



Deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) sumergido en jugo de yacón concentrado.

Osmotic dehydration of yacón (*Smallanthus sonchifolius*) immersed in concentrated yacón juice.

Eladia Gonzáles-Marlo^{1*}; Victoria Flores-Quintos¹; Noemí León-Roque¹

¹ Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Av. Juan XXIII 391 - Lambayeque, Perú.

* Corresponding Author:

Eladia Gonzáles-Marlo

E-mail address: e.gonzalesmarlo@gmail.com

Tel: +51 945714722

Resumen

La Deshidratación Osmótica es una alternativa para conservar alimentos obteniendo productos de alta calidad nutricional, el objetivo de la investigación fue deshidratar rodajas de yacón sumergiendo en solución osmótica (SO) de jugo de yacón concentrado (A) y evaluar el tiempo de inmersión (B) de las rodajas en la SO, se determinó los grados Brix, acides titulable y pH del yacón y su composición química proximal; para la obtención de rodajas de yacón deshidratado, se sometieron a 3 niveles de jugo de yacón de concentrado (A): (55 ° Brix), (60 °Brix) y (65 °Brix), y 3 niveles de tiempo de inmersión (B): (8 horas), (10 horas) y (12 horas), obteniendo un total de nueve tratamientos (9), cada uno de los tratamientos fueron sometidos a un proceso de secado en estufa a 60°C/8 horas, el análisis sensorial se realizó con 30 panelistas semi entrenados, evaluando los 9 tratamientos mediante el método de escala hedónica de 5 puntos, los resultados de la evaluación sensorial fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba Tukey al 5%, presentando como mejor tratamiento a 65°Brix y 12 horas de inmersión (T9). Se deshidrató rodajas de yacón en solución osmótica de jugo de yacón concentrado presentando mejor característica sensorial T 9 con 47,5 °Brix de sólidos solubles y 88,14% de carbohidratos.

Palabras clave: deshidratación osmótica; inmersión; jugo de yacón concentrado; solución osmótica; yacón.

Abstract

Osmotic dehydration is an alternative to preserve foods obtaining high nutritional quality products. The aim of the research was to dehydrate yacon slices by immersing in osmotic solution (SO) of concentrated yacon juice (A) and to evaluate the immersion time (B) of the slices in the SO, the Brix degrees, titrable acid and pH of the yacon and its proximal chemical composition were determined; to obtain dehydrated yacon slices, they were subjected to 3 levels of concentrate yacon juice (A): (55 ° Brix), (60 ° Brix) and (65 ° Brix), and 3 levels of immersion time (B): (8 hours), (10 hours) and (12 hours), obtaining a total of nine treatments (9), each of the treatments were subjected to a drying process in an oven at 60 ° C / 8 hours, the sensory analysis was performed with 30 semi-trained panelists, evaluating the 9 treatments using the 5-point hedonic scale method, the results of the sensory evaluation were subjected to an analysis of variance and the Tukey test at 5%, presenting the best treatment at 65 ° Brix and 12 hours of immersion (T9). Yacon slices were dehydrated in osmotic solution of concentrated yacon juice presenting better sensory characteristic T 9 with 47.5 Brix of soluble solids and 88.14% of carbohydrates.

Keywords: osmotic dehydration; immersion; concentrated yacon juice; osmotic solution; yacon.

1. Introducción

La deshidratación osmótica (OD) se ha utilizado durante muchos años para retirar el agua de las frutas y verduras frescas y aumentar su estabilidad de almacenamiento. Las frutas y verduras se colocan en una solución osmótica, que crea un gradiente de concentración entre la solución y el fluido intracelular. Esta fuerza motriz resulta de la eliminación de agua de los alimentos a través de membranas celulares, estas membranas son de naturaleza semipermeable, permite que las moléculas de agua pasen más fácilmente que el soluto (Raoult-Wack, 1994).

Es una técnica de conservación de alimentos que promueve una reducción parcial del agua y extiende su valor comercial, disminuyendo las pérdidas pos cosecha y las alteraciones de

las características de los productos (Landim et al., 2016).

Con el fin de prolongar la vida útil de alimentos, los métodos convencionales de deshidratación han sido aplicado en gran medida. Sin embargo, está asociado a la reducción de la nutrición, calidad sensorial y funcional de los productos sometidos a estos procesos. Así, la eliminación parcial de la humedad mediante el proceso como la deshidratación osmótica (OD), reduce sustancialmente estos efectos negativos, demostrándose como una alternativa viable en los alimentos procesados en los últimos años (Chandra, S. y kumari, D. 2015).

La Deshidratación Osmótica (OD) constituye una tecnología con amplias perspectivas de aplicación en el procesamiento de alimentos.

Es una alternativa del hombre para aprovechar mejor los alimentos que se producen en épocas de cosecha conservándolos mediante la disminución del contenido de agua. Estudios realizados sobre la influencia de la deshidratación osmótica sobre compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, color y textura de frutas y verduras muestran la importancia de la deshidratación osmótica (Landim et al., 2016).

En la actualidad existe una amplia tendencia mundial por la investigación y desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que permitan obtener productos de alta calidad nutricional, que sean muy similares en color, aroma y sabor a los alimentos frescos y que no contengan agentes químicos conservantes.

Germer et al. (2010), estudió variables de proceso en la deshidratación osmótica de melocotones en rodajas; Campos et al. (2012), estudió el efecto de las variables de proceso en la deshidratación osmótica de rodajas de fruta de carambola; Moazzam (2012), realizó una revisión sobre la técnica de deshidratación osmótica para la conservación de frutas; Chambi (2016) estudió la deshidratación osmótica de melón amarillo con concentrado de jugo de uva roja; otros estudios realizados sobre optimización de la deshidratación osmótica de pimientos verdes picados por metodología de respuesta de superficie (Ozdemir, Ozen, Dock, & Floros, 2008).

En estudios recientes (Szparaga et al., 2019)

presentan los resultados de la optimización de objetivos múltiples de los parámetros de deshidratación osmótica de la ciruela y sus condiciones de almacenamiento.

Así mismo, se han estudiado deshidratación osmótica en raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), los tratamientos osmóticos se han aplicado antes del secado por convección de los alimentos para impartir aspectos sensoriales, las rodajas de yacón se deshidrataron osmóticamente durante 2 h en una solución de sucralosa y luego se secaron en un secador de bandejas durante 3 h. El modelo era validado por datos experimentales de temperatura, contenido de humedad y absorción de sucralosa (Perussello, Kumar, de Castilhos, & Karim, 2014).

Actualmente la región Cajamarca no cuenta con una comercialización masiva de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), tubérculo poco conocido por sus habitantes los cuales ignoran las propiedades medicinales y la gran variedad de productos que se pueden producir para el consumo de las personas, especialmente de quienes padezcan diabetes y problemas renales, es importante resaltar que para estas últimas existe un mercado reducido de este tipo de productos en nuestra región.

A diferencia de la casi totalidad de raíces y tubérculos que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, esta especie lo hace principalmente en forma fructooligosacáridos (FOS). Estudios realizados por (Goto, Fukai, Hikida, Nanjo, & Hara, 1995), confirmaron

que los oligosacáridos en las raíces del yacón eran β (2-1) fructooligosacáridos con sacarosa terminal (oligofructanos tipo inulina), los fructanos presentan beneficios a la salud humana y se usan como aditivos funcionales para los alimentos, como ingredientes funcionales: se conocen como azúcares no convencionales, debido a sus propiedades prebióticas. Los fructanos también constituyen una buena oportunidad para agregar valor al producto, ya sea en términos de funcionalidad o de rentabilidad para la industria alimentaria (Ritsema & Smeekens, 2003); (Delgado, Tamashiro, & Pastore, 2010). El yacón almacena sus carbohidratos en fructooligosacáridos (FOS) y contiene aproximadamente el 37% del FOS en su materia seca de raíz (Paredes et al., 2018).

Por tal motivo, al abordar la temática del yacón, es importante mirarlo en el contexto de este nuevo grupo de alimentos de nueva generación en los mercados globales, debido a sus importantes aportes a la salud humana.

Kelly (2009), expresa que, con respecto al consumo mundial de estos productos, la tendencia apunta a que cada vez es mayor el interés de las personas en consumir productos elaborados naturalmente. El potencial en el segmento de alimentos funcionales es grande y la tendencia hacia el lanzamiento de nuevas propuestas es cada vez mayor.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad deshidratar rodajas de yacón y sumergir en jugo de yacón concentrado para

evaluar el nivel de concentración del yacón y el tiempo de inmersión se realizó evaluación sensorial de los tratamientos; análisis fisicoquímico y proximal del yacón y del yacón osmodeshidratado después del secado convectivo, el análisis estadístico se realizó a los resultados de las evaluaciones sensoriales del yacón osmodeshidratado.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

2.1.1. Muestras

Para la obtención del yacón osmodeshidratado y jugo de yacón concentrado, se utilizó las raíces procedentes de la comunidad de Lirio, provincia de Cutervo, región Cajamarca (Perú), la cosecha se realizó cuando las hojas de la planta estaban secas, lo que nos indicó la madurez óptima, esta madurez fue obtenida cuando la raíz alcanzó un periodo de 7 – 8 meses, se eliminó las impurezas tierra, tallos, hojas y otros residuos procedentes del campo en forma manual, se lavó y se desinfectó adicionando hipoclorito de sodio 10 ml de solución al 10% por cada 100 litros de agua, se quitó la piel en forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, este procedimiento se realizó para obtener las rodajas de yacón y el jugo concentrado del mismo.

2.2. Métodos

2.2.1. Métodos Químicos

2.2.1.1. Análisis químico proximal

Se realizaron los análisis a las raíces del yacón y al yacón osmodeshidratado siguiendo los métodos recomendados por la A.O.A.C. edición 2005, la determinación de humedad en estufa a 105 °C: Método AOAC. 950.46; determinación de proteína: Método AOAC. 984.13; determinación de fibra cruda: Método AOAC. 962.09; determinación de cenizas totales: Método AOAC. 942. 05; determinación de grasa: Método AOAC. 2003.05; determinación de carbohidratos por diferencia de peso.

2.2.2. Análisis físico químico

Se realizaron a las raíces del yacón y al yacón osmodeshidratado, para la acidez titulable se siguió los métodos recomendados por la A.O.A.C. edición 1997; la determinación del pH por el método electrodo indicador mediante Potenciometría; sólidos solubles por el índice de refracción método Refractómetro.

2.2.3. Extracción y concentración del jugo de yacón

La extracción del jugo de yacón se realizó utilizando una maquina extractora, y para el control del pardeamiento se utilizó ácido ascórbico a una concentración del 0.15%, se filtró utilizando tela organza para evitar que pase materias extrañas al jugo.

El jugo se concentró llevando a temperatura de ebullición hasta obtener concentrados de 55 °Brix (1), 60 °Brix (2) y 65 °Brix (3), los jarabes obtenidos se colocaron en recipientes de vidrio de 500 ml de capacidad hasta que sean utilizados en la osmodeshidratación.

2.2.4. Obtención del yacón osmodeshidratado

El yacón se cortó en rodajas de 0.5 mm de espesor y se sumergió en una solución con ácido ascórbico (0,15g por cada Kg de raíces de yacón) con la finalidad de evitar el pardeamiento, hasta que se sumerja en tres (3) concentraciones de jugo de yacón, las hojuelas de yacón se sumergieron en los jugos concentrados por tiempos de 8 horas (1), 10 horas (2) y 12 horas (3) con temperatura de la solución osmótica de 25 °C.

Terminado el tiempo de inmersión, las hojuelas se separaron del jarabe de yacón y se escurrió por un tiempo de 2 minutos, con la finalidad de quitar restos de jarabe de la superficie de las hojuelas, el secado se realizó con aire caliente mediante una estufa a una temperatura de 60 °C durante 8 horas, se empacó en films de polietileno hasta el análisis respectivo.

2.2.5. Análisis sensorial

Las nueve (9) muestras de yacón osmodeshidratado (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9) fueron evaluados sensorialmente y analizados los atributos de color, olor, textura y sabor mediante una escala hedónica de 5 puntos, el panel de evaluación estuvo conformado por 30 panelistas semientrenados.

2.2.6. Análisis estadístico

Los datos de la evaluación sensorial obtenidos fueron analizados estadísticamente y el uso del software IBM SPSS versión 24 para el análisis de varianza (ANOVA) ($p < 0,05$) la

prueba Tukey se realizó para determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos.

3. Resultados y discusiones

3.1. Análisis químico proximal

Tabla 1

Composición química proximal de las raíces del yacón y del yacón osmodeshidratado.

Composición	Contenido ¹	Contenido ²
Humedad	86,65	8,00
Proteínas	0,32	0,58
Grasa	0,39	0,55
Fibra	0,51	0,53
Ceniza	0,46	2,20
Carbohidratos	11,67	88,14

Nota: 1/ expresado en porcentaje de la composición de las raíces del yacón.

2/ expresado en porcentaje de la composición del yacón osmodeshidratado del tratamiento (T9) con 65 °Brix de jugo concentrado de yacón y 12 horas de tiempo de secado.

La Tabla 1, muestra los resultados promedios de la composición proximal, el contenido de humedad de las raíces fue similar a lo reportado por Ramos (2007); Collazos (2009); así como la composición de las proteínas, grasa, carbohidratos reportado por Perussello et al. (2014), después de un tratamiento osmótico con jugo concentrado de

las mismas raíces y un secado a 60°C se muestra disminución en la humedad y aumento en el contenido de carbohidratos debido la absorción del azúcar (Perussello et al., 2014), Ochoa y Ayala (2005) indican que este incremento se debe a la concentración de solutos.

3.2. Análisis fisicoquímico

Tabla 2

Composición fisicoquímica de las raíces del yacón y del yacón osmodeshidratado.

Composición	Contenido	Contenido
Sólidos solubles (°Brix)	9	47,5
Acidez titulable (%)	0,056	0,029
pH	6	6

Nota: 1/ composición de las raíces del yacón.

2/ composición del yacón osmodeshidratado del tratamiento (T9) con 65 °Brix de jugo concentrado de yacón y 12 horas de tiempo de secado.

La Tabla 2 muestra los resultados promedios, donde los sólidos solubles del yacón están dentro del rango reportado por Manrique (2005), que considera la concentración de azúcares en las raíces de yacón de 8 a 12 °Brix y Perussello et al. (2014) reporta 10.1 °Brix y los sólidos solubles del yacón osmodeshidratado incrementó debido a la absorción del azúcar y al proceso de secado (Perussello et al., 2014); (Chambi, 2016); (Ochoa y Ayala, 2005). Respecto a la acidez hay una pequeña disminución y el pH se mantiene, lo que indica que este producto

presenta un mejor sabor. Bolin et al. (2002) indica que la deshidratación osmótica mejora la calidad sensorial y nutricional del alimento.

3.3. Análisis sensorial

Las Figuras 1, muestran los resultados de la evaluación sensorial para las hojuelas osmodeshidratadas de nueve tratamientos, teniendo en cuenta que en cada figura la escala de evaluación hedónica empleada es (1-5) y el número de panelistas (30) que evaluaron cada uno de los atributos estudiados (color, olor, sabor y textura).

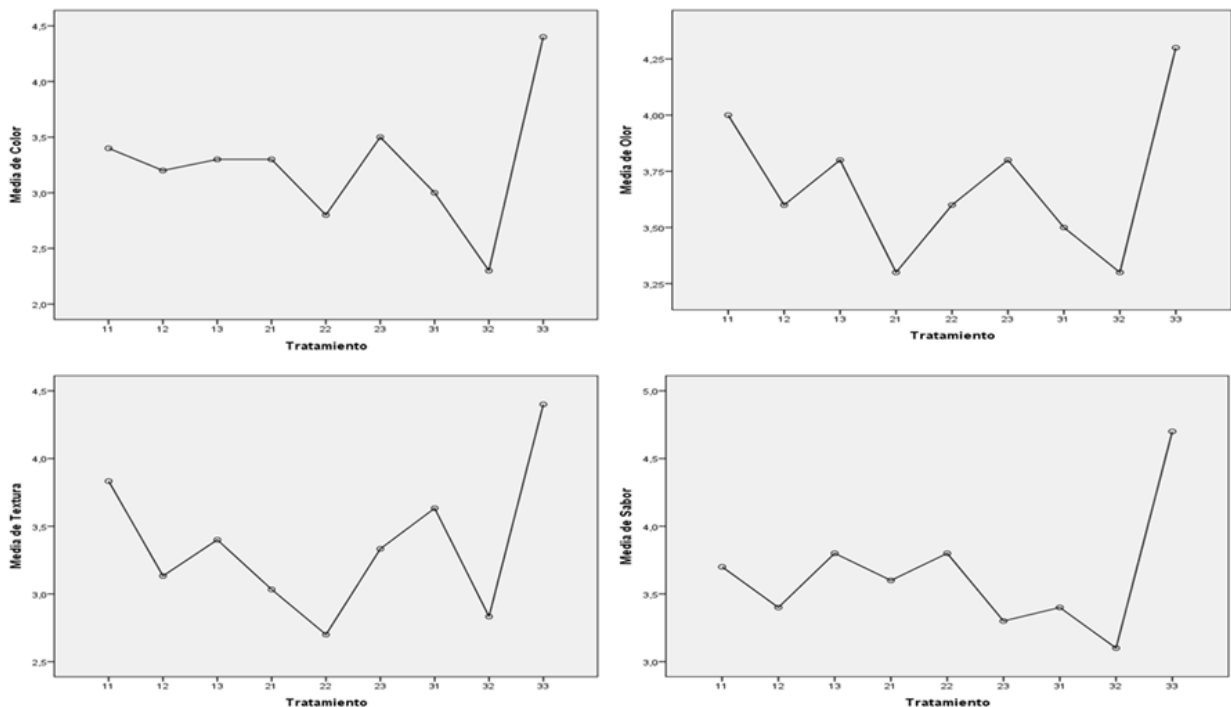


Figura 1. Media del color, olor, textura y sabor de los puntajes obtenidos en la evaluación sensorial de 9 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9).

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) $p < 0,05$, nos indica que existe diferencia significativa para los atributos de color, olor, textura y sabor y en la prueba de tukey el

tratamiento T9 (65 °Brix por 12 horas) es la que tiene mayor aceptación significativa, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (las medias de los niveles son diferentes), es decir

el jugo concentrado de yacón y el tiempo de inmersión influyen en el color del producto y en la aceptación o preferencia del consumidor.

4. Conclusiones

Se deshidrataron rodajas de yacón sumergiendo en jugo de yacón concentrado logrando una buena absorción de los solutos del jugo concentrado a través de las rodajas

logrando incrementar los sólidos solubles de 9 a 47,5 °Brix y después de la aplicación del secado una reducción de la humedad de 86,65 a 8,00 %.

El análisis estadístico realizado a los tratamientos de las hojuelas osmodeshidratadas respecto a los atributos color, olor, textura y sabor mostraron que el tratamiento T9 (65 °Brix por 12 horas) es la que tiene mayor aceptación significativa.

Referencias Bibliográficas

- Bolin, H., Huxsoll, C., Jackson, R., & Ng, K. (2002). *Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality*. Journal of Food Science, 202-205.
- Campos, C. D. M., Sato, A.C. K., Tonon, R. V., Hubinger, M.D., Cunha, R. L. da (2012). *Effect of process variables on the osmotic dehydration of star-fruit slices*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 32(2): 357-365. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000034>
- Chambi, H. N. M., Lima, W.C.V., Schmidt, F. L. (2016). *Osmotic dehydration of yellow melon using red grape juice concentrate*. Food Science and Technology. Campinas, 36(3): 468-475. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.01416>
- Chandra, S., kumari, D. (2015). *Document recent development in osmotic dehydration of fruit and vegetables: a review*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v.55, p.552-561.
- Collazos, C. (2009). *la composición de alimenos de mayor consumo en el Perú* (6ta ed.). Lima, Perú.
- Delgado, G. T. C., Tamashiro, W. M. S. C., & Pastore, G. M. (2010). *Immunomodulatory effects of fructans*. Food Research International, 43(5), 1231-1236. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.023>
- Germer, S. P. M., Queiroz, M.R., Aguirre, J. M., Berbari, S. A. G., Anjos, V. D. (2010). *Process variables in the osmotic dehydration of sliced peaches*. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 30(4): 940-948.
- Goto, K., Fukai, K., Hikida, J., Nanjo, F., & Hara, Y. (1995). *Isolation and Structural Analysis of Oligosaccharides from Yacon (Polymnia sonchifolia)*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 59(12), 2346-2347. doi:10.1271/bbb.59.2346
- Kelly, Z. (2009). *Análisis de la competitividad*

- del sector biocomercio en Colombia en comparación con Perú. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Facultad de relaciones internacionales Bogotá D. C., Colombia.
- Landim, A. P. M., Barbosa, M.I., Júnior, J.L. (2016). *Influence of osmotic dehydration on bioactive compounds, antioxidant capacity, color and texture of fruits and vegetables: a review*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.46, n.10, p.1714-1722.
- Manrique, I. P. (2005). *Jarabe de yacón: principios y procesamiento*. (Vol. 8). Lima, Perú.
- Moazzam, R. K. (2012). *Osmotic dehydration technique for fruits preservation-A review*. *PAK. J. FOOD SCI.*, 22(2), 71-85.
- Ochoa, M. C., & Ayala, A. A. (2005). *Modelos Matemáticos de Transferencia de masa en deshidratación Osmótica*. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 4(5), 334.
- Ozdemir, M., Ozen, B. F., Dock, L. L., & Floros, J. D. (2008). *Optimization of osmotic dehydration of diced green peppers by response surface methodology*. *LWT - Food Science and Technology*, 41(10), 2044-2050. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.01.010>
- Paredes, L. L. R., Smiderle, F. R., Santana-Filho, A. P., Kimura, A., Iacomini, M., & Sasaki, G. L. (2018). *Yacon fructans (Smallanthus sonchifolius) extraction, characterization and activation of macrophages to phagocyte yeast cells*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, 1074-1081. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.034>
- Perussello, C. A., Kumar, C., de Castilhos, F., & Karim, M. A. (2014). *Heat and mass transfer modeling of the osmo-convective drying of yacon roots (Smallanthus sonchifolius)*. *Applied Thermal Engineering*, 63(1), 23-32. doi:<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.10.020>
- Ramos, Z. R. (2007). Estudio químico-bromatológico de algunas variedades de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (Poepp and Endl) H. Robinson. De la provincia de Sandia-Puno. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Cybertesis PERÚ.
- Raoult-Wack, A. L. (1994). *Recent advances in the osmotic dehydration of foods*. *Trends in Food Science and Technology*, 5, 46 - 51.
- Ritsema, T., & Smeekens, S. (2003). *Fructans: beneficial for plants and humans*. *Current Opinion in Plant Biology*, 6(3), 223-230. doi:[https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00034-7](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00034-7)
- Szparaga, A., Stachnik, M., Czerwińska, E., Kocira, S., Dymkowska-Malesa, M., & Jakubowski, M. (2019). *Multi-objective optimization based on the utopian point method applied to a case study of osmotic dehydration of plums and its storage*. *Journal of Food Engineering*, 245, 104-111. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.01>