

Evaluación interna de biología

Propósito

Mi interés en la maduración de la fruta se desarrolló a partir de la observación de que las frutas compradas en mi supermercado local no siempre maduran de forma efectiva. Ello me estimuló a descubrir más sobre el proceso de la maduración de la fruta. Escogí nectarinas como mi material porque estaban en temporada y parecían ser las más afectadas por el problema de la maduración.

Pregunta de investigación

¿Cómo afectan dos métodos diferentes de maduración de la fruta al metabolismo del almidón en glucosa en nectarinas (*Prunus persica*) a lo largo de 7 días?

Introducción

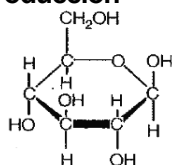


Figura 1 Molécula de glucosa

1

1

La glucosa es uno de los glúcidos más importantes en la bioquímica y es fundamental en los procesos biológicos clave de la fotosíntesis y la respiración celular. En el proceso de maduración las moléculas de almidón (polisacáridos) son descompuestas por enzimas digestivas en glucosa (monosacárido). Este proceso es posible por la inducción del gas eteno.²³

El gas eteno es una hormona biológica usada en plantas para estimular procesos clave, como por ejemplo la germinación de semillas, la abscisión de frutos y el proceso de maduración. Lo producen más algunas frutas, en concreto bananas y manzanas, y acelerará la maduración de frutas en un entorno confinado, como por ejemplo dentro de una caja o bolsa de plástico. Otro método propuesto es sepultar la fruta en arroz. Se supone que éste retiene durante más tiempo el gas etileno producido por la fruta.⁴

Este experimento busca estimular tres condiciones diferentes de maduración, todas ellas que se supone inducen el proceso de maduración. En el primer ensayo se colocará una banana con una nectarina en una bolsa cerrada. En el segundo, se pondrá una nectarina bajo arroz en una caja de plástico. En tercer lugar, un control mediante una nectarina puesta en una bolsa de plástico, constituirá la hipótesis nula, sustentando la suposición de que la producción de gas

¹NASH, S. Principles of Biology Webmaster Pearson. 2011 <<http://mwsu-bio101.ning.com/profiles/blogs/the-molecules-within-you-1>> [Último acceso: 06/06/11]

²BRACH, A. y PERKINS, C. <<http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/bot00/bot00553.htm>> [20/01/05]

³LARUE, J.H. y JOHNSON, R.S. *Peaches, Plums, and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. Vol. 3331. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, 1989. <http://books.google.fr/books?id=0EEtgcBjaAIC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=starch+in+nectarines&source=bl&ots=8lab1znGzd&sig=bjD1Nk0gCGTwj3zlbRenFlbREms&hl=en&sa=X&ei=wzo6T_C3LYfL0QWKk42QCw&redir_esc=y#v=onepage&q=starch%20in%20nectarines&f=false>

⁴ROGERS, M. "Ripen Fruit Faster by Burying it in Rice". 2011. <<http://lifehacker.com/5811686/ripen-fruit-faster-by-burying-it-in-rice>>

eteno y la concentración de glucosa son independientes entre sí. Es importante que los tres ensayos se realicen en ambientes cerrados, lo que favorece la retención del gas eteno.

La presencia de glucosa se ha usado en este experimento para indicar el grado en el que el gas eteno ha afectado al metabolismo del almidón y a la concentración de azúcares simples en las nectarinas.

La detección de la concentración de glucosa es posible mediante el uso de un compuesto indicador coloreado de solución de permanganato potásico (KMnO_4) y un ácido, en este caso ácido sulfúrico (H_2SO_4). Un agente altamente oxidante, la solución de KMnO_4 , se usa para convertir alquenos en glicoles y de este modo analizar cuantitativamente la presencia de enlaces insaturados en una muestra. La solución de KMnO_4 es de color rosa y su decoloración delata el metabolismo de almidón en glucosa. El tiempo requerido por el color rosa para desaparecer es indicativo de la concentración de glucosa en la muestra del filtrado, es decir, cuanto menor sea la cantidad de tiempo requerido para que desaparezca el color, mayor es la concentración de glucosa en la muestra.

Predicción

Se prevé que las nectarinas expuestas al ensayo de envasado con arroz serán las que madurarán más rápidamente. El entorno confinado en el que se ponen favorecerá la retención de gas eteno alrededor de la nectarina. Como resultado habrá un descenso más rápido de la concentración de polisacáridos (almidón) y un aumento más rápido en la concentración de monosacáridos (glucosa) en este ensayo. Las nectarinas mantenidas con la banana también madurarán más rápidamente que el control, ya que el etano producido por la banana complementará al producido por las propias nectarinas.

Método

Materiales

- 36 nectarinas
- 12 bananas
- Bolsas de plástico herméticas, recipientes de plástico
- Arroz Basmati (aproximadamente 3 kg)
- 560 ml de ácido sulfúrico 1 M (H_2SO_4)
- 230 ml de solución de permanganato potásico 0,01M (KMnO_4)
- Cuchillo, tabla de cortar, triturador de alimentos, colador
- Cronómetro
- Jeringuillas: 3 ml, 5 ml y 10 ml
- 4x vasos de precipitados de 750 ml (cada repetición)
- 12x vasos de precipitados de 50 ml (cada repetición)

Este experimento tiene como objetivo determinar cómo afecta el gas eteno a la concentración de glucosa en las nectarinas. Para llegar a una conclusión, se evaluaron dos métodos comunes de maduración de fruta, en este caso envasado con banana y envasado con arroz, junto con un control. Los métodos indicados más abajo corresponden a estas condiciones diferentes.

Debido a la naturaleza subjetiva del 'punto de viraje' de la solución, es decir, cuándo desaparece el color rosa y se detiene el cronómetro, se decidió que las medidas debían tomarse buscando eliminar al máximo este error. Cada día se pulverizaron 4 nectarinas sometidas a las distintas condiciones (banana, arroz y control) y se analizaron de forma efectiva. El filtrado de cada nectarina se analizó tres veces. Ello se hizo para descartar cualquier error que pudiera estar asociado a la agitación de la solución y para evitar una disparidad de resultados.

El día 1 del experimento se dispuso lo siguiente:

- Se pusieron una banana y una nectarina dentro de una bolsa de plástico hermética. Se extrajo el aire del interior de la bolsa y se selló ésta
- Se puso una nectarina en una caja de plástico. El recipiente se llenó de arroz hasta que la nectarina estuvo totalmente cubierta y se selló la caja.
- Se colocó una nectarina dentro de una bolsa de plástico hermética. Se extrajo el aire del interior de la bolsa y se selló ésta.

Esto se repitió en cuatro ensayos por cada tratamiento.

El primer día se mantuvo una nectarina sin tratar para establecer los niveles iniciales de glucosa.

La fruta se dejó durante 3, 5 o 7 días en condiciones de temperatura ambiente. Al final del período, se sacaron las nectarinas y se efectuaron observaciones cualitativas y mediciones de los niveles de glucosa del modo siguiente.

- Se extrajo la pulpa de la nectarina y se puso en un triturador de alimentos. Se pusieron 500 ml de agua destilada en el mismo triturador y se pulsó durante 30 segundos. El líquido se filtró con un colador y se vertió en un vaso de precipitados de 750 ml.
- Se echaron 10 ml del filtrado de nectarina en un vaso de precipitados de 50 ml. Además de esto, se añadieron al mismo tiempo 2 ml de solución de KMnO_4 y 5 ml de solución de H_2SO_4 al vaso de precipitados. Inmediatamente se puso en marcha el cronómetro. La solución se agitó con un movimiento constante y a una velocidad constante.
- Cuando desapareció el color rosa de la solución, se detuvo el cronómetro y se registró el tiempo.
Esto se repitió tres veces a partir del filtrado obtenido de cada nectarina.

Variables

Variable	Identificar la variable	Cómo controlar la variable
Independiente	Condiciones a las que son expuestas las nectarinas, es decir, envasado con banana, envasado con arroz y entorno controlado	
Dependiente	Tiempo requerido para que desaparezca el color rosa de la solución de permanganato potásico (indicativo de la concentración de glucosa)	
Controlada	Origen y frescura de las nectarinas	Todas las nectarinas fueron recolectadas el mismo día y procedían del mismo proveedor. Al escogerlas se tuvo en cuenta que fueran del mismo color, tamaño y firmeza.
	Origen y frescura de las bananas	Todas las bananas fueron recolectadas el mismo día y procedían del mismo proveedor. Al escogerlas se tuvo en cuenta que fueran del mismo color, tamaño y firmeza.
	Composición del indicador	Se mantuvo constante. La capacidad de la solución de KMnO_4 para reaccionar con impurezas implica que la misma solución tenía que mantenerse a lo largo de todos los ensayos.
	La misma concentración de	Garantiza la homogeneidad. Verter una solución estándar al comienzo del experimento y usarla

	KMnO ₄ y H ₂ SO ₄	desde el principio hasta el fin
	Concentración inicial de glucosa	Se analizó una nectarina y se usó como valor inicial. Este valor fue usado a lo largo de todos mis ensayos.
	Muestra de nectarina	Toda la pulpa de la nectarina fue pulverizada para obtener un filtrado usado en todas las repeticiones.
	Estimación del punto de viraje	Había que estimar el 'punto de viraje' del experimento. Por consiguiente, la misma persona tenía que realizar el experimento para garantizar unos resultados válidos.
	Temperatura constante	La temperatura afecta a la actividad enzimática, es decir, que afectará al ritmo de maduración. Realizar el experimento en un ambiente cerrado.
	Ambiente cerrado	Los mohos y otros microorganismos precisan oxígeno para crecer, por lo que si se restringe la cantidad de oxígeno en las muestras se limitará el desarrollo de mohos.

Evaluación de riesgos

Todo el equipo se etiquetó con información relevante (nombre, fecha, clase, naturaleza de los materiales y experimento)

Todos los materiales innecesarios fueron retirados del espacio de trabajo.

Los utensilios de vidrio son frágiles y se dispusieron en el centro de la mesa de trabajo con soportes estables.

Las herramientas de corte afiladas y la licuadora se usaron con cuidado.

Equipo eléctrico

Las conexiones de la balanza, el agitador magnético y la licuadora se mantuvieron lejos del agua corriente y se evitaron cables móviles o colgantes

Se limpiaron los líquidos vertidos

Sustancias químicas

El ácido sulfúrico es corrosivo y tóxico.

El KMnO₄ es un potente oxidante y puede causar incendios.

Al manejar dichas sustancias químicas se llevó puesto el equipo de protección (gafas protectoras, guantes y bata de laboratorio).

Resultados

Tabla que muestra las observaciones de los tres métodos del proceso de maduración

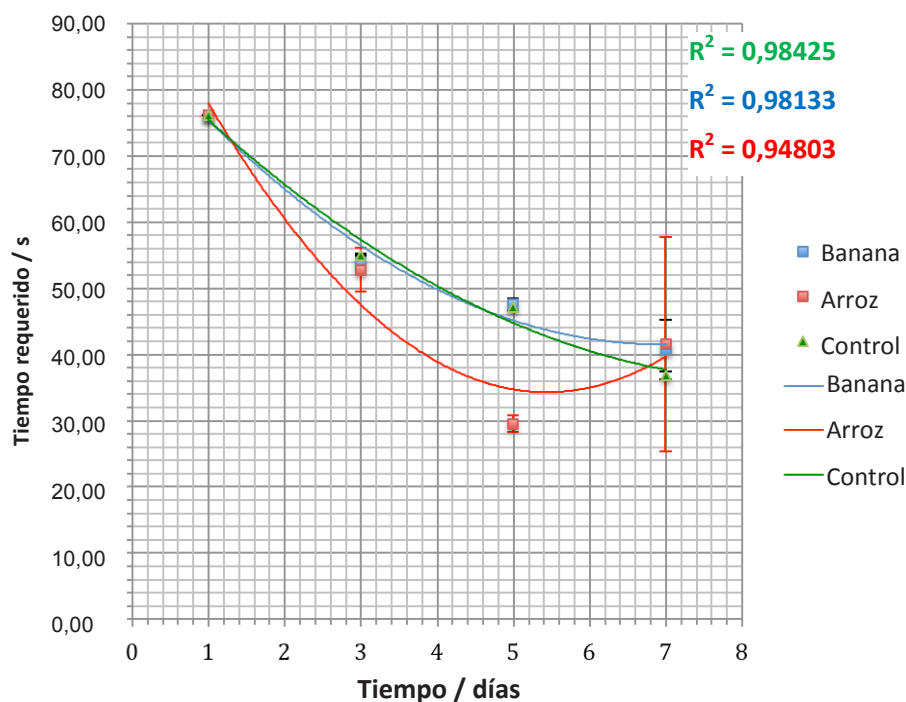
	Banana	Arroz	Control
Día 1	Se usó una nectarina para todos los ensayos para garantizar que la concentración inicial de todas las repeticiones fuera constante. Todas las nectarinas usadas el día 1 eran firmes, de color blanco/amarillo y no tenían moho visible en sus superficies.		
Día 3	Las nectarinas 1 y 4 mostraban signos de desarrollo de moho. Las bananas de estas nectarinas estaban descoloridas y dentro de las bolsas herméticas había signos visibles de condensación.	Las nectarinas estaban cubiertas en un 90-100% por el arroz. Había una condensación mínima dentro de la caja. No había moho.	Sin moho. Sin condensación. Color blanco/amarillo. Firme.
Día 5	Todas las nectarinas estaban más blandas. Signos de moho. Residuo blanco en nectarina 4. La pulpa estaba marcadamente más oscura. Condensación dentro de la bolsa.	Todas las nectarinas estaban mohosas y las nectarinas 2 y 4 mostraban las mayores colonias de mohos. Residuo blanco. Condensación dentro de la caja. Las nectarinas estaban cubiertas en su mayoría por arroz, una nectarina estaba cubierta solo al 75%.	Sin moho. Condensación mínima. Color rosado.
Día 7	Todas las nectarinas están cubiertas por moho al menos parcialmente y desprenden un residuo blanco.	Todas las nectarinas están cubiertas de moho al menos en un 9,0%. La pulpa es de un color pardo oscuro. Residuo blanco.	Color rosa y blanco. Sin moho. Manchas "amoratadas" (puntos blandos en la superficie).

Tabla que muestra la cantidad de tiempo que se requiere para que desaparezca el color rosa de la solución de permanganato potásico

		Tiempo para que desaparezca la coloración del KMnO₄ / s ± 0,05 s											
		Banana				Arroz				Control			
Día		1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
Ensayo		76,23	52,37	47,00	33,03	76,23	56,09	30,57	56,78	76,23	54,33	47,13	36,96
			52,98	48,87	34,31		54,59	31,00	57,23		54,67	46,98	36,78
			52,66	47,96	35,97		54,35	30,76	57,13		55,13	47,96	35,98
Ensayo			54,34	48,28	44,53		50,50	30,19	25,19		54,78	46,56	37,23
			55,65	47,88	45,66		49,86	28,20	26,63		54,65	46,78	37,65
			54,23	48,53	45,17		50,06	29,37	24,78		55,07	46,99	37,98
Ensayo			54,75	47,76	44,27		48,98	29,22	26,78		55,02	47,12	36,87
			54,17	48,22	43,18		49,43	30,45	25,87		55,34	47,56	36,45
			54,23	47,89	44,73		49,56	30,76	26,98		54,69	47,32	36,22
Ensayo			53,98	45,66	38,97		56,33	28,25	57,43		54,79	46,98	36,87
			54,37	46,76	39,24		57,19	27,91	56,91		54,99	47,51	36,98
			54,21	46,23	39,58		56,74	27,65	56,50		55,34	47,35	36,56
Media		76,23	54,00	47,59	40,72	76,23	52,81	29,53	41,52	76,23	54,90	47,19	36,88
Desv. est.		0,00	0,91	0,97	4,50	0,00	3,32	1,25	16,18	0,00	0,30	0,38	0,56

Nota: Solo hay un valor para el Día 1 ya que solo se usó una nectarina para evaluar la concentración inicial de glucosa. Este valor se usó como el valor inicial (valor del día 1) para todos los ensayos posteriores.

**Tiempo requerido para decoloración de KMnO_4 por extracto de nectarinas incubado con banana, arroz o nada.
Barras de error = ± 1 desviación estándar**



test t

Los datos para el tratamiento con la banana y el control no muestran mucha diferencia para el tiempo requerido, salvo al cabo de 7 días. El control parece como si tuviera un contenido de glucosa mayor que el tratamiento con banana en el día 7. Decidí ver si esta diferencia era significativa.

Hipótesis nula = no hay diferencia entre los resultados del tratamiento con banana y el control en el día 7

Hipótesis alternativa = Hay una diferencia entre los resultados del tratamiento con banana y el control en el día 7
ecuación de test t

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$t_{\text{calc}} = 2,93$

Para $p = 0,05$ usando un test de dos colas

$t_{\text{crit}} = 2,07$

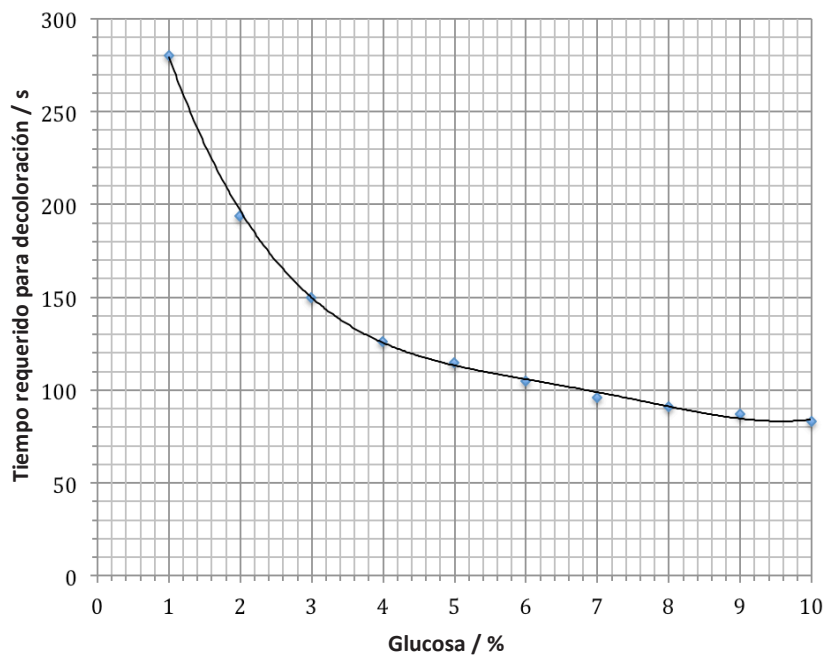
Allí hay una diferencia significativa la hipótesis alternativa se mantiene la hipótesis nula se rechaza. No obstante, esta diferencia no es grande, solo es significativa para $p = 0,01$

Curva de referencia estándar para concentración de glucosa

Calibración de glucosa

Glucosa / %	Tiempo requerido / s $\pm 0,05$ s
1	280,00
2	194,00
3	150,00
4	126,00
5	115,00
6	105,00
7	96,00
8	91,00
9	87,00
10	83,00

Curva de calibración de glucosa



Desgraciadamente los datos obtenidos estaban fuera del rango de la curva estándar por lo que no se pudo usar la curva para obtener una estimación del contenido de glucosa del filtrado.

Error y limitaciones

Se reconoció que el método para este experimento incluía ciertas imperfecciones y que los resultados obtenidos de los ensayos estaban sujetos a error. Se pusieron en práctica métodos que redujeran los errores cuando ello fuera posible.

Las incertidumbres fueron consideradas y se han registrado más abajo:

Identificar incertidumbre	Grado de incertidumbre
Cronómetro	Tiempo de reacción \pm 0,05 s
Jeringuilla de 3 ml	\pm 0,1 ml
Jeringuilla de 5 ml	\pm 0,1 ml
Jeringuilla de 10 ml	\pm 0,2 ml
Vasos de precipitados	\pm 1,0 ml

Como los utensilios de vidrio usados en el experimento no se modificaron de uno a otro ensayo, el nivel de incertidumbre en cada ensayo se habría mantenido constante. Se puso cuidado para medir los valores exactos, por ejemplo la cantidad de agua añadida al triturador de alimentos y el volumen de ácido sulfúrico, solución de permanganato potásico y filtrado de nectarina añadido a cada ensayo. El cronómetro habría causado el mayor grado de incertidumbre en el método, ya que se basaba en el tiempo de reacción de la persona que realizaba el experimento. Aunque el observador era el mismo durante todos los ensayos, varios factores diferentes pudieron afectar a la mayor o menor rapidez de pulsación del inicio o la parada del cronómetro y, por consiguiente, al tiempo que se registró. En la mejora del método podría analizarse objetivamente el 'punto de viraje' mediante el uso de métodos colorimétricos. Una solución estándar podría pasar por el colorímetro y registrarse el tiempo requerido para que la solución alcanzase un determinado porcentaje de absorción de luz. Cada ensayo se analizaría de forma similar.

El permanganato potásico que se usa como solución indicadora para este experimento es un intenso agente oxidante. Mediante la capacidad de convertir alquenos en glicoles y así detectar la presencia de enlaces insaturados en una solución, el permanganato potásico podría haber reaccionado con impurezas en el filtrado de nectarina. En tal caso, ello habría afectado a los resultados de forma considerable, ya que el tiempo que precisa el color rosa de la solución de permanganato potásico para desaparecer podría no haber sido solo para evaluar la glucosa. Por tanto, la persona que realizara el experimento estaría analizando en realidad otra variable, el metabolismo de las impurezas en el filtrado, de lo que no quedaría constancia en el método. Para reducir este error podría usarse otra solución indicadora que no reaccione con impurezas con la misma intensidad que el permanganato potásico, como por ejemplo una solución de yodo. La solución de yodo, de color azul oscuro, detecta la presencia del almidón en muestras biológicas. Al detectar que se hidroliza el almidón en moléculas de glucosa, el yodo podría usarse para indicar la concentración de almidón en el filtrado de nectarina, que disminuye con la madurez de la fruta. Como alternativa, podría usarse un análisis de glucosa específico, como el usado por los diabéticos.

En el método se decidió que debía analizarse tres veces cada fruta individual, es decir, que se evaluó tres veces el tiempo que requería la desaparición del color rosa de la solución de permanganato potásico al echarla en el filtrado, usando para ello una solución constante. Dada la naturaleza subjetiva de la estimación del 'punto de viraje', en la que buscamos un cambio de color para indicar el metabolismo de los hidratos de carbono a glucosa, la evaluación de cada

solución por tres veces limitaba cualquier error que pudiera estar asociado a la agitación de la solución y minimizaba la posibilidad de valores atípicos en mis resultados.

Cada repetición era independiente de las otras, es decir, que las nectarinas de los ensayos de los días 3 y 5 no tenían ninguna relación entre sí. En los resultados podría haber influido toda una serie de distintos factores que no fueron considerados en este experimento y que podrían haber estado presentes en las repeticiones, como por ejemplo la presencia de pesticidas y de agentes maduradores artificiales, o una exposición previa a gas eteno. En efecto, ello significa que el método se basaba en puntos comunes entre todas las nectarinas para determinar una relación entre la producción de gas eteno y la concentración de glucosa. La desviación estándar es razonable, salvo para el tratamiento con envasado con arroz del día 7. En general, la desviación estándar aumentó a lo largo de la maduración. Era algo que cabía esperar, ya que las frutas varían con ritmos ligeramente distintos.

La zona de abscisión o la región más próxima al pedúnculo del fruto, ha demostrado tener las mayores concentraciones de glucosa⁵. Para minimizar este factor, al pulverizar las nectarinas en un filtrado, la persona realizadora del experimento hizo uso de toda la pulpa de todas las nectarinas. Ello significa que la variación de la concentración de glucosa dentro de la fruta se mantendría constante durante todo el experimento.

El proceso de biodegradación, mediante el cual los microbios digieren químicamente los materiales, fue una de las mayores fuentes de error en este experimento. El moho, que se desarrolla como resultado de un exceso de humedad en un ambiente, se observó en todas las nectarinas en los ensayos con banana y con arroz tras el día 5. El grado de repercusión que tuvo la propagación del moho en los resultados puede verse en los valores de desviación estándar calculados para el ensayo del envasado con arroz. El día 7, en concreto, presentó una desviación estándar masiva (16,18 s), lo que indica que hubo una gran dispersión de datos. Además, como el azar fue un factor importante en estos resultados, estos no son fiables y probablemente no podrían reproducirse de nuevo. La reproducción de los microorganismos se ve afectada por la temperatura. Por consiguiente, el mantenimiento de una temperatura relativamente baja (alrededor de 15°C) limitaría el desarrollo de la reproducción de microorganismos sin que ello afectara significativamente a la temperatura requerida por el proceso de maduración (se recuerda que las enzimas implicadas en la conversión de polisacáridos en monosacáridos actúan dentro de un estrecho rango de temperaturas específico). La contaminación de la fruta por microbios podría reducirse asegurándose que la superficie de la fruta está bien limpia antes de usarse. Podría usarse una solución esterilizadora.

Se adoptaron determinadas medidas para establecer controles del entorno, como por ejemplo, la temperatura y la exposición a la luz. El experimento se realizó en condiciones de temperatura ambiente y la temperatura del laboratorio se registró dos veces al día. Se observó que la temperatura fluctuó entre 28°C y 29,5°C durante el día. No se tomó ningún registro entre las 3 p.m. y las 8 a.m. Se daría una gran variación por la noche, aunque ello no pudo ser controlado por el observador debido a razones prácticas, de forma ideal el experimento debería dejarse en un entorno controlado de forma sistemática, como por ejemplo en una incubadora, donde se podría mantener una temperatura constante.

⁵BERUTER, J. y DROZ, P. "Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree" Swiss Federal Research Station for Fruit-Growing, Viticulture and Horticulture, CH-8820. Wädenswil (Suiza). Aceptado el 8 de octubre de 1990. Disponible en línea a partir del 14 de octubre de 2003.

La curva de referencia estándar de concentración de glucosa producida resultó ser irrelevante para los datos. Los datos obtenidos estaban fuera del rango de la curva estándar. No fue posible extrapolar la curva estándar para cubrir el rango de resultados y, por consiguiente, inferir la concentración de glucosa resultante de los ensayos experimentales. Debería haberse reproducido una curva de calibración con concentraciones de glucosa más elevadas.

Debido a las restricciones de tiempo, cada ensayo se repitió únicamente cuatro veces. Para poder extraer conclusiones concretas se hubieran requerido 20 repeticiones. Ello se tomó en cuenta al procesar los resultados y se reconoció que cualquier conclusión extraída de este experimento podría no ser totalmente precisa.

Evaluación y conclusión

Se planteó la hipótesis de que las nectarinas expuestas al ensayo de envasado con arroz contenían la concentración más alta de glucosa. Se consideró que el arroz sería propicio para la retención de gas etano producido por las propias nectarinas alrededor del fruto, al acelerar el proceso de maduración y aumentar el ritmo de metabolización del almidón en glucosa. Además, el arroz y la nectarina se almacenaron en un recipiente del cual no se había eliminado el aire. En cambio, el aire se había eliminado de las bolsas de plástico que contenían la fruta de otros dos ensayos. Es posible que la concentración de oxígeno más alta en la caja ayudara a promover el proceso metabólico y a la propagación del moho.

Las bananas se usan tradicionalmente y en situaciones industriales para inducir la maduración de la fruta, debido a sus características de producción de eteno. Sin embargo, esta afirmación no puede constatarse en los resultados. Mientras que las bananas podrían haber producido una pequeña cantidad de eteno, en el día 7 del experimento el ensayo de control tenía una concentración más alta de glucosa, a pesar de que los resultados no son muy diferentes de los del tratamiento con banana, si bien esta diferencia es significativa de acuerdo con el test t realizado con estos datos. El hecho de que las nectarinas puestas en bolsas de plástico individualmente maduraran a un ritmo más acelerado que las nectarinas puestas con las bananas señala dos posibles conclusiones. En primer lugar, el error metodológico significa que las condiciones en las que se pusieron las bananas no fueron propicias para la producción de eteno. O, en segundo lugar, que las nectarinas usadas en el ensayo de control fueron afectadas por factores no considerados en este experimento, por ejemplo, que contenían mayores concentraciones de glucosa al principio del experimento.

En la figura 1 se puede ver que en los tres ensayos, en las nectarinas aumentó su concentración de glucosa a un ritmo similar del día 1 al día 3. Por tanto podemos suponer que en este período de tiempo las nectarinas metabolizaron el almidón a un ritmo similar y produjeron cantidades similares de gas eteno. En la Tabla de datos cualitativos puede verse que en el día 3 no hubo signos definitivos de moho, salvo en las nectarinas 1 y 4 del ensayo con bananas.

El día 5 del experimento, en los ensayos controlados y con banana siguió aumentando su concentración de glucosa a un ritmo similar, aunque más lentamente que el aumento de ritmo entre los días 1 a 3. Sin embargo, en el ensayo de envasado con arroz siguió aumentando su concentración de glucosa al mismo ritmo, mostrando una relación lineal entre la concentración de glucosa (eje y) y tiempo (eje x). Todas las nectarinas sometidas a estas condiciones estaban mohosas y secretaron un residuo blanco. Este no fue el caso de las nectarinas de los ensayos controlado y con banana, que tuvieron muy poco o nada de moho. Se podría pensar que era la presencia de moho la que causaba el acentuado aumento en la concentración de glucosa. Las enzimas del moho probablemente hidrolizaban el almidón de las nectarinas.

A medida que las nectarinas en los ensayos controlado y con banana siguieron aumentando sus concentraciones de glucosa del día 5 al 7, las nectarinas del ensayo de envasado con arroz comenzaron a disminuir su concentración de glucosa. Probablemente consumida por los microbios. Al mismo tiempo, se observó que todas las nectarinas en este ensayo se fueron poniendo cada vez más mohosas - todas estaban cubiertas de moho al menos en un 90% - y que todas las nectarinas segregaban un residuo blanco. Una posible conclusión que puede extraerse de esta observación es que existe un 'umbral' a partir del cual el aumento de concentración de glucosa se ve contrarrestado por el aumento en el desarrollo de colonias de mohos. Conforme se van metabolizando las grandes moléculas de almidón, se irá produciendo un aumento en la concentración de glucosa. Este proceso se desarrolla en paralelo al crecimiento de colonias de mohos y bacterias, las cuales se alimentarán de la mayor concentración de azúcares simples y 'echarán a perder' la fruta. A partir de los resultados obtenidos en este experimento, se puede ver que la concentración de glucosa correspondiente a los 29,53 segundos que requirió la desaparición del color rosa de la solución de permanganato potásico es la máxima concentración de glucosa alcanzable. Tras esto, la cantidad de glucosa consumida por las colonias microbianas supera la cantidad de glucosa producida mediante la hidrólisis del almidón, por lo que se puede observar una disminución de la concentración de glucosa. Como se ve en los tres ensayos, el desarrollo de moho previo a este 'umbral' no tiene un efecto significativo sobre el aumento de la concentración de glucosa.

El único factor diferenciador que pudo constatarse en este experimento fue la eliminación del aire (oxígeno) de las bolsas de plástico. En el día 5, los ensayos controlado y con banana presentaban concentraciones de glucosa relativamente similares y en ambos ensayos el aire se había eliminado. Por consiguiente, es improbable que el gas eteno producido por la banana fuera un factor significativo en la conversión de almidón en glucosa. En el ensayo con arroz, en el que no se eliminó el aire de la caja, la concentración de glucosa fue significativamente más alta. La hipótesis de que la presencia del arroz causó que el eteno se concentrara alrededor de la fruta no resulta válida, ya que el gas eteno se habría visto retenido alrededor de la fruta igualmente en el ensayo de control. Es más probable que fuera la presencia de aire, y de oxígeno en particular, lo que promovió tanto el crecimiento del moho como la mayor concentración de glucosa.

Todos los ensayos produjeron más o menos el mismo resultado (todos los valores finales diferían en menos de 4 segundos, salvo el día 7 del tratamiento con arroz). Cualitativamente, se observó que todas las nectarinas estaban podridas y cubiertas de moho. Las grandes desviaciones estándar que se calcularon a partir de estos resultados ponían de relieve la amplia dispersión de datos alrededor de estos tres puntos y demostraba la falta de fiabilidad de los datos en el día 7 del tratamiento con arroz. Los valores R^2 siguen siendo altos para el tratamiento de control y con banana siguen siendo altos pero el tratamiento con arroz R^2 es menor, lo que refleja los problemas con estas frutas.

Como se observó que las nectarinas estaban cubiertas de moho y en esta fase, era posible que estuvieran teniendo lugar otras reacciones químicas significativas dentro de las frutas. El ensayo de envasado con arroz presentaba una desviación estándar de 17,8 segundos, causante de un barra de error que abarcaba todos los resultados experimentales de los demás ensayos (véase la figura 1). Los resultados del experimento se deben en parte a procesos no previstos inicialmente.

Bibliografía

J. Beruter and Ph. Droz Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree., Swiss Federal Research Station for Fruit-Growing, Viticulture and Horticulture, CH-8820 Wädenswil Switzerland, Aceptado: 8 de octubre de 1990. Disponible en línea: 14 de octubre de 2003.

Antony Brach and Christopher Perkins 20/01/05
<http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/bot00/bot00553.htm>

J.H.LaRue & R.S.Johnson (1989) Peaches Plumbs and Nectarines U Cal Google Books
http://books.google.fr/books?id=0EEtgcbJaAIC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=starch+in+nectarines&source=bl&ots=8lab1znGzd&sig=bjD1Nk0gCGTwj3zlbRenFlbREms&hl=en&sa=X&ei=wzo6T_C3LYfL0Q_WKk42QCw&redir_esc=y#v=onepage&q=starch%20in%20nectarines&f=false

Pearson <http://mwsu-bio101.ning.com/profiles/blogs/the-molecules-within-you-1> Principles of Biology Webmaster Sean Nash 2011. Última visita: 06/06/11

Matthew Rogers 14/06/11 <http://lifehacker.com/5811686/ripen-fruit-faster-by-burying-it-in-rice>