p.1-20, 1991.
- AOAC- Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16 ed. Washington, 1997.
- BADRIE, N.; MELLOWES, W.A. Effect of extrusion variables on cassava extrudates. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, n.5, p.1334-1337, 1991.
- BARRET, D.M.; THEERAKULKAIT, C. Quality indicators in blanched frozen, stored vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.49, n.1, p.62-65, 1995.
- BURNETTE, F.S. Peroxidase and its relationship to food flavor an quality: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v.42, n.1, p.1-5, 1977.
- CALDWELL, E.F.; DAHL, M.; FAST, R. B. et al. Hot cereals. In: FAST, R.B.; CALDWELL, E.F. (Ed.) **Breakfast cereals**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1991. p.243-272.
- DEANE, D.; COMMERS, E. Oat cleaning and processing-general steps. In: WEBSTER, F. (Ed.) **Oats chemistry and technology**. Sant Paul: American Association of Cereal Chemists, p.371-412, 1986.
- EKSTRAND, B.; GANGBY, I.; AKESSON, G. Lipase activity in oats- distribution , pH dependence and heat inactivation. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.69, n.4, p.379-381, 1992.
- EKSTRAND, B.; GANGBY, I.; AKESSON, G. et al. Lipase activity and development of rancidity in oats and oat products related to heat treatment during processing. **Journal of Cereal Science**, New York, v.17, n.3, p.247-254, 1993.
- EL-DASH, A.; GONZALES, R.; CIOL, M. Response surface methodology in the control of thermoplastic extrusion of starch. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.2, n.2, p.129-152, 1983.
- FRENTZDORF, B.; SEILER, K. The effects of twin-screw extrusion cooking on cereal enzymes. **Journal of Cereal Science**, New York, v.5, n.1, p.73-82, 1987.
- GARDENER, H.W.; INGLETT, G.E. Food products from corn germ: enzyme activity and oil stability. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, n.4, p.645-648, 1971.
- GUTKOSKI, L.C.; EL-DASH, A.A. Avaliação da estabilidade hidrolítica em produtos de aveia tratados termicamente. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.16, n.2, p.171-180, 1998.
- GUTKOSKI, L.C.; EL-DASH, A.A. Effects of extrusion variables on functional and nutritional properties of extruded oat products. **Journal of Food Science and Nutrition**, Korean, v.4, n.3, p.159-162, 1999a.
- GUTKOSKI, L.C.; EL-DASH, A.A. Efeito do cozimento por extrusão na estabilidade oxidativa de produtos de moagem de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.119-127, 1999b.

GUTKOSKI, L.C.; GEHRES, P.G.; SILVA, L. Avaliação da acidez e da atividade emzimática de produtos de aveia estabilizados termicamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.14, n.1, p.113-122,1994.

KAUR, J.; RAMAMURTHY, V.; KOTHARI, R. M. Characterization of oat lipase for lipolysis of rice bran oil. **Biotechnology Letters**, London, v. 15, n.3, p.257-262, 1993.

LIUKKONEN, K.; JOHNSON, T.; LAAKSO, S. Alkaline sensitivity of lipase activity in oat flour: factors contributing to inhibition. **Journal of Cereal Science**, New York, v.21, n.1, p.79-85, 1995.

MOK, C.; PYLER, R.E.; McDONALD, C.E. et al. Extrusion process of barley flour for snack processing. **Korean Journal Food Science Technology**, Seul, v.16, n.4, p.429-436, 1984.

MOLTEBERG, G.L.; VOGT, G.; NILSSON, A. et al. Effects of storage and heat processing on the content and composition of free fatty acids in oats. **Cereal Chemistry**, v.72, n.1, p.88-93, 1995.

POMERANZ, Y. Biochemical, functional and nutritive changes during storage. In: CHRISTENSEN, C.M. (Ed.) **Storage of cereal grains and their products**, Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, p.56-157, 1974.

SHAHIDI, F. Stability of fats and oils. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO LATINO AMERICANO SOBRE PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS, 1995, Campinas. **Anais**. Campinas: R. Vieira, 1995. p.47-54.

URQUHART, A.A.; BRUMELL, C.A.; ALTOSAAR, I. et al. Lipase activity in oats during grain maturation and germination. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.61, n.2, p.105-108, 1984.

ZADERNOWSKI, R.; POLAKOWSKA, H.N.; RASHED, A.A. The influence of heat treatment on the activity of lipo and hydrophilic components of oat grain. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.23, p.177-191, 1999.