
INFLUÊNCIA

DO PROCESSO

DE CALCIFICAÇÃO

EM TOMATE CUBETEADO

JANAINA PEREIRA DE MACEDO RODRIGUES
MARIA ISABEL DANTAS DE SIQUEIRA

Resumo: avaliou-se a influência dos procedimentos de calcificação por aspensão e imersão em cubos de tomate, utilizados como matéria-prima em molhos, através da análise de peso drenado e textura. Concluiu-se que o processo de calcificação por imersão torna os cubos mais rígidos e firmes, sendo que o peso drenado apresentou correlação direta com a textura nos dois processos.

Palavras-chave: tomate cubeteado, calcificação, firmeza

O tomate, entre as culturas olerícolas, é a que apresenta produção e consumo mais difundido no mundo, seja *in natura* ou industrializado. Sua produção mundial supera 70 milhões de ton./ano, sendo considerada a olerícola mais importante, não só em termos de produção como também em valor econômico. A grande variabilidade existente no gênero *Lycopersicum* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender às mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento industrial e para consumo *in natura* (FAGUNDESI *et al.*, 2005; MINANI, FONSECA, [1990]; SILVA, GIORDANO, 2000).

A grande utilização de cubos de tomates está na preparação de molhos e refogados. A base do produto é o tomate com uma grande variedade de ingredientes, desde carnes, extratos de carne, cebola e alho picados, sal, açúcar e especiarias (SILVA, GIORDANO, 2000; MINANI, FONSECA, [1990]).

O processamento de cubeteamento do tomate segue as etapas iniciais dos outros produtos de tomate: recepção, lavagem, seleção; diferenciando a partir da etapa de despelagem ou retirada da pele, que utiliza equipamentos específicos (SILVA; GIORDANO, 2000).

Durante o processamento, podem ocorrer alterações químicas e bioquímicas que afetam a textura do produto. A firmeza da parede celular, um dos componentes da textura, é influenciada pelas substâncias pécticas e pela presença de sais (FÁVARO; IDA, 1998).

As pectinas são classes de complexos polissacarídeos encontrados nas paredes celulares das plantas sendo comumente produzidas durante os estágios iniciais do crescimento da parede celular e representam cerca de 1/3 da parede celular. São encontradas em diversas quantidades de plantas sob condição de rápido crescimento e alta concentração de água exercendo papel de controlar o movimento de água e dos fluídos através das partes que apresentam este crescimento. A pectina é a responsável pela textura/firmeza de alimentos de origem vegetal. O efeito de firmeza da pectina nos tecidos envolve dois fenômenos: o primeiro no tecido fresco com formação de grupos livres de carboxil que aumenta a possibilidade e a força de ligação do cálcio entre polímeros de pectina e o segundo no tecido aquecido onde há combinação do aumento da ligação do cálcio e diminuição da susceptibilidade da despolimerização da pectina (MURALIKRISHNA, TARANATHAN, 1994; IADEROZA, BALDINI; 1991; SAJJAANATAKUL, VAN BUREN, DOWNING, 1989).

A perda da firmeza das hortaliças é devido aos danos ocasionados no corte das células, que liberam enzimas proteolíticas e pectinolíticas que podem difundir no interior dos tecidos. Tanto a intensidade dos cortes quanto à direção em que foram realizados interferem na deterioração; tais resultados parecem estar relacionados à maior solubilização da pectina das fatias longitudinais (ABE, WATADA, 1991; WILEY, 1997).

Quando o tomate é cortado ocorre a ativação de duas enzimas que promovem a quebra dos polímeros pécticos presentes entre as

paredes celulares do fruto: a pectinametilesterase (PME) e a poligalacturonase (PG). Uma terceira enzima, ativada por ação microbiológica, também participa do processo de degradação da textura do fruto: a liase (BARRETT; GARCIA; WAYNE, 1998).

A PME atua hidrolisando o grupo estearílico do monômero péctico, transformando-o em um ácido carboxílico, enquanto que a PG hidrolisa a ligação osídica (que une duas moléculas monoméricas), formando uma hidroxila. A liase, por sua vez, atua também na ligação osídica, mas numa catálise enzimática direta. Nestes processos a solubilidade da pectina em meio aquoso aumenta, tanto pela diminuição do peso molecular quanto pela formação de grupos polares na nova estrutura (BARRETT; GARCIA; WAYNE, 1998). A ação da PME libera ácido poligalacturônico, substrato para a ação da poligalacturonase, enzima despolimerizante, que associada à perda de textura em frutas e vegetais estocados (NIELSEN, CHRISTENSEN, 2002; PLAZA *et al.*, 2003).

A PME é uma enzima encontrada em plantas, fungos fitopatogênicos e bactérias. Sua ação está envolvida nos mecanismos em vegetais crescimento, abscisão e senescência de frutos, amadurecimento de frutos, arsenal de ataque de microrganismos fitopatogênicos, diferenciação celular, controle do pH entre a matriz das paredes celulares e nos espaços intercelulares e do processo de expansão celular. A atividade de PME em frutas também pode ser detectada principalmente nos primeiros estágios do amadurecimento, e está envolvida no amolecimento da fruta ao longo da maturação (ASSIS, LIMA, OLIVEIRA, 2000; CASTALDO *et al.*, 1989; REN, KERMONDE, 2000).

O cálcio possui um papel importante na manutenção da estrutura da parede celular dos vegetais, apresentando um efeito cimentante, que promove a adesão célula a célula, devido à deposição do pectato de cálcio. O uso de cálcio através de soluções aquosas de seus sais, como cloreto de cálcio, tem-se demonstrado eficaz na prevenção do amaciamento de uma série de frutas. Na forma anidra (CaCl_2) absorve umidade do meio que ele envolve e se utiliza como agente secante. A adição de sais de cálcio em tomate cubeteado, proporciona a formação de um gel de pectato de cálcio que enrijece os tecidos e minimiza o amolecimento do tomate (BARRETT, GARCIA, WAYNE, 1998; FÁVARO, IDA, 1998; HUGHES, 1994).

A interação do ácido pectínico resultante da ação da PME com íons cálcio, com formação de pectato de cálcio insolúvel, causa perda da estabilidade da turbidez, com conseqüente clarificação do suco, perda de componentes de aroma e sabor, a aumento da susceptibilidade à oxidação (ASSIS, LIMA, OLIVEIRA, 2000; MACDONALD, EVANS, SPENCER, 1993).

O FDA (*Food of Drug Administration*) aprovou uso dos seguintes sais como agentes de firmeza: cloreto de cálcio purificado, sulfato de cálcio, citrato de cálcio, mono-cálcio, fosfato. O cloreto de cálcio é o sal o mais comumente utilizado e tipicamente é usado na forma de tabletes especiais, ou como uma solução de cloreto de cálcio dissolvido dentro suco de tomate (BARRETT; GARCIA; WAYNE, 1998).

O objetivo deste estudo foi a avaliação da influência da calcificação na textura e no peso drenado em cubos de tomate processados utilizando os procedimentos de calcificação por aspersão e imersão.

Com os resultados obtidos nesse estudo as empresas poderão verificar a eficiência do processo de calcificação utilizado, otimizando o processo e a qualidade dos cubos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no mês de abril de 2006 com amostras processadas na safra de 2004 e 2005.

Grupo Amostral

As amostras de cubos de tomate foram coletadas em duas empresas processadoras de tomate, localizadas em cidades distintas. A diferença entre as amostras está apenas no procedimento de calcificação dos cubos de tomate. Ao todo foram coletadas 24 amostras, em embalagens com 2000g de cubos de tomate, sendo 6 amostras provenientes da safra de 2004 e 6 amostras da safra de 2005, de cada empresa.

Para realizar a calcificação dos cubos de tomates foi utilizada uma solução de cloreto de cálcio. Na calcificação por aspersão, o cloreto de cálcio, com concentração de 2,0 a 3,0%, foi aspergido em três pontos distintos: na esteira de seleção, elevador de cubos e tanque de homogeneização. No processo de calcificação por imersão os cubos de tomate foram imersos em solução de cloreto de cálcio

(concentração de 2,0%) a temperatura em torno de 80°C por aproximadamente 2 minutos; ficando os cubos totalmente submergidos.

As amostras que sofreram o processo de imersão foram identificadas com a letra I, e as amostras que sofreram o processo de aspersão foram identificadas com a letra A.

Determinação o Peso Drenado

Em um béquer de 1000ml, pesou-se 500 g de cubo de tomate, completou-se o volume de 1000ml do béquer com água e homogeneizou-se a solução. Esgotou-se todo o conteúdo do béquer sobre uma peneira acoplada em outro béquer; inclinou-se a peneira num ângulo de aproximadamente 45°, deixando-a nesta posição por 1 minuto, após esse tempo a peneira foi girada na horizontal (fazendo um ângulo de 180°), e permaneceu inclinada por mais 1 minuto. Pesou-se a peneira com todo o conteúdo, e realizaram-se os cálculos, fazendo a diferença entre o peso inicial e o peso final.

Determinação da Textura

Para a obtenção dos valores da textura das amostras utilizou-se o equipamento *Stevens L.F.R.A. Texture Analyser*. Os cubos de tomate foram colocados em um béquer de 500 ml. O béquer foi colocado no local indicado no equipamento para que fosse realizada a medição da textura. O equipamento foi ligado e a leitura foi realizada após alguns segundos e o resultado expresso em g Stevens, unidade do equipamento.

Tratamento dos Dados

Os dados foram tabulados, calculadas as médias dos resultados individuais dos anos de 2004 e 2005, e elaborados gráficos para melhor visualização. Calculou-se o coeficiente de correlação linear através da equação:

$$R_{xy} = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y) / n}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2 / n] [\sum y^2 - (\sum y)^2 / n]}}$$

Onde: x é o valor do peso drenado; y o valor da textura e n o número de amostras.

A correlação linear teve o objetivo de medir e avaliar o grau de relação existente entre as variáveis aleatórias envolvidas. O coeficiente de correlação linear tem variação entre 0 e 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de calcificação de cubos de tomate é de grande importância para as indústrias processadoras de derivados de tomate; pois durante a utilização destes cubos na fabricação de molhos de tomate estes devem apresentar-se em condições favoráveis para que a qualidade do produto final não seja comprometida.

Os resultados obtidos com as análises de peso drenado e textura de amostras que sofreram processo de calcificação por aspersão e imersão, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Resultados das Análises de Peso Drenado e Textura em Cubos de tomate Processados pelo Processo de Calcificação por Aspersão e Imersão em 2004

| Amostras | Peso drenado (%) | Textura (g Stevens) | Amostras | Peso drenado (%) | Textura (g Stevens) |
|----------|------------------|---------------------|----------|------------------|---------------------|
| 1A | 46,3 | 39,0 | 1I | 43,7 | 37,0 |
| 2A | 45,6 | 39,0 | 2I | 50,3 | 47,0 |
| 3A | 36,5 | 30,0 | 3I | 42,0 | 36,0 |
| 4A | 42,1 | 32,0 | 4I | 47,6 | 43,0 |
| 5A | 44,7 | 32,0 | 5I | 46,3 | 41,0 |
| 6A | 38,6 | 30,0 | 6I | 45,5 | 44,0 |
| Média | 42,3 | 33,7 | Média | 45,9 | 41,3 |

Legenda: A) Cubos de tomate calcificados por aspersão; I) Cubos de tomate calcificados por imersão.

Tabela 2: Resultados das análises de peso drenado e textura em cubos de tomate processados pelo processo de calcificação por aspersão e imersão em 2005

| Amostras | Peso drenado (%) | Textura (g Stevens) | Amostras | Peso drenado (%) | Textura (g Stevens) |
|----------|------------------|---------------------|----------|------------------|---------------------|
| 1A | 46,8 | 34,0 | 1I | 53,5 | 44,0 |
| 2A | 45,4 | 33,0 | 2I | 55,3 | 49,0 |
| 3A | 47,8 | 33,0 | 3I | 54,1 | 41,0 |
| 4A | 44,4 | 32,0 | 4I | 58,4 | 50,0 |
| 5A | 42,4 | 32,0 | 5I | 53,2 | 43,0 |
| 6A | 49,0 | 43,0 | 6I | 56,6 | 47,0 |
| Média | 46,0 | 34,5 | Média | 55,2 | 45,7 |

Legenda: A) Cubos de tomate calcificados por aspersão; I) Cubos de tomate calcificados por imersão.

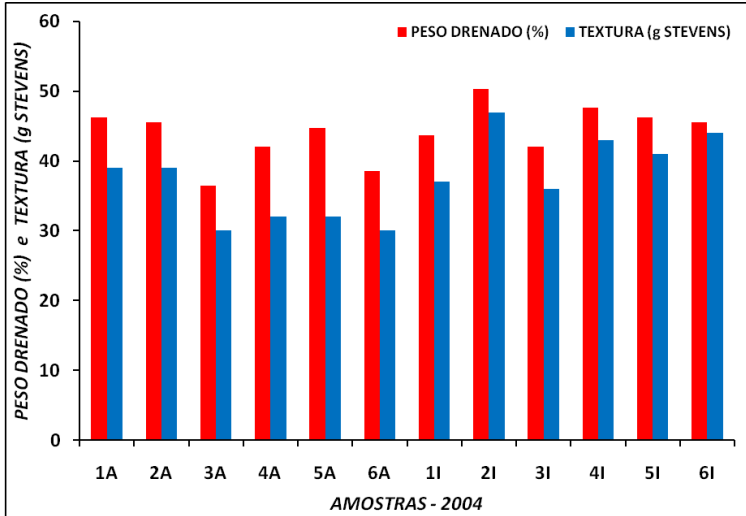


Figura 1: Peso Drenado e Textura de Cubos de Tomate Tratados por Aspersão e Imersão da Safra do Ano de 2004

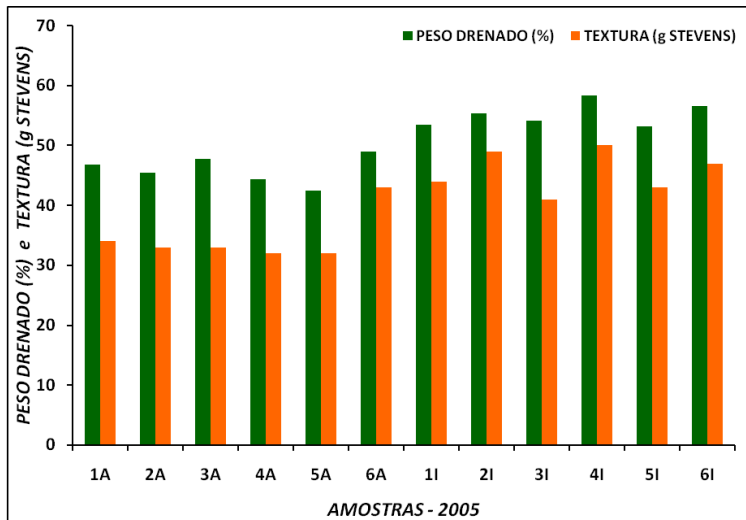


Figura 2: Peso Drenado e Textura de Cubos de Tomate Tratados por Aspersão e Imersão da Safra de 2005

Nas Figuras 1 e 2, pode-se observar que as amostras tratadas pelo processo de calcificação por imersão apresentaram valores maiores para os dois parâmetros avaliados, sendo que para peso drenado quanto maior o valor melhor. As empresas que proces-

sam tomate cubeteado classificam o cubo como “bom” aquele que apresentar valor de peso drenado maior ou igual a 55%. O peso drenado influenciará de forma direta no peso drenado do molho no qual será utilizado como matéria-prima. Para os molhos de tomate existem vários padrões de peso drenado e, um dos padrões adotados pelas empresas é de 18 a 23%.

Os valores de textura são importantes para verificação da eficiência do método de calcificação de cubos, e também são influenciados pela qualidade da matéria-prima.

Para textura também não existe um padrão definido pelas empresas para tomate cubeteado, pois não é uma análise de rotina, porém quanto maior o valor, mais firme se apresentará o cubo e, conseqüentemente, maior o peso drenado.

Tabela 3: Coeficiente de Correlação de Peso Drenado e Textura para Amostras Tratadas por Aspersão e Imersão das Safras dos Anos de 2004 e 2005

| Ano das amostras | Coeficiente de correlação |
|------------------|---------------------------|
| Aspersão – 2004 | 0,83 |
| Imersão – 2004 | 0,92 |
| Aspersão – 2005 | 0,72 |
| Imersão – 2005 | 0,82 |

Pode-se verificar que existe uma correlação entre peso drenado e textura, como mostra a Tabela 3. Sendo que, quanto mais próximo de 1 apresentar-se o valor, maior a correlação entre os dados. Para as amostras que sofreram processo de aspersão em 2004 e 2005 as correlações encontradas foram iguais a 0,83 e 0,72, respectivamente. Para os resultados das amostras que sofreram processo de imersão existe também correlação entre os valores de peso drenado e textura. Para o ano de 2004 o coeficiente encontrado foi igual a 0,92, e para 2005, 0,82. Pelos dados dos coeficientes de correlação, as amostras que passaram pelo processo de imersão foram as que obtiveram maior correlação entre si.

Individualmente as amostras que foram calcificadas pelo processo de aspersão apresentaram menores valores de peso drenado e textura, tanto para o ano de 2004 como de 2005.

É amplamente reportado na literatura científica que a adição de sais de cálcio em tomate pelado ou picado aumenta sua resistência estrutural, mantendo a integridade do fruto ou seus pedaços (BARRETT; GARCIA; WAYNE, 1998).

Xisto et al. (2004) afirmaram que o tratamento com cloreto de cálcio aumenta a textura dos frutos, tornando-os mais firmes devido à formação de pectato de cálcio na parede celular, tornando-a menos acessível a enzimas que ocasionam o amaciamento.

Através da análise de textura pode-se observar que o processo de calcificação por imersão, resultou em produtos mais firmes e resistentes; dessa forma pode-se dizer que o processo de calcificação por imersão é mais eficiente, pois neste processo os cubos de tomate ficam totalmente mergulhados na solução de cloreto de cálcio, possibilitando maior incorporação dessa solução.

Pode-se verificar também, que as amostras de 2004 apresentaram alguns resultados de textura de peso drenado mais baixos que os resultados das amostras de 2005, isso pode ser devido ao maior período de armazenamento dessas amostras.

As diferenças entre os resultados entre as amostras que utilizaram o mesmo método de calcificação podem ter ocorrido devido às variações na matéria-prima, pois mesmo sendo as mesmas variedades, as áreas de cultivo são diferentes, podendo influenciar em algumas características da matéria-prima.

CONCLUSÕES

O processo de calcificação é efetivo na melhoria da textura e peso drenado de cubos de tomate, além de existir uma correlação direta entre os parâmetros de peso drenado e textura.

Pode-se verificar que as amostras de cubos de tomate que foram processadas por imersão das safras de 2004 e 2005, apresentaram melhores resultados de peso drenado e de textura em relação às amostras processadas pelo método de aspersão do mesmo período. Portanto, o processo de calcificação por imersão é mais eficiente, pois apresenta cubos mais firmes e resistentes.

Referências

ABE, K.; WATADA, A. E. Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 56, n. 6, p.1589-1592, 1991.

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Acerola's pectin methyl esterase: studies of heat inactivation. *Food Chemistry*, London, v. 71, n. 4, p. 465-467, 2000.

BARRETT, D. M.; GARCIA, E.; WAYNE, J. E. Textural modification of processing tomatoes. *International Journal Food Science and Nutrition*, California, v. 38, n. 3, p.173-258, 1998.

CASTALDO, F. et al. Isolation and characterization of pectin methyl esterase from apple fruit. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 54, n. 3, p.653-673, 1989.

FAGUNDESI, A. F. et al. Influência do grau de umidade na textura de tomate seco refrigerado ou envasado em óleo. *Ciências Exatas, Terra, Ciências Agrárias, Engenharia*, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 35-42, 2005.

FÁVARO, S. P.; IDA, E. L. Textura de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L) processado ou não: efeito da aplicação de concentrações crescentes de cálcio via absorção radicular. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 18, n. 2, p.188-192, 1998.

HUGHES, C. *Guía de aditivos*. Zaragoza: Acribia, 1994.

IADEROZA, M.; BALDINI, V. L. S. *Enzimas e a qualidade de vegetais processados*: manual técnico. Campinas: ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos), 1991.

MACDONALD, H. M.; EVANS, R.; SPENCER, W.J. Purification and properties of the major pectinesterases in lemon fruits (*Citrus limon*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 62, n. 2, p.163-168, 1993.

MINANI, K; FONSECA, H. Tomate: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Coordenadoria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. São Paulo, [1990]. Série Extensão Agroindustrial, n. 8.

MURALIKRISHNA G; TARANATHAN R. N. Characterization of pectin polysaccharides from pulse husks. *Food Chemistry*, London, v. 50, n. 1, p.87-89, 1994.

NIELSEN, J. E.; CHRISTENSEN, T. M. I. E. Distribution of pectinmethylesterase and acetyl esterase in the genus *Citrus* visualized by tissue prints and chromatography. *International Journal Plant Science*, Chicago, v. 162, n. 5, p.799-807, 2002.

PLAZA, L. et al. Effect of combined treatments of high-pressure, citric acid and sodium chloride on quality parameters of tomato puree. *European Food Research and Technology*, Berlin, v. 216, n. 6, p.514-519, 2003.

REN, C.; KERMONDE, A. R. An increase in pectin methyl esterase activity accompanies dormancy breakage and germination of yellow cedar seeds. *Plant Physiology*, Rockville, v. 124, n. 1, p.231-242, 2000.

SAJJAANATAKUL, T.; VAN BUREN, J. P.; DOWNING, D. L. Effect of methyl ester content on heat degradation of chelator soluble carrot pectin. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 54, n. 5, p.1272-1277, 1989.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

XISTO, A. L. R. P. et al. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n. 1, p.113-118, 2004.

WILEY, R. C. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: Acribia, 1997.

Abstract: it was evaluated influence of the calcification procedures for aspersion and immersion in tomato cubes, used as raw material in gravies, through the analysis of drained weight and texture. It was concluded that the process of immersion makes the cubes most rigid and firm, and drained weight showed a direct correlation with the texture in the two cases

Keywords: diced tomato, calcification, firmness

JANAINA PEREIRA DE MACEDO RODRIGUES

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás (UFG). *E-mail*: janainapm@gmail.com

MARIA ISABEL DANTAS DE SIQUEIRA

Mestre em Ciências dos Alimentos. Professora Adjunto do Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Matemática, Física, Química e Engenharia de Alimentos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás. *E-mail*: mids@ucg.br