

Joston Simão de Assis

Embrapa Semiárido - BR 428, km 152, CP. 23, Petrolina, PE, Brasil. e-mail: joston@cpatsa.embrapa.br

Introdução

O termo qualidade implica o grau de excelência de um produto ou a sua adequação para um uso específico. A qualidade de um uma fruta ou hortaliça é uma construção humana que compreende muitas propriedades ou características abrangendo as propriedades sensoriais (aparência, sabor, textura e aroma), os valores nutritivos, constituintes químicos, propriedades mecânicas, propriedades funcionais e defeitos.

A qualidade é muitas vezes definida a partir de qualquer característica de um produto por um consumidor. No entanto, é difícil separar os diferentes pontos de vista dos consumidores e o melhor é pensar em termos de medidas instrumentais e sensoriais de atributos de qualidade que se combinam para fornecer uma estimativa de aceitabilidade do produto. A combinação das características do próprio produto pode ser denominada de qualidade e a percepção do consumidor e a resposta a essas características ser referida como aceitabilidade. A definição do dicionário de qualidade engloba os dois conceitos (Neufeldt, 1988).

Recentemente, a ênfase tem sido dada aos sensores desenvolvidos para triagem dos produtos em tempo real e de maneira não-destrutiva (Gomez *et al.* 2006; Delwiche *et al.* 2008). Desta forma, a seguir algumas tecnologias de medições instrumentais e não destrutivas emergentes serão apresentadas e discutidas.

Tecnologias Eletromagnéticas

A abrange o espectro eletromagnético, como ondas de rádio, microondas, luz visível, infravermelho, ultravioleta, raios-X e radiação de raios gama. As propriedades ópticas indicam as respostas à luz de comprimentos de onda visível, incluindo o ultravioleta e o infravermelho próximo (NIR). Por conveniência, o termo luz é usado livremente para abranger a faixa do ultravioleta (UV), a faixa do visível e o infravermelho na discussão a seguir. No entanto, atualmente o ultravioleta é raramente usado para medir qualidade na horticultura, os Raios-X são discutidos separadamente e os outros intervalos de comprimento de onda não tem sido aplicados com sucesso a medição da qualidade de produtos hortícolas.

Propriedades Ópticas

A luz refletida a partir do produto traz informações utilizadas pelos inspetores e consumidores para avaliar diversos aspectos da qualidade, no entanto, a visão humana é limitada a uma pequena região do espectro. A colorimetria mede a luz em termos de um espaço de cor tridimensional que se relaciona com a visão humana, que está restrita à região da luz visível. A espectrometria e a espectrofotometria medem a luz em comprimentos de onda nas regiões espectrais do UV, visível e NIR e os instrumentos para estas medidas são otimizados para um determinado intervalo de comprimento de onda.

Sem destruir a amostra, teores de água, carboidratos, gorduras e proteínas podem ser

determinados inclusive em linha, nos Packing Houses e correlacionados com a qualidade e maturação, através do uso de instrumentos que medem o espectro na região do infravermelho próximo (Guthrie & Walsh 1997).

Fluorescência e Emissão de Luz de Baixa Energia

Fluorescência e luz de baixa energia são tipos de luz emitidos pela clorofila excitada, não apenas a luz refletida ou transmitida. A fluorescência da clorofila em folhas tem uma duração de cerca de 0,7 nanossegundos a 25 ° C (Butler & Norris 1963), no entanto, ela pode ser detectada e filtrada durante a iluminação contínua por detectores apropriados e exibe cinética característica. A luz de baixa energia é detectável apenas no escuro após a excitação da clorofila. O teor de clorofila é relacionado com a maturidade de frutos e pode também indicar certos defeitos ou danos. Fluorescência e luz de baixa energia têm sido estudadas como possíveis métodos para avaliação de maturidade em frutas e hortaliças que perdem a clorofila com o amadurecimento (Jacob *et al.* 1965).

Raios-X

Os raios-X tem sido usados para inspecionar o interior de produtos agrícolas. A intensidade da saída de energia do produto é dependente da energia incidente, coeficiente de absorção, a densidade do produto e a espessura da amostra.

Alterações anatômicas e fisiológicas no tecido de frutas e hortaliças, tais como decomposição celular, distribuição de água, podridões e infestação por insetos têm efeitos negativos sobre a qualidade e podem ser detectados com aparelhos que aplicam os raios X como os Tomógrafos Computadorizados. Brecht *et al.* (1991) usaram tomografia computadorizada para determinar a maturação de tomates.

Ressonância Magnética (MR) e Imagem de Ressonância Magnética (MRI)

A ressonância magnética refere-se ao alinhamento dos núcleos de átomos de hidrogênio, carbono, fósforo e sódio em função de um campo magnético. Um pulso fraco de radiofrequência provoca alteração no alinhamento dos núcleos destes elementos pode então ser medida e quantificada. Através de um gradiente magnético pode ser criada uma imagem de ressonância magnética dos tecidos biológicos (Faust *et al.* 1997) que pode ser interpretada como a proporção de água livre. A Imagem de Ressonância Magnética permite determinar a ocorrência de distúrbios envolvendo distribuição de água, injúrias por frio, manchas negras, a podridões, a presença de insetos, etc.

Tecnologias Mecânicas

Empregam as propriedades mecânicas relacionadas à textura. Os ensaios mecânicos de textura incluem punção, compressão e ensaio de cisalhamento, bem como a fluência, o impacto e os métodos ultra-sônicos, revisados por Brown & Sarig (1994).

Impacto

Delwiche *et al.* (2008) desenvolveram um sistema de triagem em linha, baseado na firmeza, para a classificação de pêra e pêssego. Sugiyama *et al.* (1994) desenvolveram sensores de sonda de impacto que utiliza um coeficiente de restituição da força para medição de firmeza em frutas.

Som e Ultrassom

O som (acústica) engloba as vibrações nas frequências audíveis entre cerca de 20 Hz e \approx 15 kHz; as vibrações ultrasônicas estão acima da faixa de frequência audível ($>$ 20 kHz). Ondas sonoras e ondas de ultrassom podem ser transmitidas, refletidas, refratadas ou difratadas quando interagem com o material.

Propagação das ondas, velocidade, atenuação e reflexão são os parâmetros importantes para avaliar as propriedades dos tecido das frutas e hortaliças. Assim, medidas de firmeza podem ser obtidas utilizando equipamentos que emitem e medem as variações de emissões de som e ultrassom (Abbott & Massie 1998).

Conclusões

Qualidade não é um atributo único e bem definido, mas inclui muitas propriedades ou características. A combinação de medições por diversos sensores aumenta a probabilidade de previsão da qualidade de frutas e hortaliças, mesmo na linha de manipulação e embalagem. Métodos ópticos detectam defeitos de superfície de frutas e hortaliças com base em medições ópticas nas regiões visíveis ou do infravermelho próximo. A ressonância magnética tem grande potencial para avaliar a qualidade de frutas e legumes.

Referências Bibliográficas

- Abbott, J.A. & Massie, D.R. 1998. Nondestructive sonic measurement of kiwifruit firmness. **Journal of American Society of Horticultural Science** 123 (2): 317-322.
- Brown, G.K. & Sarig, Y. (Ed.). 1994. *Nondestructive Technologies for Quality Evaluation of Fruits and Vegetables*. In: **Proceedings International Workshop, US-Israel BARD Fund**, Spokane, 1993. St. Joseph, American Society for Agricultural Engineering.
- Brecht, J.K.; Shewfelt, R.L.; Garner, J.C. & Tollner, E.W. 1991. Using x-ray computed tomography (x-ray CT) to nondestructively determine maturity of green tomatoes. **HortScience** 26: 45-47.
- Butler, W.L. & Norris, K.H. 1963. Lifetime of the long-wavelength chlorophyll fluorescence. **Biochemical Biophysical Acta** 66: 72-77.
- Delwiche, S.R.; Mekwatanakarn, W. & Wang, C.Y. 2008. Soluble solids and simple sugars measurement in intact mango using near infrared spectroscopy. **HortTechnology** 18 (3): 410- 416, 2008.
- Faust, M.; Wang, P.C. & Maas, J. 1997. The use of magnetic resonance imaging in plant science. **Horticultural Review** 20: 225-266.
- Gomez, A.H.; Hu, G.X.; Wang, J. & Pereira, A.G. 2006. Evaluation of tomato maturity by electronic nose. **Computers and Electronics in Agriculture** 54 (1): 44-52.
- Guthrie, J. & Walsh, K. 1997. Non-Invasive assessment of pineapple and mango fruit quality using near infra-red spectroscopy. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 37 (2): 253-263.
- Jacob, R.C.; Romani, R.J. & Sprock, C.M. 1965. Fruit sorting by delayed light emission. **American Society of Agricultural Engineering** 8: 18-19.
- Neufeldt, V.E. (ed.). 1998. **Webster's New World Dictionary**. 3rd ed. New York, Simon and Schuster.
- Sugiyama, J.; Otobe, K. & Kikuchi, Y. 1994. A novel firmness meter for fruits and vegetables. **American Society of Agricultural Engineering** Paper 94-6030.