

## Área: Ciência de Alimentos

# DETERMINAÇÃO DE DESOXINIVALENOL EM FARINHA DE TRIGO E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA

**\*Daniela Stefani Honnef Gai<sup>1</sup>, Ana Carolina Mattana Silva<sup>2</sup>, Lúcia Gabriela Cavalet<sup>2</sup>,  
Tatiana Oro<sup>1</sup>, Maria Tereza Friedrich<sup>1</sup>, Luiz Carlos Gutkoski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, RS

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, RS

\*E-mail: danielashonnef@hotmail.com

**RESUMO**– O trigo é um cereal que pode ser utilizado na fabricação de produtos, como pães, bolos, biscoitos e massas, além de apresentar propriedades funcionais, tecnológicas e nutricionais. No entanto, no decorrer da sua plantação, pode ocorrer a contaminação do grão por fungos na qual resulta na redução da qualidade comercial o que prejudica tanto o produtor quanto a indústria de alimentos. A microtoxina de maior aparecimento no trigo é a desoxinivalenol causada pelo fungo do gênero *Fusarium*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência da microtoxina desoxinivalenol no trigo e a qualidade tecnológica deste produto para panificação. Para a determinação desta microtoxina foi validado um método analítico que apresentou baixos limites de detecção e alta sensibilidade, partindo da fundamentação do método QuEChERS. A qualidade tecnológica do trigo foi avaliada através de análises físico-químicas e reológicas na farinha de trigo de grão inteiro.

Palavras-chave: DON. qualidade tecnológica.

## 1 INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento, o grão de trigo pode ser atacado por diversos fungos, dentre os principais o do gênero *Fusarium*, que provoca doenças como giberela, levando diretamente a perdas de produtividade e qualidade final do produto. Além da deterioração causada pela giberela, o trigo pode ser prejudicado pela micotoxina desoxinivalenol (DON), que se desenvolve pelo metabolismo secundário do fungo *Fusarium* e é considerada tóxica para humanos e animais (DOMINGUES et al., 2007). Os problemas causados pela exposição a estes contaminantes estão relacionados a efeitos carcinogênicos, mutagênicos, de comprometimento do sistema imunológico, dentre doenças que podem variar de acordo com idade, sexo e forma de exposição.

A legislação brasileira determina limites para teores de micotoxinas em alimentos para assegurar a sua qualidade tecnológica e a segurança alimentar. Assim, é fundamental o desenvolvimento de metodologias adequadas para a determinação e quantificação destas moléculas. Alguns métodos analíticos têm se destacado na determinação de micotoxinas devido a características como alta sensibilidade e baixos limites de detecção. A extração de compostos pelo método de preparo de amostra de QuEChERS, seguido da quantificação por cromatografia

líquida acoplada a espectrometria de massas sequencial, determinam o seu possível índice de contaminação. Além disso, a avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo pode demonstrar se a contaminação dos grãos pelos fungos e pelas micotoxinas altera a qualidade tecnológica da farinha, comprometendo, além da saúde do consumidor, a qualidade dos produtos elaborados. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de micotoxinas em trigo, bem como efeitos da contaminação na qualidade tecnológica da farinha de trigo.

. Para este fim,

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de trigo da cultivar TBIO Toruk®, moderadamente suscetível a giberela. As amostras de campo foram submetidas a limpeza em equipamento de laboratório (Sintel, Intecnial, Brasil) e a moagem foi realizada em moinho de laboratório (3100, Perten Instruments, Suécia) para obtenção da farinha de trigo de grão inteiro.

Foi utilizado o método de QuEChERS para a extração da micotoxina DON. A análise da micotoxina DON estudada em amostras de farinha de trigo de grão inteiro foi realizada empregando sistema LC-MS/MS, com cromatografia em fase reversa utilizando coluna analítica XR-ODS III (150 x 2,0 mm x 2,0 µm), marca Shimadzu, A fase móvel utilizada teve como referência o pacote de método do fornecedor LC/MS/MS Method Package e constituída de: Fase móvel A: acetato de amônio 5 mmol L<sup>-1</sup> e B: metanol com 5 mmol L<sup>-1</sup> de acetato de amônio, no modo gradiente.

A determinação do teor de umidade foi realizada em triplicata de acordo o método nº 44-15.02 da AACC (2010), em estufa com circulação de ar a 130 °C por uma hora. O teor de proteína bruta foi determinado analisador NIRS (DS 2500, FOSS, Dinamarca). O teor de cinzas foi determinado de acordo com o método nº 08-12.01 da AACC (2010) e corresponde ao resíduo obtido por incineração em temperatura de 550 °C por 5 h. As análises de propriedades de mistura foram realizadas em duplicata em equipamento Promilógrafo (T6-E, Koloman Egger, Áustria), de acordo com o método nº 54-21.02 da AACC (2010), utilizando 200 g de FTGI corrigida para a umidade de 14%. Os parâmetros avaliados foram absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, índice de tolerância à mistura e estabilidade da massa.

Os resultados de quantificação de DON e de qualidade tecnológica das amostras de FTGI foram analisados estatisticamente pela determinação da análise de variância (Anova) e nos modelos significativos as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 95% de intervalo de confiança, com o emprego do programa computacional SASM-Agri.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão expressos os valores de contaminação por DON nas amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

Tabela 1: Valores encontrados da micotoxina DON (em  $\mu\text{g Kg}^{-1}$ ) na FTGI.

Amostras	DON
T1(testemunha)	7084,75 <sup>a</sup> ±37,29
T2	451,245 <sup>b</sup> ±95,12
T3	309,222 <sup>c</sup> ±185,47
T4	224,754 <sup>c</sup> ±109,34
T5	301,198 <sup>c</sup> ±192,89
T6	176,281 <sup>c</sup> ±96,84
T7	539,863 <sup>b</sup> ±257,62
T8	233,925 <sup>c</sup> ±171,72
T9	525,155 <sup>b</sup> ±363,71
T10	154,181 <sup>c</sup> ±94,34
T11	505,307 <sup>b</sup> ±142,03
T12	479,805 <sup>b</sup> ±135,62

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skot-Knott.

Resultados expressos como média de três determinações  $\pm$  desvio padrão.

As amostras avaliadas apresentaram diferentes níveis de contaminação por DON. Sabe-se que no processamento da farinha a nível industrial partes do grão de trigo como o farelo, onde se encontram os maiores níveis de contaminação, e o gérmen, são removidas reduzindo a concentração de micotoxinas (NOGUEIRA e OLIVEIRA, 2006). Assim os níveis de contaminação por DON encontrados nas amostras deste estudo podem ser justificados devido à utilização do grão inteiro durante o processo de moagem, que seriam menores se fossem analisados em farinha refinada.

Os teores de DON encontrados estão dentro dos limites toleráveis estabelecidos pela RDC N° 138, de 8 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017), evidenciando a eficácia dos tratamentos com fungicidas. Este resultado pode ser comprovado pela avaliação da amostra T1-testemunha que apresentou valores acima do permitido pela legislação, devido ao não uso do controle químico durante a fase de floração e desenvolvimento da cultura.

A composição química influencia diretamente nas características tecnológicas das farinhas e é um dos fatores determinantes para sua qualidade (BRESSIANI, 2016).

A Tabela 2 apresenta a caracterização química das amostras de FTGI.

Tabela 2: Caracterização físico-química da FTGI.

Amostras	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)
T1 (testemunha)	13,85 <sup>a</sup> ±0,49	12,30 <sup>a</sup> ±0,01	1,46 <sup>b</sup> ±0,03
T2	14,08 <sup>a</sup> ±0,16	11,94 <sup>b</sup> ±0,09	1,14 <sup>e</sup> ±0,01
T3	13,37 <sup>a</sup> ±0,31	11,57 <sup>e</sup> ±0,03	1,24 <sup>d</sup> ±0,04
T4	14,54 <sup>a</sup> ±1,20	11,74 <sup>c</sup> ±0,06	1,32 <sup>c</sup> ±0,02
T5	14,30 <sup>a</sup> ±0,13	11,90 <sup>b</sup> ±0,01	1,42 <sup>b</sup> ±0,01
T6	14,20 <sup>a</sup> ±0,12	11,91 <sup>b</sup> ±0,02	1,40 <sup>b</sup> ±0,07
T7	14,22 <sup>a</sup> ±0,19	11,76 <sup>c</sup> ±0,02	1,42 <sup>b</sup> ±0,09
T8	14,16 <sup>a</sup> ±0,16	11,92 <sup>b</sup> ±0,06	1,43 <sup>b</sup> ±0,07
T9	14,00 <sup>a</sup> ±0,16	11,90 <sup>b</sup> ±0,01	1,56 <sup>a</sup> ±0,02
T10	13,91 <sup>a</sup> ±0,18	11,66 <sup>d</sup> ±0,05	1,07 <sup>e</sup> ±0,04
T11	14,03 <sup>a</sup> ±0,15	11,37 <sup>f</sup> ±0,02	1,13 <sup>e</sup> ±0,01
T12	14,24 <sup>a</sup> ±0,08	11,30 <sup>f</sup> ±0,05	1,08 <sup>e</sup> ±0,09

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skot-Knott. Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão.

Os teores de umidade nas amostras analisadas estão dentro do limite estipulado na legislação brasileira (BRASIL,2005), a qual estabelece que o mesmo não deve ser superior a 15%. Os valores encontrados de proteínas e cinzas estão de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de trigo n° 8, de 02 de junho de 2005 (BRASIL, 2005) que estipula para farinha de trigo Tipo 1 teor mínimo de 7,5 % de proteínas e máximo 0,8% de cinzas. Embora a legislação não estabeleça padrões para FTGI, está se encontra dentro dos limites estipulados para farinha de trigo como integral, ou seja, mínimo de 8,0% proteínas e máximo de 2,5% cinzas.

A qualidade da farinha, massa e do produto final pode ser mensurada através da avaliação das propriedades de mistura da massa, que envolve processos de hidratação da matéria prima e a avaliação de resistência oferecida pela massa quando submetida à ação mecânica de mistura (SINGH et al., 2011). A Tabela 3 apresenta as propriedades de mistura das diferentes amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

Tabela 3: Propriedades de mistura das diferentes amostras de FTGI

Amostras	Absorção (%)	TDM (min)	Estabilidade (min)	ITM (UF)
T1 (testemunha)	66,83 <sup>a</sup> ±0,23	4,55 <sup>a</sup> ±0,49	5,75 <sup>c</sup> ±0,21	107,5 <sup>a</sup> ±6,36
T2	63,20 <sup>a</sup> ±0,20	4,95 <sup>a</sup> ±0,21	6,60 <sup>a</sup> ±0,14	98,0 <sup>a</sup> ±8,48
T3	63,20 <sup>a</sup> ±0,20	5,00 <sup>a</sup> ±0,56	6,20 <sup>b</sup> ±0,14	96,5 <sup>a</sup> ±6,36
T4	66,00 <sup>a</sup> ±0,23	5,20 <sup>a</sup> ±0,14	6,05 <sup>b</sup> ±0,07	100,0 <sup>a</sup> ±4,24
T5	65,80 <sup>a</sup> ±0,60	5,30 <sup>a</sup> ±0,14	6,15 <sup>b</sup> ±0,07	104,0 <sup>a</sup> ±1,41
T6	65,30 <sup>a</sup> ±0,63	4,70 <sup>a</sup> ±0,42	5,95 <sup>b</sup> ±0,21	103,0 <sup>a</sup> ±1,41
T7	67,10 <sup>a</sup> ±3,18	5,15 <sup>a</sup> ±0,07	6,45 <sup>a</sup> ±0,70	96,5 <sup>a</sup> ±7,77
T8	66,05 <sup>a</sup> ±0,05	5,00 <sup>a</sup> ±0,14	5,45 <sup>c</sup> ±0,21	100,0 <sup>a</sup> ±23,33
T9	67,20 <sup>a</sup> ±3,18	5,00 <sup>a</sup> ±0,14	5,00 <sup>d</sup> ±0,14	114,5 <sup>a</sup> ±20,5
T10	64,85 <sup>a</sup> ±0,49	4,80 <sup>a</sup> ±0,14	5,65 <sup>c</sup> ±0,42	105,0 <sup>a</sup> ±7,07
T11	64,70 <sup>a</sup> ±0,45	5,20 <sup>a</sup> ±0,14	6,70 <sup>a</sup> ±0,42	98,00 <sup>a</sup> ±7,07
T12	64,00 <sup>a</sup> ±0,40	4,85 <sup>a</sup> ±0,21	6,75 <sup>a</sup> ±0,07	99,00 <sup>a</sup> ±4,24

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skot-Knott. Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão.

Em relação a contaminação por DON os resultados demonstraram que a mesma não interferiu na absorção de água, já que a amostra T1- testemunha que apresentou a maior concentração da micotoxina não apresentou diferença das demais. Para o tempo de desenvolvimento de massa as amostras não apresentaram diferença significativa, variando de 4 a 5 minutos, pode-se explicar estes resultados, como consequência dos valores de absorção de água, por se tratar de FTGI a presença de fibras que pode causar aumento na absorção de água também pode levar ao maior tempo de desenvolvimento de massa. Para estabilidade de massa a amostra T9 apresentou diferença quando comparada as demais amostras, em relação a micotoxina DON, verifica-se que não existe relação direta entre estabilidade de massa e a contaminação por DON, já que a testemunha apresentou os maiores valores de contaminação, não diferiu estatisticamente nos resultados de estabilidade das demais amostras. Neste estudo, o tempo de estabilidade em todas as amostras foi inferior a 7,5 min, o que já era esperado, por se tratar de FTGI. Bressiani (2016), obteve redução no tempo de estabilidade das amostras de farinhas que continham partes externas do grão de trigo em comparação com a farinha refinada.

Para os valores de índice de tolerância a mistura não houve diferença significativa. Sabe-se que quanto maior for o índice de tolerância à mistura, mais fraca será classificada a farinha (JUNQUEIRA et al., 2007), consequentemente menos tolerante a mistura, obtendo-se menor tempo de estabilidade de massa e maior ITM, similarmente ao obtido nos resultados das amostras de farinha integral por ORO (2013). Os resultados encontrados pelo ensaio de farinografia, demonstraram que a contaminação pela micotoxina DON não interfereu

de forma significativa nas propriedades de mistura, desta forma não apresentou redução na qualidade tecnológica do produto final.

## 4 CONCLUSÃO

Todos os parâmetros de validação do método analítico para identificação e quantificação por LC-MS/MS ficaram dentro dos limites estipulados pelo INMETRO, sendo possível utilizá-lo para o monitoramento da micotoxina desoxinivalenol em farinha de trigo de grão inteiro.

As amostras da cultivar Toruk® apresentaram diferentes níveis de contaminação pela micotoxina DON e não foram detectados.

Através das análises físico-químicas realizadas nos grãos e na farinha, bem como as reológicas, conclui-se que, nos níveis de DON obtidos para as amostras, não houve alterações na qualidade tecnológica da farinha de trigo de grão inteiro contaminada por DON. Estes resultados refletem a importância do cumprimento dos limites estabelecidos pela legislação, assim garantindo maior segurança alimentar para o consumidor.

A partir dos testes realizados neste trabalho, as quantificações de DON e as de cunho de qualidade tecnológica da farinha, fica evidente a importância de trabalhos que envolvam desde o plantio sob condições adequadas e de monitoramento, como o desenvolvimento de trabalhos em laboratórios que possuam equipamentos e condições adequadas, obtendo-se assim resultados confiáveis.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Educação Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e a Universidade de Passo Fundo por todo suporte para realização desta pesquisa.

## 6 REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Guia para qualidade em química analítica**. Brasília. 76p. 2005
- BRASIL. Resolução – RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre a limites máximos toleráveis (LMT) para micotoxinas. Brasília. DF: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2017.
- BRESSIANI, J. **Qualidade da farinha de trigo de grão inteiro em resposta a influência de diferentes tamanhos de partículas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS, 2016.
- DOMINGUES, M. A. D.; ALMEIDA, R. R.; TOMIWAKA, M. M.; GALLO, C. R.; GLORIA, E. M.; DIAS, C. T. S. **Ocorrência de deoxinivalenol em trigo nacional e importado utilizado no Brasil**. Cien. Tecnol. Alimen. Campinas, v.27, n. 1, p. 181-185, 2007. Disponível em: Acesso em 12 de setembro de 2016.
- NOGUEIRA, S. I.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Prevalência de ocratoxina A em alimentos e consequentes problemas de segurança alimentar. **Alimentação Humana**, v. 12, n. 2, p. 69-75, 2006.
- JUNQUEIRA, R. M.; ROCHA, F.; MOREIRA, M. A.; CASTRO, I. A. Effect of proofing time and wheat flour strength on bleaching, sensory characteristics, and volume of french breads with added soybean lipoxygenase. **Cereal Chemistry**, v. 84, n. 5, p. 443-449, 2007.
- ORO, T. **Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.