

BPI-229 Rev. Cientif. FCV-LUZ, XXXIII, SE, 303-304, 2023, <https://doi.org/10.52973/rcfcv-wbc142>**Smart packaging tools for selected Indian traditional buffalo milk products: a case for on-package freshness indicators****Narender Raju Panjagari^{1*}, Ashish Kumar Singh¹, Sangita Ganguly¹, Rajan Sharma², Vivek Sharma²**¹ Dairy Technology Division, ICAR-National Dairy Research Institute, Karnal, India² Dairy Chemistry Division, ICAR-National Dairy Research Institute, Karnal, India*Corresponding author: Narender Raju Panjagari (narender.p@icar.gov.in).**ABSTRACT**

Among the intelligent packaging systems, freshness indicators have been proven to provide real-time quality status of packaged food. They supplement or complement the printed "best before" or "expiry date" and give consumers an informed choice. Freshness indicators work on the principle of colorimetric changes with changes in the headspace volatile components of the packaged food product. With the growing consumer demand for real-time quality status, there is a need to develop colorimetric on-package freshness indicators for

Herramientas de envasado inteligentes para productos seleccionados de leche de búfala tradicional en India: un caso de indicadores de frescura en el envase

Narender Raju Panjagari^{1*}, Ashish Kumar Singh¹, Sangita Ganguly¹, Rajan Sharma², Vivek Sharma²¹ División de Tecnología Láctea, ICAR-Instituto Nacional de Investigación Láctea, Karnal, India² División de Química Láctea, ICAR-Instituto Nacional de Investigación Láctea, Karnal, India*Autor de correspondencia: Narender Raju Panjagari (narender.p@icar.gov.in).**RESUMEN**

Entre los sistemas de envasado inteligentes, se ha demostrado que los indicadores de frescura proporcionan el estado de calidad de los alimentos envasados en tiempo real. Suplementan o complementan el "consumir preferentemente antes" o la "fecha de caducidad" impresos y ofrecen a los consumidores una elección informada. Los indicadores de frescura funcionan según el principio de cambios colorimétricos con los cambios en

dairy products. The current study aimed to develop on-package freshness indicators for selected traditional Indian buffalo milk products, namely *khoa*, *burfi*, *dahi*, and *misti dahi*, and correlate their colorimetric responses with quality attributes. The prerequisites for developing freshness indicators were to identify the critical volatile headspace markers using solid phase microextraction (SPME) coupled with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) for the respective dairy products, selection of suitable innovative ink components, namely dyes (methyl red, and methyl red sodium salt), plasticizer (glycerol), choose appropriate polymer support (methylcellulose, polyvinyl alcohol or paper), and adopt a suitable production technique such as casting, dipping, or electrospinning. SPME coupled with GC-MS revealed that the key volatile markers for all the products belonged to ketones, aldehydes, acids, and alcohols. The smart ink components were selected based on the key volatile markers, and a suitable fabrication technique was adopted for developing the respective freshness indicators. Later, the developed indicators were exposed to different concentrations of key volatile markers, such as hexanal, heptanal, 2-pentanone, 2-hexanone, 2-heptanone, acetic acid, butanoic acid, among others, in the range of 0.1 to 40 μ L and their dose-dependent color responses were noted. The selected freshness indicators were characterized and suitably integrated with the closures to effectively detect and interact with the dynamic headspace volatile compounds while storing the packaged product. Finally, the real-time performance of the developed freshness indicators was evaluated. It was found that the initial yellow color of freshness indicators was changed to reddish-dark brown in the case of *khoa* and *burfi* while to pale pink in the case of *dahi* and *misti dahi* at the end of the storage periods, indicating loss of freshness. The total color difference (TCD) in the freshness indicators was correlated with the quality attributes of the products. Among all the freshness indicators, the TCD was found to be very highly positively correlated with titratable acidity, thiobarbituric acid value, free fatty acids value, and total viable bacterial count while significantly negatively correlated with pH, sensory flavor, and overall acceptability scores. The developed freshness indicators could successfully depict the freshness status of the stored products through visual color changes distinguishing between the fresh and spoiled products.

Keywords: buffalo milk, Indian traditional dairy products, smart packaging, freshness indicator.

el espacio de encabezado de los componentes volátiles del producto alimenticio envasado. Con la creciente demanda de los consumidores de un estado de calidad en tiempo real, existe la necesidad de desarrollar indicadores colorimétricos de frescura en los envases de los productos lácteos. El objetivo del presente estudio fue desarrollar indicadores de frescura en el paquete de productos seleccionados de leche de búfala tradicional de la India, a saber, *khoa*, *burfi*, *dahi* y *misti dahi*, y correlacionar sus respuestas colorimétricas con atributos de calidad. Los requisitos previos para desarrollar indicadores de frescura fueron identificar los marcadores clave de espacio de cabeza volátil mediante microextracción en fase sólida (SPME) junto con cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) para los respectivos productos lácteos, selección de componentes de tinta innovadores adecuados, a saber, colorantes (metil rojo y sal sódica de rojo de metilo), plastificante (glicerol), elegir el soporte polimérico apropiado (metilcelulosa, alcohol polivinílico o papel) y adoptar una técnica de producción adecuada, como fundición, inmersión o electrohilado. SPME junto con GC-MS revelaron que los marcadores volátiles clave de todos los productos pertenecían a cetonas, aldehídos, ácidos y alcoholes. Con base en los marcadores volátiles clave, se seleccionaron los componentes de tinta inteligente y se adoptó una técnica de fabricación adecuada para desarrollar los respectivos indicadores de frescura. Posteriormente, los indicadores desarrollados fueron expuestos a diferentes concentraciones de marcadores volátiles clave como hexanal, heptanal, 2-pentanona, 2-hexanona, 2-heptanona, ácido acético, ácido butanoico, entre otros, en el rango de 0,1 a 40 μ L y se observaron sus respuestas de color dependientes de la dosis. Los indicadores de frescura seleccionados se caracterizaron y se integraron adecuadamente con los cierres para detectar e interactuar eficazmente con los compuestos volátiles dinámicos del espacio de cabeza mientras se almacena el producto envasado. Finalmente, se evaluó el desempeño en tiempo real de los indicadores de frescura desarrollados. Se encontró que el color amarillo inicial de los indicadores de frescura cambió a marrón rojizo oscuro en el caso de *khoa* y *burfi*, mientras que a rosa pálido en el caso de *dahi* y *misti dahi* al final de los períodos de almacenamiento, lo que indica pérdida de frescura. La diferencia total de color (TCD) en los indicadores de frescura se correlacionó con los atributos de calidad de los productos. Entre todos los indicadores de frescura, se encontró que el TCD tenía una correlación muy positiva con la acidez titulable, el valor del ácido tiobarbitúrico, el valor de los ácidos grasos libres y el recuento total de bacterias viables, mientras que se correlacionaba significativamente negativamente con el pH, el sabor sensorial y las puntuaciones de aceptabilidad general. Los indicadores de frescura desarrollados podrían representar con éxito el estado de frescura de los productos almacenados mediante cambios de color visuales que distinguen entre los productos frescos y en mal estado.

Palabras clave: leche de búfala, productos lácteos tradicionales de la India, envases inteligentes, indicador de frescura.