



Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina



Lêda R. D. Faroni¹, Pedro A. Berbert², Ana P. Martinazzo¹ & Enilce M. Coelho²

¹ DEAg/UFV. CEP 36571-000, Viçosa, MG. Fone: (31) 3899-1874. E-mail: lfaroni@ufv.br (Foto)

² UENF/CCTA/LEAG. CEP 28015-620, Campos, RJ. Fone: (22) 2726-1607. E-mail: pberbert@uenf.br

Protocolo 130 - 14/9/2001

Resumo: Avaliar a qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com atmosfera sintética (21% de CO₂) associada a níveis reduzidos de fosfina (0,25, 0,50 e 0,75 g m⁻³) foi o que se objetivou através deste trabalho. Para posterior comparação dos resultados, realizaram-se dois tratamentos com ar ambiente associado às dosagens de zero e 1,0 g m⁻³ PH₃, em três períodos de exposição (24, 72 e 120 h) e temperatura de 29 °C e 60% de umidade relativa. A análise dos resultados permitiu concluir-se que, em geral, os tratamentos não influenciaram na qualidade da farinha para panificação obtida do trigo fumigado com fosfina associada à atmosfera sintética (21% de CO₂) e ao ar ambiente.

Palavras-chave: armazenamento de grãos, atmosfera controlada, trigo

Quality of flour obtained from wheat grains fumigated with carbon dioxide and phosphine

Abstract: The objective of present study was to evaluate the quality of wheat flour dough as affected by fumigation with a synthetic atmosphere containing 21% CO₂ associated with low levels of phosphine (0.25, 0.50 and 0.75 g m⁻³). For comparison purposes, two tests were carried out using atmospheric air associated with 0 and 1.0 g m⁻³ of phosphine. All treatments were submitted to three exposure times (24, 72 and 120 h), at 29 °C and 60% relative humidity. Results indicated that none of the treatments had any deleterious effects on wheat flour dough for bread making.

Key words: grain storage, controlled atmosphere, wheat

INTRODUÇÃO

O controle de insetos em grãos armazenados é um dos aspectos mais relevantes na etapa de pré-processamento de produtos agrícolas. Por ser efetivo, de baixo custo e de fácil manejo, o controle químico tradicional tem sido a forma mais utilizada em todo o mundo para a proteção de grãos armazenados contra a infestação de insetos, cuja crescente resistência aos agentes químicos, a possibilidade de intoxicação dos operadores e a presença de resíduos nos alimentos, levaram à busca de alternativas menos danosas ao homem e que proporcionassem menor impacto ambiental. Uma alternativa encontrada é a proteção do produto armazenado por meio de atmosferas modificadas.

Martinazzo et al. (2000) avaliaram o efeito de fosfina associada a atmosferas ricas em dióxido de carbono no controle efetivo do inseto *R. dominica*, em todas as suas fases de desenvolvimento. Realizaram-se fumigações com atmosfera sintética (21% de CO₂), associada a níveis reduzidos de fosfina (0,25, 0,50 e 0,75 g m⁻³). Para posterior comparação dos

resultados, foram realizados dois tratamentos com ar ambiente associado às dosagens de zero e 1,0 g m⁻³ PH₃. Todos os tratamentos se deram em três períodos de exposição (24, 72, e 120 h), na temperatura de 29 °C e com 60% de umidade relativa. A análise dos resultados do controle dos insetos permitiu concluir-se que o aumento no período de exposição resultou no aumento da eficácia dos tratamentos em atmosferas sintética e ambiente. Em geral, o controle efetivo de todas as fases do inseto foi obtido com 0,50 e 0,75 g m⁻³ PH₃ + CO₂ em 120 h. Ovos e adultos foram as fases mais susceptíveis, e a de pupa, a mais resistente, porém não existem informações disponíveis na literatura sobre o efeito da fumigação com fosfina, associada a atmosferas ricas em dióxido de carbono, na qualidade da farinha obtida de grãos de trigo submetidos a esse tratamento. Na indústria de alimentos, a qualidade do trigo é julgada por sua conveniência para determinado tipo de uso. Embora a variedade seja fator influente na qualidade do trigo, este é raramente posto no mercado, baseando-se apenas numa variedade individual. É prática comum separar o trigo, na comercialização, de acordo com a classe, em que cada classe consiste em um

grupo de variedades com características de certa forma semelhantes e geralmente usadas para propósitos similares. Como acontece com os grãos de trigo, a qualidade da farinha varia diferentemente para usos distintos nos produtos, além de ser definida pela sua capacidade de produzir, uniformemente, um produto final atrativo e com custo competitivo e ainda, ser representada, usualmente, por várias medidas e características que as experiências têm indicado como significantes no uso final.

Um dos principais testes para avaliação da qualidade da farinha de trigo é aquele realizado utilizando-se o farinógrafo. O farinógrafo de Brabender tem tido ampla aceitação nos laboratórios de cereais para controlar as propriedades de mistura das massas de farinha de trigo, e se destina a avaliar a qualidade de uma farinha quanto à sua capacidade de absorver água e resistir ao amassamento durante os processos de fabricação de pães e produtos correlatos. Os valores mais comuns para se interpretar o farinograma e, portanto, avaliar as propriedades da farinha, são: absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e índice de tolerância (Shuey, s.d., apud D'Apolinia & Kunerth, s.d.).

A absorção de água é definida como a quantidade de água necessária para o centro da curva do farinograma alcançar a linha das 500 unidades farinográficas (U.F.) para uma massa farinha-água, fato este considerado fator de importância na produção de todos os tipos de espécies de fornada (Pyler, 1988). Os altos valores de absorção são desejáveis, desde que eles aumentem o rendimento das espécies. As variações no conteúdo de proteína e amido danificado da massa, são conhecidas como os fatores de maior influência na absorção de água (Preston & Kilborn, s.d., citados por D'Apolinia & Kunerth, s.d.).

O tempo de desenvolvimento da massa é uma outra indicação da qualidade da proteína; farinhas fortes normalmente requerem um tempo de desenvolvimento maior que farinhas fracas; no farinograma é definido como o tempo desde o início até o desenvolvimento máximo da curva, imediatamente antes da primeira indicação da queda. Este valor é também chamado tempo de pico. Ocasionalmente, dois picos podem ser observados, em que o segundo deve ser tomado como ponto de desenvolvimento da massa (Pyler, 1988).

A estabilidade é um índice primário da qualidade da farinha e uma das mais significativas determinações realizadas pelo farinógrafo. É definida como a diferença entre o tempo relativo ao ponto em que o topo da curva intercepta a linha das 500 U.F. e o tempo relativo ao ponto em que o topo da curva deixa a linha das 500 U.F. Em geral, este valor dá alguma indicação da tolerância à mistura que a farinha terá (Shuey, s.d., citado por D'Apolinia & Kunerth, s.d.).

Outro parâmetro qualitativo a ser determinado é o Índice de Tolerância à Mistura (M.T.I.). No farinograma, o valor do M.T.I. é a diferença, em unidades de Brabender, entre o total da curva no pico e o topo da curva medida 5 min depois do pico ser alcançado. Comumente, as farinhas que têm boa tolerância à mistura têm menor M.T.I. Quanto maior for o índice de tolerância, mais fraca é a farinha (Shuey, s.d., citado por D'Apolinia & Kunerth, s.d.).

Outros testes para avaliação da qualidade da farinha de trigo são aqueles realizados utilizando-se o extensógrafo. Este

aparelho se destina a avaliar as características da massa, como a elasticidade e a extensibilidade e, conseqüentemente, a sua capacidade de retenção de gás durante o processo de fermentação. A elasticidade ou resistência à extensão é a propriedade que relaciona a extensão à força aplicada na massa. Quando cessa a ação da força, a massa volta ao seu estado original. No extensograma, é o valor, em unidades de Brabender, obtido no ponto mais alto da curva a 50 mm depois do início da curva (Pyler, 1988). A extensibilidade é a propriedade da massa de poder se estender, não recuperando o estado inicial. No extensograma, é o comprimento em mm desde o início até o fim da curva. A extensibilidade corresponde à extensão da massa equivalente ao seu comprimento original (Pyler, 1988).

Além dos parâmetros descritos acima, há que se determinar, ainda, o número proporcional, ou seja, a relação entre a resistência à extensão e a extensibilidade (R/EX). Esse número indica a força, em unidades extensográficas, necessária para esticar a massa em 1 mm (Pyler, 1988). Este valor dá uma idéia do comportamento de massa: se o número proporcional for pequeno, maior será a tendência da massa fluir e vice-versa, isto é, quanto maior o número proporcional, maior a tendência da massa encolher.

Finalmente, determina-se, também, o índice de queda ("falling number") o qual representa a medida da viscosidade de uma pasta de farinha adicionada de água aquecida em banho-maria, de forma a demonstrar a atividade da alfa-amilase na amostra. A atividade da enzima é expressa em termos de "falling number", que é o tempo, em segundos, necessário para mover uma suspensão de farinha e permitir que um "viscosimeter-stirrer" atravesse uma distância afixada através de uma suspensão quente aquosa de farinha, liquefeita pela enzima em um aparelho padronizado (Pyler, 1988). Quanto mais viscosa a pasta, maior é o índice de queda e menor é a atividade da alfa-amilase. O primeiro efeito causado pela hidrólise da enzima alfa-amilase é a diminuição da viscosidade devido a quebras no interior da molécula de amido. A alfa-amilase tem várias funções na produção do pão e a mais importante é a liberação de açúcares do amido durante a fermentação. Esses açúcares servem de substrato para as leveduras que produzem gás carbônico.

De acordo com o exposto e tendo em vista a escassez de dados na literatura, este trabalho objetivou avaliar a qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina, nas condições estudadas por Martinazzo et al. (2000).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Setor de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, MG. Para avaliação do efeito de atmosferas modificadas, associadas a níveis reduzidos de fosfina, na qualidade da farinha produzida a partir de grãos de trigo não-infestados, utilizou-se um lote de grãos fornecido pelo Moinho Vera Cruz, localizado em Santa Luzia, MG. O produto era proveniente de uma mistura de diversas variedades de trigo, cuja moagem resulta em farinha destinada à panificação. Para se determinar se os gases

utilizados na desinfestação dos grãos tiveram algum efeito sobre a qualidade da farinha do trigo fumigado, realizaram-se análises de farinografia, extensografia e índice de queda, no laboratório do próprio moinho.

A dosagem mínima de fosfina recomendada pelos fabricantes para o controle efetivo de insetos em grãos armazenados, é de $1,0 \text{ g m}^{-3}$ (Compendio..., 1996). Sendo assim, este experimento foi realizado utilizando-se três dosagens de fosfina ($0,25$, $0,50$ e $0,75 \text{ g m}^{-3}$) associadas a uma atmosfera sintética contendo 79% de N_2 , 21% de CO_2 e 0% de O_2 . Para a comparação dos resultados, as amostras foram também submetidas a dois tratamentos com ar atmosférico (79% de N_2 , 0,03% de CO_2 e 21% de O_2) utilizando-se as dosagens de zero e $1,0 \text{ g m}^{-3} \text{ PH}_3$. Em todos os tratamentos, a fosfina foi obtida a partir da reação do fosfeto de alumínio (AIP) em forma de pastilha, com a água contida no ar atmosférico, de acordo com a reação química: $\text{AIP} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{PH}_3$.

Foram analisados três períodos de exposição (24, 72 e 120 h) e apenas um nível de temperatura, $29 \text{ }^\circ\text{C}$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de 13 tratamentos, com três repetições para cada tratamento, num total de 39 parcelas. Esse procedimento visava à identificação das condições ideais de controle dos insetos com a atmosfera modificada, tomando-se como base o controle obtido com a dosagem recomendada ($1,0 \text{ g m}^{-3}$) em ar ambiente.

A determinação da qualidade da farinha pelo farinógrafo foi realizada de acordo com a metodologia prescrita pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 1996) que exige que as amostras de farinha sejam analisadas em dois estágios; no primeiro, chamado curva de titulação, pesavam-se 300 g de farinha em função do teor de umidade. Com o farinógrafo em movimento adicionava-se, desde a bureta, uma quantidade de água, até que aparecesse uma linha contínua no diagrama que indicasse 500 unidades farinográficas. A quantidade de água adicionada em porcentagem representava a absorção de água dessa farinha e, no segundo estágio, foi traçado o farinograma propriamente, para o qual se pesava novamente a farinha e se adicionava à quantidade de água determinada previamente, deixando-se o aparelho em movimento, pelo período de 20 min.

A determinação da qualidade da farinha pelo extensógrafo também foi realizada de acordo com a metodologia prescrita pela AACC (1996). As massas testadas no extensógrafo eram preparadas no farinógrafo, com uma consistência de 500 U.F. e com um tempo de mistura apropriado, adicionando-se 6 g de sal de cozinha (NaCl). Depois de preparada no farinógrafo, pesavam-se duas massas de 150 g cada. A massa de teste era boleada e modelada, posteriormente, em dispositivos especiais do extensógrafo. Logo a seguir, as massas eram colocadas na cabine de fermentação do extensógrafo e, depois de 45 min, a massa que ficou fixada por fixadores especiais era colocada no suporte do aparelho e esticada pelo gancho, até quebrar. A força requerida para esticar a massa era transmitida por um sistema calibrado até o registrador, que grava a curva num papel apropriado. Depois de a mesma massa ser boleada e moldada, novamente se repetia a operação duas vezes. O tempo total de fermentação é de 135 min, sendo obtidas três curvas que representam os tempos de

fermentação de 45, 90 e 135 min. As mudanças observadas na forma das curvas, aos 135 min, proporcionam alguma indicação de tolerância à fermentação da farinha, assim como os tempos relativos de fermentação.

Os valores do índice de queda foram determinados por um aparelho "falling number", onde 7 g de farinha foram colocados em um tubo com 25 mL de água destilada, preso por uma haste ao aparelho e agitado em banho-maria ($100 \text{ }^\circ\text{C}$) por 60 s, para se obter uma suspensão uniforme; em seguida, o movimento era automaticamente interrompido e era determinado o tempo, em segundos, que a haste do aparelho levava para passar pela suspensão. A análise da qualidade da farinha obtida dos grãos de trigo foi realizada utilizando-se a estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação da qualidade da farinha obtida dos grãos de trigo fumigados com atmosfera sintética (21% de CO_2) e $0,25$, $0,50$ e $0,75 \text{ g m}^{-3}$ de fosfina e atmosfera ambiente com $1,0 \text{ g m}^{-3}$ de PH_3 , em três períodos de exposição, 24, 72 e 120 h, foram realizadas análises pelo farinógrafo e extensógrafo e, finalmente, análise do índice de queda. Os resultados foram comparados com os sugeridos pela classificação de Preston & Kibborn (s.d.) citados por D'Apolinia & Kunerth (s.d.) - Tabela 1, para posterior classificação do trigo fumigado. Uma amostra de trigo não-tratada

Tabela 1. Classificação da farinha de trigo sugerida por Preston & Kibborn (s.d.)

Característica	Trigo			
	F ¹	M ²	Ft ³	E Ft ⁴
Desenvolvimento (min)	< 2,5	2,5 - 4,0	4,0 - 8,0	> 10
M.T.I. (UB) ⁵	> 100	60 - 100	15 - 50	< 10
Absorção (%)	< 55	54 - 60	> 58	
Proteína (%)	7,5 - 9,0	10-11,5	> 11,5	
Amido danificado (uF)	0 - 10	10 - 20	15 - 30	15

¹ F - Fraco: produtos para pastelaria, crackers, talharim

² M - Médio: crackers, talharim, pães de volume pequeno

³ Ft - Forte: utilizada como mistura para aumentar a resistência de farinhas mais fracas

⁴ E Ft - Extra Forte: utilizadas em mistura com outras farinhas

⁵ M.T.I. (UB) - *Mixing Tolerance Index* (Unidades de Brabender)

foi também analisada para fins de comparação.

Na Tabela 2, apresentam-se os valores médios obtidos na análise da farinha resultante dos grãos de trigo não-fumigados. Comparando-se esses valores com os apresentados na Tabela 1 de Preston & Kibborn, citados por D'Apolinia & Kunerth (s.d.), o trigo deveria ser considerado "médio"; no entanto, a moagem realizada em laboratório é feita em um moinho experimental, o que não resulta em uma boa granulometria e, conseqüentemente, obtém-se menor quantidade de amido danificado, um dos fatores responsáveis pela maior absorção de água pela farinha. Quando a moagem é realizada em grande escala, ou seja, de forma semelhante ao que se faz em indústrias Tabela 2. Valores médios obtidos na análise de qualidade da farinha de trigo não-tratado

Farinografia	Amostra Inicial	Extensografia	Amostra Inicial
Absorção (%)	56,6	Resistência (UB)	400
Desenvolvimento (min)	13,0	Extensibilidade (mm)	170,0
Estabilidade (min)	15,5	Resist./extensib.	2,4
M.T.I. (UB)	40,0	Índice de queda	-

* resist./extensib. - resistência/extensibilidade

moageiras, os valores de absorção aumentam cerca de 2 a 3 pontos percentuais. Por esta razão, o trigo que não recebeu nenhum tratamento foi classificado como “forte”.

Os valores médios obtidos nas análises das farinhas resultantes dos grãos de trigo fumigados com fosfina em atmosfera sintética (21% de CO₂) e em atmosfera ambiente, nos períodos de exposição de 24, 72 e 120 h, está apresentado na Tabelas 3.

Tabela 3. Valores médios obtidos na análise da qualidade da farinha resultante dos grãos de trigo fumigados com atmosfera sintética (21% de CO₂) e 0,25, 0,50 e 0,75 g m⁻³ PH₃ e atmosfera ambiente, com 1,0 g m⁻³ de fosfina, no período de exposição de 24 (A), 72 (B) e 120 h (C)

Farinografia	21% CO ₂ + 0,25 g m ⁻³ PH ₃	21% CO ₂ + 0,5 g m ⁻³ PH ₃	21% CO ₂ + 0,75 g m ⁻³ PH ₃	Ambiente 1,00 g m ⁻³ PH ₃
A. Período de Exposição de 24 h				
Absorção (%)	56,75	55,25	56,47	57,50
Desenv. (min)	11,25	10,50	11,0	10,50
Estabilidade (min)	15,75	13,50	14,33	14,00
M.T.I. (UB)	45,0	35,00	36,67	40,00
Extensografia				
Resistência (UB)	380,0	385,00	350,0	346,67
Extensibilidade (mm)	161,67	157,50	163,33	160,00
Resist./Extensib.	2,37	2,45	2,2	2,20
Índice de queda	330,0	321,00	301,67	302,33
B. Período de Exposição de 72 h				
Absorção (%)	56,93	56,13	56,30	55,93
Desenv. (min)	7,50	10,67	12,25	13,33
Estabilidade (min)	13,67	15,67	14,25	15,50
M.T.I. (UB)	43,33	40,00	30,0	40,00
Extensografia				
Resistência (UB)	353,33	390,00	345,0	450,00
Extensibilidade (mm)	178,33	151,67	167,5	146,67
Resist./Extensib.	2,35	2,60	2,05	3,17
Índice de queda	-	-	335,0	321,67
C. Período de Exposição de 120 h				
Absorção (%)	56,47	56,67	-	57,27
Desenv. (min)	7,67	12,50	-	8,33
Estabilidade (min)	14,33	16,33	-	15,50
M.T.I. (UB)	36,67	30,00	-	40,00
Extensografia				
Resistência (UB)	350,00	420,00	-	376,67
Extensibilidade (mm)	163,33	161,67	-	161,67
Resist./extensib.	2,20	2,60	-	2,33
Índice de queda	-	56,67	-	-

Comparando-se os valores de absorção apresentados na Tabela 3 (A, B e C) com os da tabela de classificação sugerida por Preston e Kibborn (s.d.) citados por D'Apolinia & Kunerth

(s.d.), verifica-se que a classificação do trigo depois de fumigado com fosfina em atmosfera sintética (21% CO₂) e em atmosfera ambiente, manteve-se como “forte”.

Quanto ao tempo de desenvolvimento da massa, embora o trigo não-tratado (Tabela 2), e alguns fumigados tenham apresentado valores superiores a 10 min (Tabela 3A, B e C), os quais levariam à classificação de “extra-forte”, Pyler (1988) sugere que farinhas “extra-fortes” necessitam de uma velocidade de mistura no farinógrafo de 90 rotações min⁻¹. Como nas análises realizadas com o trigo dos diversos tratamentos foi aplicada uma velocidade de 62 rotações min⁻¹, não se justifica sua classificação como “extra-forte”. Sendo assim, em relação ao tempo de desenvolvimento, tanto a farinha obtida de grãos de trigo não-fumigados quanto aquela obtida de grãos fumigados com fosfina em atmosfera sintética são classificadas como “forte”.

CONCLUSÕES

1. A farinha obtida de trigo não-tratado e inicialmente classificada como “forte”, manteve essa classificação quando produzida tanto a partir de grãos de trigo fumigados com atmosfera sintética (21% de CO₂) e fosfina (0,25, 0,50 e 0,75 g m⁻³) quanto em atmosfera ambiente, com 1,0 g m⁻³ de PH₃, até períodos de exposição de 120 h.

2. Não houve grande variação nos valores médios de estabilidade de cada tratamento, quando se compara a farinha obtida a partir de grãos não-tratados de trigo com aquelas produzidas utilizando-se grãos de trigo fumigados com fosfina em atmosfera sintética (21% de CO₂) e em atmosfera ambiente, nos três períodos de exposição.

LITERATURA CITADA

- AAAC - American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC, 9th ed. Method 56-81B. 1995.
- Compêndio de defensivos agrícolas; guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 5.ed. São Paulo: Organização Andrei, 1996. 250p.
- D'Apolinia B. L.; Kunerth, W. H. The farinograph handbook. 3.ed. [S.l.: s.d.], 63p.
- Gastoxin, Manual técnico (fosfeto de alumínio). São Vicente: Casa Bernardo. s.d. 28p.
- Martinazzo, A.P.; Faroni, L.R.D.; Berbert, P.A.; Reis, F.P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhizopertha dominica* (F.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1063-1069, 2000.
- Pyler, E. J. Baking - Science & Technology. 3.ed. vol II. Kansas: Sosland Publishing Company. 1988.