

Desarrollo, evaluación y optimización de procesos de conservación de productos frutihortícolas de Villa María

Año
2018

Directores de proyecto
Lespinard, Alejandro Rafael y Rossi, Yanina Estefanía

Equipo de investigación
Manavella, David Arnaldo; Bianchi, Francisco; Rodoni, Luis;
Massolo, Facundo; Lanteri, Mario; Badin, Emiliano

Alumnos integrantes
Moroni, Fiamma Victoria; Beltrami, Christelle

Este documento está disponible para su consulta y descarga en el portal on line de la Biblioteca Central "Vicerrector Ricardo Alberto Podestá", en el Repositorio Institucional de la **Universidad Nacional de Villa María**.

CITA SUGERIDA

Lespinard, A. R., [et al.] (2018). *Desarrollo, evaluación y optimización de procesos de conservación de productos frutihortícolas de Villa María*. Villa María: Universidad Nacional de Villa María





INFORME ACADÉMICO FINAL

Proyectos de Investigación 2016-2017

PROYECTO:

Desarrollo, evaluación y optimización de procesos de conservación de productos frutihortícolas de Villa María.

DIRECTOR:

Dr. Alejandro Rafael Lespinard

CO-DIRECTOR:

Dra. Yanina Estefanía Rossi

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

Manavella, David Arnaldo; Bianchi, Francisco; Rodoni, Luis; Massolo, Facundo; Lanteri, Mario; Badin, Emiliano

ALUMNOS INTEGRANTES:

Moroni, Fiamma Victoria; Beltrami, Christelle

1. INFORME ACADÉMICO DEL PROGRAMA/PROYECTO

Durante la ejecución del presente proyecto se comenzó con el desarrollo de estrategias de conservación y de cinéticas de degradación térmica de componentes de calidad nutricional y sensorial de jugos y pulpas de "berries" (zarzamoras y frambuesas) provenientes de un productor de la región de Villa María. En el caso de las pulpas se inició con la determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (CA), de las fracciones hidrofílicas y lipofílicas de frambuesas (*Rubus idaeus* 'Autumn Bliss') y zarzamoras (*Rubus fruticosus* 'Jumbo'). La concentración de compuestos fenólicos (CCF) de los extractos se evaluó mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu, y la capacidad antioxidante (CA) por medio de la reacción con el radical libre ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolino 6-sulfonato). Los resultados indicaron que en los extractos obtenidos a partir de frambuesa, las CCF fueron 25,2 mg/100 g (fracción lipofílica) y 89,8 mg/100 g de fruto (fracción hidrofílica). Las



INFORME ACADÉMICO FINAL Proyectos de Investigación 2016-2017

correspondientes CA fueron 51,5 mg/100 g y 24 mg/100 g de frutos, respectivamente. En las muestras de mora, se obtuvieron CCF de 23,9 y 106,2 mg/100 g fruto, y CA de 50,7 y 34,0 mg/100 g de fruto, para las fracciones lipofílica e hidrofílica, respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre los materiales (mora, frambuesa) en la CCF de cada una de las fracciones (lipofílica, hidrofílica) estudiadas. La CCF es mayor (aproximadamente 3 ó 4 órdenes de magnitud) en la fracción hidrofílica. En relación a los ensayos de actividad antioxidante mediante el radical ABTS, se puede observar que las lecturas realizadas a tiempos de reacción menores a 6 minutos (como los habitualmente registrados en la bibliografía) pueden subestimar la cuantificación de la CA (entre 11 y 24,4 % de acuerdo a los datos obtenidos en este trabajo). Otro de los objetivos del presente proyecto fue evaluar la estabilidad térmica de antocianinas, de la capacidad antioxidante y el color en jugos de zarzamora y frambuesa, determinado los parámetros cinéticos que gobiernan su degradación.

Para la elaboración de jugos muestras de frambuesas y zarzamoras fueron enviadas refrigeradas al Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de los Alimentos (CIDCA) de La Plata, donde fueron procesadas hasta la obtención y separación del líquido (jugo puro), libre de semillas. El jugo obtenido se diluyó al 50% con agua y se le adicionó 70 g/kg-1 de azúcar. Se colocaron 3 ml de cada jugo en tubos de vidrio de 5 ml y los mismos se sometieron a calentamiento en baño de agua termostatzado con agitación a 70, 80, 90 y 100°C por tiempos de 0; 0,5; 1; 10; 60 y 180 minutos. Luego del procesamiento térmico de las muestras las mismas fueron analizadas en cuanto a su contenido de componentes antioxidantes y al color. Por su parte el color fue cuantificado por medio de un colorímetro (Minolta Modelo CR-300), determinándose los parámetros L^* , a^* y b^* del Sistema Hunter Lab y se calcularon el ángulo $^{\circ}$ Hue y croma (C^*). El parámetro L^* no presentó cambios significativos, mientras que a^* se redujo solo 30% a la mayor temperatura (100°C) para ambos jugos. El parámetro b^* resultó ser más afectado que a^* , lo cual desplazó el $^{\circ}$ Hue hacia tonalidades más oscuras. El C^* fue seleccionado para modelar el cambio en el color. Este siguió una cinética de primer orden cuya constante de velocidad de degradación (kT) aumentó de 0,0010 a 0,0022 (min^{-1}) para zarzamora y de 0,0010 a 0,0025 (min^{-1}) para frambuesa, con el incremento de la temperatura. La dependencia de dicha constante con la temperatura fue descrita por la Ley de Arrhenius, obteniéndose una energía de activación (E_a) de 27,8 y 33,1 kJ mol^{-1} para zarzamoras y frambuesas, respectivamente. La variación de antocianinas con el tiempo siguió una cinética de primer orden, donde kT aumentó de 0,0015 a 0,0106 (min^{-1}) para zarzamora y de 0,0015 a 0,0092 (min^{-1}) para frambuesa, incrementando la temperatura desde 70 a 100 °C. Las E_a para las antocianinas fueron de 69,9 y 62,3 kJ mol^{-1} para zarzamoras y frambuesas, respectivamente. Los resultados obtenidos indican una mayor sensibilidad de las antocianinas tanto para los aumentos de temperatura como así también para el tiempo de exposición en comparación al color. En



INFORME ACADÉMICO FINAL Proyectos de Investigación 2016-2017

relación al poder antioxidante se observó cierta estabilidad, incluso con incrementos a tiempos de proceso prolongado. Esto puede estar relacionado con la formación de productos fenólicos de degradación que conservan o incluso incrementan su poder antioxidante original. Las cinéticas obtenidas podrían ser útiles para optimizar las condiciones de pasteurización de jugos de “berries” en vistas a conservar la calidad nutricional y sensorial del producto.

Otro de los objetivos del presente proyecto fue evaluar la estabilidad térmica de antocianinas presentes en pulpas de frambuesas y obtener modelos cinéticos que describan su variación con la temperatura y el tiempo de proceso. Los resultados obtenidos mostraron que la variación de la concentración de antocianinas con el tiempo de proceso siguió una cinética de primer orden. En pulpa, la constante de velocidad de degradación (k) aumentó de 0,0017 a 0,0056 min^{-1} y el tiempo de vida media ($t_{1/2}$) disminuyó de 398,28 a 123,75 min con el incremento de temperatura de 70 a 100°C. A su vez la dependencia de k con la temperatura fue descrita por la Ley de Arrhenius obteniéndose una energía de activación de 42,73 kJ/mol para pulpa. Asimismo, se realizaron medidas de color con un colorímetro (Minolta, Modelo CR-400, Japón) con el que se obtuvieron los parámetros L^* , a^* y b^* , y a partir de los cuales se calculó el Índice de Pardeamiento (BI), el Croma (C^*) y la Diferencia de Color Total (ΔE). La pulpa de frambuesa inicialmente presentó valores de L^* ($35,51 \pm 0,35$), a^* ($34,06 \pm 0,67$), b^* ($13,92 \pm 0,60$) que corresponden a un color rojizo. Los estudios cinéticos indicaron que L^* (luminosidad) no varía de manera significativa con el tiempo de calentamiento para las diferentes temperaturas analizadas. Por su parte, se observó una disminución de a^* y b^* con el tiempo, siendo dichas reducciones más pronunciadas a mayores temperaturas. Finalmente, luego de evaluar diferentes modelos matemáticos para describir la variación de BI, C^* y ΔE con el tiempo, se obtuvo que el modelo de conversión fraccional de primer orden es el que mejor representa el comportamiento de estos parámetros de color con el tiempo ($R^2 > 0,96$).

Finalmente se desarrollaron modelos de simulación computacional que permitieron describir la transferencia de calor y cantidad de movimiento durante el proceso de pasteurización por inmersión de pulpa y jugo de berries. Los fenómenos físicos modelados fueron la transferencia de calor y fluido dinámica que se desarrollan durante la pasteurización del producto envasado en frasco y botella de vidrio para la pulpa y el jugo, respectivamente. Se obtuvo en primer lugar la geometría irregular del envase, el cual fue empleado como dominio de simulación mediante un algoritmo en lenguaje Matlab. Dicho algoritmo permite reconstruir de manera virtual la geometría 3D del producto a partir de imágenes fotográficas del mismo. A su vez se determinaron experimentalmente propiedades físicas de las muestras, como ser la conductividad térmica, la capacidad calorífica, la densidad y viscosidad, y su dependencia con la temperatura. El modelo desarrollado fue empleado para analizar el efecto de distintas condiciones de



INFORME ACADÉMICO FINAL

Proyectos de Investigación 2016-2017

procesamiento, en cuanto a la temperatura de medio calefactor (60 a 100°C), sobre los perfiles de temperatura y velocidad y la ubicación de la zona de calentamiento lento (ZCL). La validación de los perfiles de temperatura obtenidos mediante el modelo de simulación se realizó por comparación con experimentos realizados en nuestro laboratorio. Al modelo de simulación de las temperaturas se acoplaron las cinéticas de degradación térmica de componentes antioxidantes y de color, obtenidas anteriormente, lo que permitió identificar aquellas condiciones de procesamiento que minimizan los cambios de dichos parámetros calidad.

Además del desarrollo de estrategias de conservación de berries se estudiaron métodos de conservación de tomate y pimiento:

Deshidratación osmótica - Elaboración de mermeladas de tomate: Se realizaron elaboraciones de dulce a partir de tomate (*Solanum lycopersicum*) tipo “perita” de forma tradicional o con deshidratación osmótica (DO) previa y además utilizando dos estados de madurez, verde maduro y 100 % rojo. La DO permitió reducir el tiempo en que la fruta fue sometida al calentamiento durante la ebullición. No se observó variación en el color de los dulces en función del tratamiento, salvo los dulces preparados a partir de frutos verde maduro con DO que tuvieron mayor luminosidad. El contenido de licopeno fue similar entre los dulces control y con DO previa, sin embargo estos últimos conservaron un 20% más de capacidad antioxidante frente al radical ABTS*.

Radiación UV – Escaldado de pimientos: Se emplearán pimientos rojos y verdes, obtenidos del mercado local. Los mismos fueron lavados y trozados en bastones de 20 x 50 mm para luego ser irradiados en un banco de radiación ultravioleta dotado con 12 lámparas UV-C (254 nm, TUV G30T8, 30W). Los resultados mostraron que las condiciones óptimas de tratamiento de irradiación UV-C para pimientos frescos cortados difieren de las informadas para frutos intactos. El tratamiento con UV-C 20,0 kJ m⁻² en las caras interna y externa resultaron apropiados para reducir el deterioro de pimientos verdes y rojos frescos cortados. Los pimientos verdes poseen una mayor tolerancia a la radiación UV-C que los rojos. Si bien algunos estudios mostraron que un estrés físico puede ser usado no sólo para reducir las pérdidas, sino también para inducir la acumulación de antioxidantes en el presente trabajo no se observó esta respuesta. La posterior aplicación de escaldado no ocasionó perjuicio en los atributos de color ni en el contenido de antioxidantes.

–

2. VINCULACIÓN CIENTÍFICA²

2.1. *Describir vínculos generados desde el Programa/Proyecto con referencia a demandas del Sector Productivo.*



INFORME ACADÉMICO FINAL

Proyectos de Investigación 2016-2017

En este sentido, se han realizado entrevistas con productores frutihortícolas de la región, donde se plantearon las problemáticas que presentan la conservación de sus productos y cuáles serían las estrategias para la agregación de valor y promoción del desarrollo de actividades agroindustriales en la región. Uno de los establecimientos productivos con el cual nos hemos vinculado es Yuco frutos de Villa María. El mismo cultiva frutos rojos (moras y frambuesas) y además los procesa de manera artesanal para la obtención de conservas. Dicha empresa nos permitió, a todos los integrantes del proyecto, realizar una visita al cultivo de berries y conocer sus instalaciones de procesamiento poscosecha. Durante dicho encuentro el productor nos planteó los inconvenientes en la comercialización de sus productos debido a la alta perecibilidad de los mismos y su interés de mejorar y estandarizar las técnicas de conservación que aplica. En virtud de ello es que los estudios realizados en el presente proyecto fueron orientados principalmente la mejora y optimización de procesos de conservación de berries, mediante la determinación de la variación de parámetros de calidad nutricional y sensorial durante procesos térmicos de conservación. Por otro lado, a raíz de la experiencia que ha adquirido el equipo de trabajo en cuanto a la optimización de procesos de conservación de berries, es que nos hemos vinculados con la empresa Star Jewel S.A. de Concordia (Entre Ríos) que se dedica a la producción de jugos de arándanos. Actualmente estamos tramitando la firma de un convenio de asistencia técnica con dicha empresa, que comprende el diseño y optimización del proceso de pasteurización de jugo de arándanos.

2.2. Describir vínculos que respondan a demandas internas de distintas áreas de la UNVM.

La ejecución del presente proyecto permitió la interacción multidisciplinar con otro grupo de investigación de la UNVM que se dedica al estudio agronómico del cultivo de tomate a través de la aislación y selección de microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Esta vinculación ha dado lugar a que se presente en la nueva convocatoria a proyectos de la UNVM un programa que se basa en la hipótesis de que las condiciones de cultivo y de fertilización, que serán estudiadas en los proyectos de índole agronómico, influyen en la composición nutricional y características sensoriales del tomate, y consecuentemente en los productos que se obtengan de su procesamiento post cosecha. Entre los integrantes de los tres proyectos se articularán tareas tendientes a seleccionar aquellas condiciones de cultivo que permitan obtener frutos de mejor calidad nutricional y sensorial, y con características físicas que favorezcan su procesamiento. Asimismo los conocimientos serán transferidos a un productor local de tomates.

3. PUBLICACIÓN EN REPOSITORIO DIGITAL DE LA UNVM



INFORME ACADÉMICO FINAL
Proyectos de Investigación 2016-2017

AUTORIZO LA PUBLICACIÓN DE ESTE INFORME ACADÉMICO FINAL EN EL REPOSITORIO DIGITAL DE LA UNVM: SI