

ENSEÑANZA
DE LA QUÍMICA



F. Rojas Melgarejo

Universidad de Murcia
Grupo de Química de Carbohidratos,
Polímeros y Aditivos Industriales E047-01
C-e: projasme@um.es

IES Dos Mares. San Pedro del Pinatar
(Murcia)
C-e: francisco.rojas@murciaeduca.es

Recibido: 23/12/2020
Aceptado: 29/06/2021

ORCID: 0000-0002-9659-4354

<https://www.melocoton.es> Un dominio seguro de nuestra huerta

Francisco Rojas Melgarejo

Resumen: Estudiamos la maduración del melocotón y la evolución de la cantidad y características de su pectina. Utilizamos melocotones sanos en avanzado estado de madurez y jibiones de sepia, para obtener dulce de melocotón que conserva el sabor y aroma característicos de la fruta empleada. Reutilizamos y damos valor al excedente de producción y un residuo de dos empresas ubicadas en Cieza (Murcia). Sólo podemos encontrar unas pocas recetas caseras para elaborar este postre, todas utilizando una alta cantidad extra de agentes gelificantes. No encontraremos dulce de melocotón en tiendas ni en supermercados.

Palabras clave: Melocotón, pectina, pectina metilesterasa, bajo metoxilo, puentes de calcio.

Abstract: We study the ripening of the peach and the evolution of the quantity and characteristics of its pectin. We use healthy peaches at an advanced stage of ripeness and cuttlefish cutlets, to obtain peach candy that preserves the characteristic flavour and fragrancy of the fruit used. We reuse and give value to the surplus production and a residue from two companies located in Cieza (Murcia). We can only find a few homemade recipes to elaborate this dessert, all of them using a high amount of extra gelling agents. We will not find peach candy in shops or supermarkets.

Keywords: Peach, pectin, pectin methylesterase, low-methoxyl, calcium bridges.

Introducción

En este trabajo utilizaremos una fruta de temporada de nuestra huerta, el melocotón, estudiaremos uno de sus hidratos de carbono constituyentes, las pectinas, y sus modificaciones durante el proceso natural de maduración, para establecer unas condiciones óptimas de reacción que permitan el procesado de esta fruta, la gelificación de su pectina y obtener un producto final completamente natural, saludable, de fácil conservación y, en este caso, novedoso entre los postres habituales propios de la dieta mediterránea.

Las pectinas, que sirven como cemento en las paredes celulares de todos los tejidos de las plantas, consisten, principalmente, en ésteres metilados del ácido poligalacturónico, y están formadas por cadenas de 300 a 1.000 unidades de ácido D-galacturónico (Figura 1) conectadas por enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$.^[1,2,3,4] El grado de esterificación^[1,3] afecta a las propiedades gelificantes de la pectina. La pectina es un ingrediente importante para conservas de frutas, jaleas, mermeladas y en nuestro caso en la elaboración del dulce

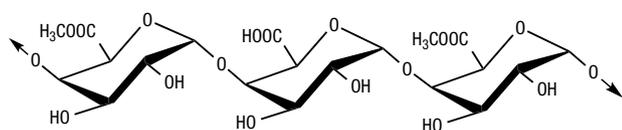


Figura 1. Cadena de pectina.

de melocotón. Sin embargo, el melocotón presenta un bajo contenido de pectina (0,1-0,9% del peso seco)^[5] lo que imposibilita o dificulta la formación de geles consistentes sin la adición de agentes gelificantes externos.

Fundamentación didáctica y pedagógica

Este trabajo ha sido realizado durante el curso escolar 2019-2020 por alumnos y alumnas de 4.º de la ESO que han dedicado tres horas a la semana correspondientes a la asignatura optativa de Cultura Científica para conocer las labores propias y habituales del trabajo científico tanto en el laboratorio como el necesario para la búsqueda y selección de la información requerida. Tiene su base en los conocimientos adquiridos y resultados obtenidos en un trabajo anterior,^[6] con un método de trabajo que venimos desarrollando con estudiantes de nuestro centro en los últimos años^[6,7] y se enmarca en las actividades propuestas por el departamento de Física y Química de nuestro centro para atender al alumnado de altas capacidades y alto rendimiento escolar dentro del programa experimental de centros de especialización en la mejora de la promoción del talento,^[8] para el que fue seleccionado durante el curso escolar (2018-2019). Sin embargo, la metodología

empleada por nuestro departamento para atender a este alumnado parte, en su origen, de una estrecha colaboración con nuestro Departamento de Orientación por lo que su carácter inclusivo, de propuestas abiertas, permite que todo el alumnado que cursa esta optativa pueda acceder al trabajo que realizamos, siendo, en la medida de sus posibilidades, protagonistas de una parte de los resultados obtenidos.

En este trabajo ponemos el acento sobre la importancia de nuestra huerta como patrimonio cultural y natural de nuestra tierra y la importancia del aprovechamiento sostenible de todos sus recursos, así como en la reutilización de residuos generados en otros sectores de la industria alimentaria. El propósito es acercar a nuestro alumnado, con edades comprendidas entre quince y dieciséis años, toda la tradición atesorada en nuestra tierra para la elaboración de un producto novedoso (dulce de melocotón) a partir de un excedente de una fruta típica y apreciada de la geografía murciana y de un residuo de una empresa alimentaria, también local. Profundizaremos en la base química que explica los pasos seguidos, las propiedades y funciones de cada componente añadido y de los productos de reacción obtenidos durante las reacciones químicas realizadas en cada una de las etapas de la elaboración de este producto artesanal, así como los beneficios que para la salud en humanos conlleva su consumo. Todo ello de una manera sencilla, segura, económica y reproducible.

Materiales

Melocotones (*prunus pérsica*) de la variedad catherina, fueron recogidos directamente de una huerta en el paraje de El Acho de la localidad de Cieza en la comarca natural de la Vega Alta del Segura (Murcia), caparazones calizos de jibias (jibiones o sepiones), fueron suministrados por la empresa New Concisa, S. L., ubicada en Cieza (Murcia), CaCl_2 fue suministrado por Panreac Química S.A.U. y azúcar blanco de Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG. Exprimidor BRAUN citromatic MPZ-2, batidora de vaso UFESA BS4798, medidor de pH Checker®Plus HI98100, con electrodo de pH HI1271, placa de inducción portátil BRANDT T11FSOFT (2000 vatios), waterproof digital multi thermometer TP3001 y cronómetro de laboratorio KKF002.

Metodología

El melocotón de la variedad catherina es una fruta de temporada (junio-julio)^[9] que presenta una pequeña cantidad de pectina con alto contenido de metoxilo (PHM, $\text{GE} \geq 50\%$)^[2,3,4] en comparación con otras frutas, por lo que se requeriría la adición de una cantidad extra de pectina comercial u otros agentes gelificantes para lograr el grado de gelificación deseado,^[1,3] un medio ácido (2,8-3,2),^[1,4,10,11] y entre el 80-100% en masa de sacarosa^[2,3,4] con respecto a la masa de fruta utilizada. Todo ello favorecerá las interacciones intercadena^[3] mediante la formación de puentes de hidrógeno

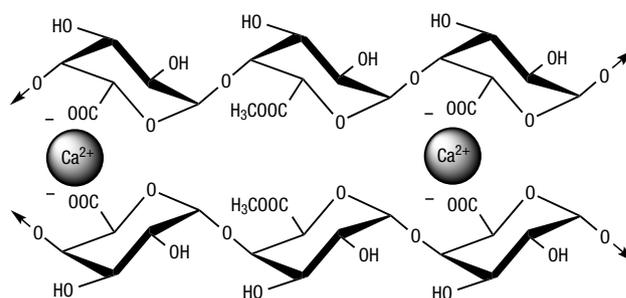


Figura 2. Puentes de calcio entre cadenas de pectina de bajo metoxilo (PBM, $\text{GE} < 50\%$).

y de intensas interacciones hidrofóbicas.^[1,4,5] Sin embargo, en frutas con pectina de bajo contenido de metoxilo (PBM), los iones calcio (Ca^{2+}) constituyen puentes de calcio^[1,2,5,12] (Figura 2) entre dos grupos funcionales de ácido carboxílico pertenecientes a restos de ácido D-galacturónico^[2] próximos para conseguir la gelificación del producto, siendo necesario un pH de 2,5-6,5^[1,10,11] para garantizar que los grupos carboxilos se encuentren en forma ionizada, lo que se conseguirá con la adición de la cantidad necesaria de citrato de calcio ($\text{Ca}_3[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).^[13,14] No se requerirá utilizar una cantidad elevada de sacarosa y se añadirá sólo la necesaria para que tenga lugar el proceso de caramelización. Se utilizó azúcar blanco para no aportar una coloración extra a nuestro producto final.

El proceso de caramelización,^[15] liberará al medio de reacción protones^[16] que provocarán la disminución del pH del medio de reacción. Este hecho, que es beneficioso para la obtención de geles consistentes a partir de PHM pues mantiene a los grupos carboxilo en forma no ionizada, en nuestro caso resulta contraproducente. La presencia del anión citrato en el medio de reacción favorecerá la captura de los protones liberados,^{17,18,19} mantendrá el pH de trabajo en un rango adecuado a la vez que liberará la cantidad necesaria de iones calcio para conseguir la correcta gelificación de nuestra PBM. Por ambos mecanismos, dependiendo de la fruta elegida y del tipo de pectina presente, se conseguirá obtener geles de pectina con un grado de consistencia similar.^[1,5,20]

Preparación de la materia prima

Melocotones

La pequeña cantidad de PHM que presenta el melocotón⁵ desaconseja seguir el procedimiento habitual para conseguir su gelificación. Sin embargo, una cantidad similar de PBM podría dar lugar a geles con un grado de consistencia adecuado en presencia de iones calcio, debido a la naturaleza cooperativa de las interacciones Ca^{2+} /PBM.^[1,11,12] Para conseguirlo, sería necesaria la utilización de la enzima pectina metilesterasa (PME, EC 3.1.1.11) que hidroliza los grupos metilo que esterifican las unidades de ácido D-galacturónico de cadenas de PHM y la transforman en

cadena de PBM.^[1,11,12] Durante el proceso de maduración del fruto, la actuación de glicosidasas y PME provocará la solubilización y desesterificación de las cadenas de PHM, dando lugar a la liberación de metanol y la transformación de las cadenas de PHM en cadenas de PBM, sobre las que actuarán endopoligalacturonas (EC 3.2.1.15, endoPG) y exopoligalacturonas (EC 3.2.1.67, exoPG), provocando su hidrólisis y siendo responsable del reblandecimiento del fruto durante su senescencia.^[5,12] El reto es por lo tanto recoger piezas de fruta, pasadas varias semanas después de su campaña natural de recolección para garantizar un estado de madurez óptimo a la vez que su integridad y conservación es la adecuada para ser utilizada en la elaboración de un producto alimenticio. Este estado óptimo de madurez vendrá determinado por el momento en que ya han actuado las enzimas glicosidasas y PME, que permiten obtener las cadenas de PBM necesarias, pero aún no han actuado las enzimas endoPG y exoPG que hidrolizan dichas cadenas de PBM y dan lugar al reblandecimiento del fruto.

Los melocotones utilizados para este trabajo se recogieron el día 3 de julio de 2019 (Figura 3, izquierda), una semana posterior a la campaña de recolección de esta variedad de melocotón, para, evitar entorpecer en las labores habituales de su recolección y además seleccionar y recoger piezas de melocotón en perfecto estado de conservación, pues aún estaban en los árboles, pero con el grado de madurez avanzado que es requerido para el desarrollo de este trabajo y que verificamos a partir del color, aroma, tacto y aspecto que presentan. En el laboratorio de química de nuestro centro, se separaron los melocotones que se encontraban en peor estado de conservación dejando el resto en una caja a temperatura ambiente (27°C) para conseguir un mayor grado de madurez en el melocotón a utilizar.^[9] Al día siguiente (aproximadamente 22-24 horas a temperatura ambiente), se volvieron a seleccionar los melocotones a utilizar en función de su buen estado y grado de madurez, y se guardaron en el frigorífico a una temperatura de 5°C para su correcta conservación hasta el día siguiente en que fueron utilizados.

Caparazones calizos: jibiones

También el día 3 de julio de 2019, un número de 20-30 jibiones obtenidos de la limpieza de jibias recién descongeladas para su procesado, fueron suministrados por la empresa New Concisa, S. L., (Figura 3, derecha). Para facilitar su transporte y buena conservación, previamente habían sido refrigeradas e introducidas en una caja de polietileno expandido. En nuestro centro, los jibiones fueron guardados en el frigorífico a una temperatura de 5°C. Al día siguiente, se lavaron con abundante agua del grifo y se sometieron a cocción durante 15 minutos para reducir el olor característico de este tipo de residuo. Estos jibiones son un residuo habitual en la empresa New Concisa, S. L. por lo que se hace necesario gestionar su eliminación, a través de una empresa especializada con el consiguiente



Figura 3. Melocotones maduros variedad catherina (izquierda). Caparazones calizos, jibiones o sepiones (derecha).

coste económico para la empresa (Dato suministrado por New Concisa, S. L.). Su alta composición en carbonato de calcio (CaCO_3 , 60%) permite obtener una media de 24 g de calcio por cada 100 g de jibión,^[21] por lo que lo utilizaremos como fuente de iones calcio (Ca^{2+}) imprescindibles para la gelificación de PBM. Esto supondría un ahorro económico para la empresa, que evitaría los gastos de eliminación de un residuo generado, y podría ser una fuente de ingresos si se vendiera como materia prima a empresas externas interesadas en la obtención de iones calcio para la elaboración del producto que presentamos en este proyecto o bien para otros fines.

Obtención de ácido cítrico

Varios limones de nuestra huerta (6-8 limones) recién cortados, fueron lavados con abundante agua del grifo y utilizados sin almacenado previo para ser exprimidos con un exprimidor BRAUN citromatic MPZ-2 y obtener 530 mL de jugo de limón. El jugo fue convenientemente colado para eliminar restos de pulpa, granillos y otra materia sólida que pudiera contener y que no pueden estar presentes en nuestro producto final. El pH fue medido con un medidor de pH Checker®Plus HI98100, previamente calibrado mediante calibración automática en dos puntos con disoluciones tampón de pH 4,01 y 7,01, obteniendo un valor de pH 2,33 para nuestra disolución. La acidez del ácido cítrico favorecerá la reacción con el carbonato de calcio de los jibiones y la extracción de iones calcio en forma de citrato de calcio.

Preparación de citrato de calcio

Varios jibiones con una longitud de $21,1 \pm 0,6$ cm, una anchura de $8,3 \pm 0,4$ cm y una masa de $75,0 \pm 9,9$ g, se utilizaron como fuente de iones calcio (Ca^{2+}). Cada pieza se cortó en trozos más pequeños y se introdujeron en un cristizador de vidrio de 1000 mL que contenía un volumen conveniente de jugo de limón recién exprimido (pH = 2,33), comprobando que todos los trozos de jibión quedaron totalmente sumergidos. Una fracción de 100 ml de jugo de limón exprimido se separó del resto y se dejó como blanco, sin contacto con los trozos de jibión, para evaluar la evolución del pH de una segunda fracción que sí estuvo en contacto con los trozos de jibión. La formación de

espuma blanca debido a la liberación de CO_2 del medio de reacción indicó que la reacción del ácido cítrico con el carbonato de calcio presente en los trozos de jibiones se produjo de forma adecuada con la consiguiente formación de citrato de calcio. La reacción se dejó proceder durante 30 minutos a temperatura ambiente (27°C), tras lo cual se almacenó en el frigorífico a una temperatura de 5°C hasta el próximo día, junto con la fracción blanco de jugo de limón. Después de 24 horas de almacenado, ambas fracciones se sacaron del frigorífico y se dejaron atemperar. La medida del pH dio un valor de 2,76 para la fracción blanco y de 4,76 para la fracción guardada con los trozos de jibión. El aumento de pH de esta segunda fracción es debido a la desaparición del ácido cítrico y su conversión a citrato de calcio, siendo este valor de pH una medida del alto grado de conversión obtenido.^[22] Los trozos de jibión se sacaron del cristizador y el jugo de limón se coló mediante un colador con malla de acero inoxidable para obtener jugo de limón con abundante polvo blanco finamente dividido en suspensión y precipitado debido a la relativa baja solubilidad ($0,95 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, a 25°C)^[17] del citrato de calcio formado. A esta última fracción recogida se añadió los 100 mL de la fracción blanco, que pudo ser reutilizada y por lo que el pH final de la suspensión de citrato de calcio fue de 4,23 sin que esto suponga una merma significativa en la cantidad de citrato de calcio añadida al medio de reacción que pueda afectar negativamente al proceso de gelificación de nuestra fruta. La fracción se dejó a temperatura ambiente (27°C) hasta que fue nuevamente utilizada unos minutos después para la realización de la siguiente etapa de nuestro trabajo.

Homogeneización de la fruta

Con la ayuda de un cuchillo, los melocotones seleccionados se pelaron y cortaron en pequeños trozos evitando que restos leñosos del hueso o de fibra que suelen estar en contacto con éste acabaran en la masa de melocotón a procesar, para evitar que aparezcan irregularidades a la vista y al paladar en el producto final procesado. La masa total de melocotón a procesar fue de 1.360 g que se trituraron en una batidora de vaso UFESA BS4798 hasta lograr su completa homogeneización, quedando finamente troceada y con un agradable color anaranjado. Para ello se añadió la fruta en trozos pequeños, poco a poco, con intervalos de intensa agitación entre adición y adición. Finalmente, se añadió 200 mL de suspensión de citrato de calcio ($\text{pH} = 4,23$) previamente agitada para conseguir la mezcla completa del medio. El homogeneizado de melocotón y la suspensión de citrato de calcio se agitaron brevemente en la batidora para facilitar la mezcla de ambos medios. La jarra de la batidora con la masa de fruta homogeneizada se almacenó en el frigorífico a una temperatura de 5°C , hasta que fue nuevamente utilizada. La baja temperatura y el citrato de calcio presente actuarán de conservantes (E 333 iii)^[19] durante todo este tiempo de almacenado.

Gelificación de la pectina

Tras un fin de semana de almacenado en el frigorífico (72 horas, aproximadamente), la masa de fruta se trasvasó a un recipiente donde tendría lugar la gelificación de la pectina de melocotón. No se observó aumento en la coloración de la masa de fruta después del tiempo de almacenado. La masa de fruta homogeneizada se puso a calentar lentamente a una temperatura próxima a los 70°C . Durante el calentamiento se añadió 136 g de sacarosa y se mezcló vigorosamente hasta conseguir una mezcla homogénea. Después de 20 minutos de cocción se aumentó gradualmente la temperatura hasta $70\text{-}100^\circ\text{C}$,^[3] se añadió otros 136 g de sacarosa y se agitó durante otros 20 minutos. El tiempo de cocción de esta primera fase fue de 40 minutos, asegurando una temperatura de 100°C durante los últimos 5 minutos. La masa de sacarosa añadida (272 g) corresponde a aproximadamente un 20%^[11,23] de la masa de fruta empleada (1.360 g). A esta temperatura de trabajo se garantiza que la caramelización de sacarosa no tiene lugar ($T > 120^\circ\text{C}$).^[16] Después de 5 minutos de reposo a temperatura ambiente (29°C) se volvió a calentar durante otros 40 minutos a una temperatura de $100\text{-}110^\circ\text{C}$, evitando que un intenso burbujeo del medio de cocción produjera derrames sobre la placa de calentamiento. La presencia del citrato de calcio ($\text{pH} = 4,23$) a temperaturas próximas a los 100°C , provocará la correcta gelificación de las cadenas de PBM debido a una lenta liberación de los iones calcio^[13] que evitará la sinéresis de las cadenas de PBM,^[10,11,12] aunque para ello será necesario un mayor tiempo de gelificación. El valor de pH que aporta al medio de reacción, facilitará la inversión de sacarosa^[15,24] dando lugar a cantidades equimoleculares de glucosa y fructosa, que favorecerá la no cristalización de sacarosa^[15] y mejorará la palatabilidad de nuestro producto final. La inversión de sacarosa se inhibe por encima de $\text{pH } 6,0$ con un $\text{pH}_{\text{óptimo}}$ para su estabilidad entre $8,0\text{-}8,5$.^[25,26] Además se podrá iniciar la caramelización^[15] de fructosa que dará lugar a las sustancias responsables del aroma, sabor y color característicos de este proceso,^[15,16] similares, en algunos casos, a los obtenidos en la reacción de Maillard,^[15] pero evitando, gracias a las bajas temperaturas empleadas, que esta tenga lugar hasta etapas muy avanzadas de la reacción que podrían dar lugar a productos de reacción no saludables.^[15,16] Mantendremos el poder edulcorante e higroscópico de sacarosa gracias a la fructosa formada.^[15] El poder antioxidante de los productos de la caramelización de fructosa ayudará a la conservación de nuestro producto final elaborado.^[15] Las bajas temperaturas de reacción empleadas impedirán la descomposición del citrato de calcio ($T_d = 100\text{-}120^\circ\text{C}$),^[17,22] lo que garantiza la conservación de las mismas condiciones de reacción durante todo el tiempo de procesado de nuestro producto. El producto final se dejó enfriar durante 5 minutos a temperatura ambiente (29°C), se trasvasó a un recipiente de polipropileno y se guardó en el frigorífico a una temperatura de 5°C hasta que estuvo listo para ser servido (Esquema 1). Si el grado de consistencia alcanzado no es el deseado, es po-



Esquema 1. Diagrama de flujo del dulce de melocotón.

sible corregir la formulación inicial añadiendo un volumen adicional de suspensión o disolución saturada de citrato de calcio y calentando a 100°C durante períodos de 20 minutos hasta alcanzar el grado de consistencia deseado.

Una pequeña fracción del producto final resultante en el apartado anterior, se ensayó para comprobar el efecto de una mayor cantidad de sacarosa sobre la consistencia y propiedades organolépticas del gel formado. A 183 g de producto se añadió 37 g de sacarosa, lo que supone un 20% de sacarosa extra. Se calentó durante otros treinta minutos a una temperatura de 100°C. Finalmente, se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 5-10 minutos, se trasvasó a un envase de polipropileno y se guardó en el frigorífico a 5°C hasta nuevo uso ($m = 109$ g). El empleo de una cantidad extra de sacarosa será adecuado cuando el grado de conversión de PHM a PBM en el melocotón utilizado no ha sido suficiente, pues favorecerá las interacciones hidrofóbicas entre las cadenas de PHM aún presentes.^[6] Sin embargo, una alta concentración de sacarosa puede dar lugar a cristalizaciones no deseables en la masa del gel obtenido.^[10]

Presentación de nuestro producto final elaborado

La gelificación de nuestra fruta en las condiciones descritas en los apartados anteriores dio lugar a un dulce de melocotón ($m = 652$ g) que después de almacenado en el frigorífico a 5°C durante un tiempo de dos semanas pudo ser sacado del molde de polipropileno y colocado en un molde de acero inoxidable para completar su proceso de secado, almacenado en el frigorífico a 5°C durante cuatro semanas más, tras el cual se comprobó que el gel obtenido era lo suficiente consistente para mantener la forma y aspecto requeridos, pero su alta pegajosidad,^[12] en ocasiones, dificultaba la tarea de corte. Este hecho llevó a modelar el gel obtenido utilizando un cortador de canapés y preparar trozos de tamaño adecuado para ser comidos de un solo bocado pero con una forma que resultara atractiva para el consumidor. Se cortaron trozos con forma de

corazones, cuadrados, círculos y flores, que se colocaron en pequeños moldes de magdalenas fabricados con papel decorado ($d_{\text{base-molde}} = 3,5$ cm). Para facilitar la obtención de las porciones con la forma deseada bien definida, se reutilizaron bases de tarrinas blancas de queso fresco, fabricadas en polipropileno, recortadas con la forma deseada que se utilizaron junto con el cortador de canapés para extraer las porciones. Algunas fracciones obtenidas tras el almacenado, se guardaron a temperatura ambiente (26°C) en un desecador con CaCl_2 durante dos semanas más, lo que aceleró el proceso de secado y mejoró el aspecto final del producto obtenido, facilitando la tarea de corte para su presentación o consumo. La fracción preparada con un 20% de sacarosa extra también presentó la consistencia adecuada para ser cortada. Las diferentes porciones obtenidas se utilizaron para preparar un plato de postre convenientemente decorado para que su consumo resultara apetecible. El plato se recubrió con una lámina de parafilm transparente y se guardó en el frigorífico a 5°C hasta su presentación y consumo (Figura 4). Este postre también es adecuado para ser presentado sobre una base de queso fresco o bien acompañado de una porción de yogurt natural.

Melocotones recogidos el 10 de julio de 2018 con un estado de madurez aparente más avanzado, sometidos a igual proceso de selección, homogeneización y gelificación con una suspensión de citrato de calcio, que los descritos en apartados anteriores, dio lugar a un gel de mayor consistencia que pudo ser presentado en forma de tableta, apta para ser cortada sin ninguna dificultad en lonchas alargadas o cuadraditos pequeños de aproximadamente 1 cm³. Esto puede ser debido a la presencia, en la fruta de esta cosecha, de una cantidad más adecuada de PBM para el proceso de gelificación que pretendemos realizar. Después de un año de almacenado en el frigorífico a una temperatura de 5°C, la muestra mantiene su estado de conservación, muestra un buen sabor y conserva un claro matiz ácido debido al jugo de limón que tiene en su formulación.



Figura 4. Dulce de melocotón: presentación final.

Resultados y discusión

Melocotones no aptos para la venta al público por su avanzado grado de madurez, pero bien conservados, fueron adecuados para obtener geles consistentes a partir del contenido de PBM que presentan. Los caparazones calizos de jibia mostraron ser una adecuada fuente para extraer iones calcio con el ácido cítrico presente en el jugo de limones recién exprimidos. El citrato de calcio formado (pH = 4,23) gelificó de forma satisfactoria la PBM presente en los melocotones utilizados. Las bajas temperaturas de cocción empleadas evitan la descomposición del citrato de calcio manteniendo las propiedades que aporta al medio de reacción y favorece la conservación de nuestro producto final. Sólo un 20% de sacarosa fue necesario utilizar para alcanzar la adecuada gelificación de las cadenas de pectina de nuestro fruto. Si el grado de consistencia alcanzado no es el deseado, es posible corregir la formulación inicial añadiendo un volumen adicional de suspensión o disolución saturada de citrato de calcio y calentando a 100°C durante períodos de 20 minutos hasta alcanzarlo. La adición de un 20% de sacarosa extra, también permitirá obtener un dulce de melocotón con mayor consistencia. El análisis y determinación de la cantidad inicial de PBM presente en el melocotón utilizado permitirá calcular las cantidades de calcio y sacarosa necesarias para su correcto entrecruzamiento, estableciendo una adecuada secuencia de tiempos y temperaturas de calentamiento.

Adaptamos la presentación del dulce de melocotón en función de la consistencia del gel obtenido. Cuando se obtuvo un gel de consistencia alto se presentó en forma de tableta que pudo ser cortada, o se moldeó cuando la consistencia y pegajosidad del gel desaconsejaron la tarea de corte. Muestras almacenadas durante un año en el frigorífico a una temperatura de 5°C, mantienen un buen estado de conservación y sabor. El resultado de este trabajo fue presentado al equipo directivo y a otros miembros de nuestra comunidad educativa como D. Juan Luis Cánovas Pérez, investigador en el Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación de Molina de Segura (2006-2016), además de a la alcaldesa de San Pedro del Pinatar, D.ª Visitación Martínez Martínez, así como a D. Jesús Sánchez Villa, dueño de New Concisa, S. L. y a D.ª Faustina Fernández Lucas, responsable de calidad de la empresa. En todos los casos el producto presentado fue valorado positivamente, destacando su intenso sabor a melocotón fresco, un dulzor agradable y poco empalagoso, gracias al sutil sabor cítrico que se percibe y a que no se ha abusado del azúcar en su realización, junto con una estructura compacta, que resulta fina y suave en boca.

Conclusiones

Profundizamos en la química de alimentos para conocer y entender sus mecanismos y, así, resolver un problema planteado, en principio cotidiano, que ha dado lugar a la obtención de un nuevo producto final elaborado.

Este proyecto recoge los resultados obtenidos en trabajos realizados durante dos cursos académicos con dos diferentes cosechas de melocotones de la variedad catherina, recolectados con diferente punto de madurez, lo que pone de manifiesto que el proceso propuesto en este trabajo es reproducible. Preparamos un dulce a partir de melocotones maduros fuera de la temporada natural de recolección y que ya no tendrían buena acogida por parte del consumidor habitual, utilizando caparazones calizos (jibiones) obtenidos como residuo de la limpieza de jibias, contribuyendo al reciclado y reutilización de ambas materias para elaborar un producto alimenticio novedoso que en la actualidad no podemos encontrar en los supermercados debido a la dificultad de su elaboración, con lo que conseguimos dar un valor e interés comercial a dos residuos alimentarios. Se trata de un proceso flexible, lo que permite adaptar la presentación final del producto obtenido a las condiciones particulares de los melocotones recogidos en cada cosecha. Así, dependiendo de la temporada y del grado de madurez del melocotón recolectado se pudo obtener un dulce de melocotón con un grado de dureza óptimo que se pudo cortar con facilidad para ser servido, o bien se obtuvo un dulce consistente pero que resultó más difícil de cortar por su elevada pegajosidad, por lo que se decidió moldear convenientemente utilizando un cortador de canapés que permitió dar diferentes formas a nuestro dulce de melocotón, lo que facilitó su presentación. En ambos casos se obtuvo un producto final donde se aprecia con claridad el sabor y aroma característicos del melocotón utilizado para su elaboración, y de fácil conservación incluso durante largos períodos de almacenado en frigorífico (1 año a 5°C). El producto preparado sólo utiliza la cantidad de pectina natural que contiene el melocotón y requiere una mínima cantidad de sacarosa en comparación con la requerida en la actualidad para la preparación de productos similares a escala industrial. Esto confiere a nuestro producto la característica de mínimamente procesado y le hace especialmente atractivo desde el punto de vista nutritivo y dietético. La baja cantidad de sacarosa empleada hace a este producto apto para ser consumido por personas que deben reducir la ingesta de azúcar. Otros trabajos deberán realizarse para mejorar el proceso y optimizar los resultados que aquí presentamos, sobre todo si se consideraran interesantes para ser llevados a escala industrial.

Agradecimientos

A mis alumnos y alumnas Á. Bellido Solano, J. Bernad Egea, L. Cano Martínez, S. Castejón Albaladejo, J. F. de la Fuente Arboleda, P. Egío López, A. Gómez García, A. Isofii Cetulean, D. Isofii Cetulean, S. I. Loo Ojeda, V. López Lombó, C. Martínez Ballester, P. Moráis Cruz y M.ª J. Pérez Rodríguez por la ilusión y esfuerzo mostrados durante todas las fases del trabajo realizado. A la empresa New Concisa, S.L. por su generosa colaboración, así como al Excmo. Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar (Murcia) y

al AMPA del IES Dos Mares por su incondicional apoyo a nuestra labor educativa. A toda nuestra comunidad educativa que con su generoso e incondicional trabajo permite formar a alumnos y alumnas con la calidad personal y académica como los que en este momento ocupan estas líneas, así como al equipo directivo del IES Dos Mares por facilitar nuestra tarea en todas aquellas cuestiones solicitadas.

Bibliografía

- [1] Baker, R. A., Berry, N., Hui, Y. H. and Barrett, D. M. *Fruit Preserves and Jams. Processing Fruits: Science and Thechnology*, Segunda Edición de CRC Press LLC, 2005, Capítulo 6.
- [2] Kakino, Y., Hishikawa, Y., Onodera, R., Tahara, K. y Takeuchi, H. Gelation Factors of Pectin for Development of a Powder Form of Gel, Dry Jelly, as a Novel Dosage Form. *Chem. Pharm. Bull.* **2017** 65(11), 1035-1044.
- [3] Martínez-Pons, J. A. La preparación de mermelada como recurso didáctico. *An. Quím.* **2009** 105(3), 221-226.
- [4] Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldhoya, N.C., Merchant, S. U. y Merchant, U. C. An Overview on Pectins. *Times Food Processing Journal*, **2006** June-July, 44-51.
- [5] Thakur, B. R., Singh, R. K. y Handa, A. K. Chemistry and uses of pectin-A review. *Critical Reviews. Food Science and Nutrition* **1997** 37(1), 47-73.
- [6] Rojas-Melgarejo, F. Nuestra huerta. ¡Mucha química para comerse! Una aproximación a la química de alimentos para estudiantes de ESO y Bachillerato. *An. Quím.*, **2019** 115(5), 429-434.
- [7] Rojas-Melgarejo, F. Las dificultades de cristalización de cloruro de sodio (NaCl): un proyecto de investigación integrador del currículo de Ciencias en ESO y Bachillerato. *An. Quím.*, **2019** 115(3), 244-248.
- [8] Resolución de 7 de marzo de 2019, de la Dirección General de Atención a la Diversidad y Calidad Educativa por la que se establece la convocatoria para la participación en el programa experimental de centros de especialización en la mejora de la promoción del talento en los centros docentes sostenidos con fondos públicos de la Región de Murcia, para los cursos 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022. *BORM* número 70 de 26 de marzo de 2019, 9114.
- [9] *El melocotón* (2008). alimentación.es. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. http://www.alimentacion.es/imagenes/es/melocoton_tcm8-16522.pdf
- [10] Díaz-Neira, L. S. *Principios básicos de la química y bioquímica de los alimentos*. Editorial Universidad de la Serena, 2010, págs. 42-44.
- [11] Löfgren, C. *Pectins-structure and gel forming properties: a literature review*. Chalmers University of Technology, Suecia. ISBN 91-7290-204-3.
- [12] Pagan-Gilabert, J. *Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo de melocotón*. Tesitex, S. L., Salamanca. ISBN: 89-89727-64-3.
- [13] Padilla-Zakour, O. Manufacture of low sugar/no sugar jams and jellies. *Venture Newsletter* **1999** 2(2).
- [14] Code of Federal Regulations: 1949-1984. Title 21-Food and Drugs. Chapter I-Food and Drug Administration, 275.
- [15] Barclay, T., Ginic-Markovic, M., Cooper, P. D. y Petrovsky., N. The chemistry and sources of fructose and their effect on its utility and health implications. *J. Excipients and Food Chem.* **2012** 3(2), 67-82.
- [16] Kroh, L. W. Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry* **1994** 51, 373-379.
- [17] Tricalcium citrate. *PubChem*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/5756>
- [18] Codex Alimentarius. Sistema internacional de numeración de los aditivos alimentarios. Volumen 1A, Sección 5.2, 1995.
- [19] Ash, M. and Ash, I. *Calcium citrate. Handbook of Preservatives*, 2004, 310. Synapse Information Resources, Inc. Endicott, NY 13760. ISBN 1-890595-66-7.
- [20] Gawkowska, D., Cybulska, J. y Zdunek, A. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review. *Polymers* **2018** 10, 762.
- [21] Martínez-Espinosa, R. M.º Beneficios del uso del hueso de la jibia. *Revista Ornitológica Práctica* **2015** 74, 62-63. I.S.S.N. 1696-7771. <https://www.researchgate.net/publication/290427889>
- [22] Citrato de calcio y tetrahidrato. JOST, Fichas de datos de seguridad. Conforme con el Reglamento (UE) 2015/830 (Anexo II de REACH). Fecha de emisión: 20/04/2015. Fecha de revisión: 07/06/2018. Versión: 5.0.
- [23] Sundar-Raj, A. A., Rubila, S., Jayabalan, R. y Ranganathan, T. V. A Review on Pectin: Chemistry due to General Properties of Pectin and its Pharmaceutical Uses. *Open Access Scientific Reports* **2012** 1(12). <http://dx.doi.org/10.4172/scientificreports.550>
- [24] Acofarma. Sacarosa. Ficha de información técnica. Acofarma distribución, S. A.
- [25] Eggleston, G. y Vercellotti, J. R. Degradation of sucrose, glucose and fructose in concentrated aqueous solutions under constant pH conditions at elevated temperature. *J. Carbohydrate Chemistry*, **2000** 19(9), 1305-1318.
- [26] Asadi, M. *Beet-Sugar Handbook*. John Wiley & Sons, Inc. 2007, 56-57, ISBN 9780471763475.