

EFEITO DO ULTRASSOM COMO PRÉ-TRATAMENTO NA SECAGEM DE VEGETAIS

RESUMO

A secagem convectiva é um método de conservação de alimentos que consiste na remoção parcial da água. Porém o longo tempo e as elevadas temperaturas podem ocasionar perdas nutricionais e sensoriais. Para superar esses desafios, o pré-tratamento dos alimentos por ultrassom (US) antes da secagem pode contribuir para acelerar as taxas de secagem. Desta forma, esta revisão objetivou descrever o efeito do ultrassom como pré-tratamento em vegetais, visando a otimização da secagem. O US consiste na propagação de ondas mecânicas em frequência acima do limiar de audição humana (> 20 kHz). Durante essa propagação ocorre a formação, o crescimento e o colapso de bolhas de ar que resultam em efeitos, como cavitação e cisalhamento. Esses efeitos favorecem o rompimento do tecido vegetal que facilita a remoção de água. Com base nos estudos, verificou-se que o pré-tratamento ultrassônico de 5 a 30 min apresentou efeitos significativos na redução do tempo de secagem (redução de 20-70%). De forma geral, quanto maior a potência aplicada, maiores foram os efeitos sobre a estrutura vegetal, potencializando a taxa de secagem. Portanto, o ultrassom pode ser uma estratégia para otimizar a secagem de vegetais reduzindo o tempo de processo com menores perdas nutricionais e sensoriais.

INTRODUÇÃO

A secagem é um método tradicional de conservação de alimentos, que consiste na remoção de uma parcela da água presente nos alimentos que implica diretamente no crescimento microbiano e em outras reações bioquímicas e enzimáticas, que causam deterioração dos alimentos (1). No processamento de vegetais, a secagem é um dos métodos mais antigos e bastante utilizado para conservação dessas matérias-primas após a colheita. Durante esse processo ocorre a remoção parcial água, devido a transferência simultânea de calor e de massa (2).

Na desidratação de frutas e hortaliças, o período de taxa decrescente é extremamente importante. Nessa fase as partes externas do alimento já estão secas, enquanto o interior ainda pode conter quantidades significativas de umidade. A partir desse ponto, o processo consome grande quantidade de energia e os atributos físicos, sensoriais e nutricionais do produto podem ser prejudicados devido à elevação da temperatura (3).

A secagem convectiva é uns dos métodos mais empregados para esse fim, porém, o longo de tempo de secagem e o uso de temperaturas elevadas pode ocasionar perdas nutricionais e sensoriais do produto. Com isso, diferentes estratégias, como a tecnologia de ultrassom, estão sendo aplicadas para otimizar o processo de secagem, reduzir o consumo energético, além de oportunizar maior retenção de compostos nutricionais e funcionais (4).

OBJETIVO

Esta revisão objetivou avaliar o efeito do ultrassom como pré-tratamento em vegetais visando a melhoria da performance de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é uma revisão narrativa sobre o efeito do ultrassom como pré-tratamento em vegetais visando a potencialização da taxa de secagem. As informações foram obtidas a partir de uma extensa pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas: *Web of Science*, *Scopus*, *Pubmed*, *Science Direct* e Google Acadêmico. Para a busca de artigos científicos, foram selecionadas as palavras-chave em português e inglês “secagem de alimentos”, “ultrassom”, “secagem de vegetais”, “sonicação”, “pré-tratamento ultrassônico”, “taxa de secagem” e “secagem convectiva”.

Os critérios adotados para a seleção dos artigos incluíram estudos publicados em inglês, predominando aqueles publicados nos últimos 5 anos. Além disso, para evitar possíveis fontes de viés e com base no objetivo do estudo, foram utilizados critérios de inclusão/exclusão e eliminação de duplicatas para elegibilidade. Inicialmente, foram identificados 1323 artigos, dos quais 231 artigos no *Web of Science*, 254 no *Scopus*, 325 no *Pubmed* e 513 no *Science Direct*. Após os critérios de inclusão/exclusão e eliminação de duplicatas, a amostra final foi de 12 artigos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A tecnologia de ultrassom é baseada em ondas mecânicas, em uma frequência acima do limiar de audição humana (> 20 kHz). No processamento de alimentos, de acordo com a intensidade das ondas ultrassônicas, o ultrassom é classificado em ultrassom de baixa intensidade ($< 1 \text{ W.cm}^{-2}$) e ultrassom de alta intensidade (geralmente na faixa de $10 - 1000 \text{ W.cm}^{-2}$) (5).

A eficiência do ultrassom está relacionada principalmente ao fenômeno de cavitação, que consiste na formação, crescimento e colapso de bolhas que geram intenso calor e pressão, além de energia mecânica localizada (6).

As ondas ultrassônicas que atuam sobre os alimentos podem causar um processo bem rápido de compressão e expansão como se fosse um efeito de esponja. Onde as forças envolvidas neste mecanismo podem ser maiores que a tensão superficial que entravou a umidade dentro dos capilares alimentares, criando assim, alguns canais microscópicos, o que pode facilitar a remoção da água presente no alimento (7).

A Tabela 1 sumariza alguns exemplos onde o ultrassom foi utilizado como pré-tratamento em matrizes de origem vegetal visando a otimização do processo de secagem. Nos estudos apresentados, o tratamento ultrassônico por um curto tempo (5 a 30 minutos) apresentou resultados significativos no aumento da taxa de secagem com redução de 20-70% do tempo de secagem em temperaturas distintas.

De forma geral, quanto maior tempo de processo e potência aplicada, maiores foram os efeitos sobre a estrutura vegetal, potencializando a taxa de secagem. Entretanto, os efeitos não podem ser generalizados, o que significa que há a necessidade de otimização do pré-tratamento por US em cada matriz alimentícia. Além disso, como impacto do menor tempo de necessário para secagem dos vegetais, a maioria dos trabalhos destacaram a manutenção ou menor perda de compostos funcionais, como vitaminas e compostos fenólicos, que são os responsáveis pela capacidade antioxidante desses produtos. Portanto, o pré-tratamento com US pode ser uma alternativa para a conservação de elementos funcionais presentes em frutas e vegetais desidratados.

Tabela 1. Uso do pré-tratamento por ultrassom em matrizes de origem vegetal antes do processo de secagem

Matriz vegetal	Processo ultrassônico	Principais resultados	Referência
Morango	Potência de 200W/25 min	O menor tempo de secagem foi verificado nas amostras pré-tratadas por US	(8)
Quiabo	Frequência: 40kHz; Potência: 25W/L; Tempo:30min.	Aumento da taxa de secagem.	(9)
Batata-doce	Frequência 30kHz; Potência: 200, 400 e 600W; Tempo: 30min; Temperatura: 25°C.	Maior potência ultrassônica: maior taxa de secagem.	(10)
Beterraba	Frequência 40kHz; Potência: 180 W; Tempo: 5 e 10min	Menor atividade de água das amostras secas.	(11)
Lichia	Potência: 750 W (3W/g); Tempo: 10min	O tempo de secagem sem US (8,5 h) foi ~2x maior com US (4,0-4,5 h).	(12)
Kiwi	Secagem assistida por US Potência: 20,5 kW/L Temperatura: 5, 10 e 15 °C.	Redução do tempo de secagem: 62%, 65% e 55% a 5, 10 e 15 °C, respectivamente.	(13)

Fonte: Autores, 2022

Atualmente, as tecnologias emergentes estão sendo utilizadas em combinação com processos de secagem tradicionais para superar diversos desafios como: otimização de processo, redução de gastos, economia de energia, melhoria da qualidade dos alimentos desidratados, satisfação do consumidor nos aspectos sensoriais e nutricionais, segurança e ausência de conservantes químicos. Neste contexto, o desenvolvimento de novas estratégias para otimizar a performance de secagem e a qualidade de alimentos desidratados tornou-se um ponto crítico que as empresas estão cada vez mais atentas (14).

Além do ultrassom, outras tecnologias emergentes também estão sendo estudadas como pré-tratamento dos alimentos visando a otimização da secagem. Dentre elas, se destaca a aplicação de campos elétricos pulsados (CEP) ou o pré-tratamento com etanol. O uso dessas estratégias não envolve o emprego de altas temperaturas e pode otimizar o tempo de secagem e melhorar a qualidade final dos produtos processados (15).

CONCLUSÃO

De acordo com os estudos apresentados, esta revisão demonstrou que a tecnologia de ultrassom pode ser utilizada como pré-tratamento para a secagem de vegetais visando a otimização da taxa de secagem. Em consequência disto, é verificado uma melhoria na qualidade nutricional desses produtos. Entretanto, os efeitos não podem ser generalizados e a otimização deve ser realizada para cada matriz vegetal estudada.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CASEMG. Secagem de grãos. Companhia de Armazéns e Silos de Minas Gerais S.A. Belo Horizonte, MG. Disponível em: <<http://www.casemg.gov.br/index.php/servicos/secagem-degraos/>> Acesso em 07 de outubro de 2022
2. ONWUDE, D. I., HASHIM, N., JANUS, R., ABDAN, K., CHEN, G., & OLADEJO, A. O. Non-thermal hybrid drying of fruits and vegetables: A review of current technologies. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 43, p. 223–238, 2017.
3. NIJHUIS, H. H.; TORRINGA, E.; LUYTEN, H.; RENÉ, F.; JONES, P.; FUNEBO, T.; OHLSSON, T. Research needs and opportunities in the dry conservation of fruits and vegetables. **Drying Technology**, v. 14, n. 6, p. 1429-1457, 1996.
4. ROJAS, M. L.; SILVEIRA, I.; AUGUSTO, P. E. D. Ultrasound and ethanol pre-treatments to improve convective drying: Drying, rehydration and carotenoid content of pumpkin. *Food and Bioprocess Processing*, v. 119, p. 20–30, 2020.
5. SORIA, A. C.; VILLAMIEL, M. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p. 323-331, 2010.
6. OJHA, K. S.; TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P. Effect of Ultrasound Technology on Food and Nutritional Quality. In: **Advances in Food and Nutrition Research**. Academic Press. p. 207-240, 2018
7. FUENTE-BLANCO; S. de la; RIERAFRANCO de SARABIA, E.; ACOSTAAPARICIO, V. M.; BLANCO-BLANCO, A.; GALLEGU-JUÁREZ, J. A. **Food drying process by power ultrasound**. *Ultrason.*, v. 44, p.e523-e527, 2006.
8. L. ZHANG, L. LIAO, Y. QIAO, C. WANG, D. SHI, K. AN, et al. Effects of ultrahigh pressure and ultrasound pre-treatments on properties of strawberry chips prepared by vacuum-freeze-drying. **Food Chemistry** p 303, e125386, 2020
9. X. XU, L. ZHANG, A.E.A. YAGOUB, X. YU, H. MA, C. ZHOU. Effects of ultrasound, freeze-thaw pretreatments and drying methods on structure and functional properties of pectin during the processing of okra. **Food Hydrocolloids**, p 120, e106965, 2021
10. X.F. WU, M. ZHANG, Y. YE, D. YU. Influence of ultrasonic pretreatments on drying kinetics and quality attributes of sweet potato slices in infrared freeze drying (IRFD). **LWT –Food Science and Technology**, p 131, 2020
11. A. CIURZYNSKA, J. FALACINSKA, H. KOWALSKA, J. KOWALSKA, S. GALUS, A. MARZEC, et al. The effect of pre-treatment (blanching, ultrasound and freezing) on quality of freeze-dried red beets. **Foods**, v.10, p. 132, 2021
12. X. CAO; MN ISLAM; S. ZHONG; X. PAN; M. SONG; F. SHANG; Z. DUAN. Drying kinetics, antioxidants, and physicochemical properties of litchi fruits by ultrasound-assisted hot air-drying **Journal of Food Biochemistry**, 44, 2020
13. VALLESPÍR.F; RODRIGUEZ ÓSCAR; CÁRCEL JUAN A.; ROSSELLÓ CARMEN; SIMAL SUSANA. Ultrasound assisted low-temperature drying of kiwifruit: Effects on drying kinetics, bioactive compounds and antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 99, pp. 2901 – 2909, 2019
14. RAHMAN, M. S. Food Preservation: An Overview. **Handbook of Food Preservation**. 3ª Ed. p.7–18, CRC Press, Boca Raton, FL, 1071 p. 2020.

15. LLAVATA, B.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; SIMAL, S.; CÁRCEL, J. A. Innovative pre-treatments to enhance food drying: a current review. **Current Opinion in Food Science**, 2020.