

Avances y tendencias en la industria láctea

La contribución argentina
desde el INLAIN



Jorge Reinheimer
Editor

ediciones UNL





**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DEL LITORAL**

Rector **Enrique Mammarella**

Secretario de Planeamiento Institucional y Académico **Miguel Irigoyen**

Decano Facultad de Ingeniería Química **Adrian Bonivardi**

.....

Avances y tendencias en la industria láctea :
la contribución argentina desde el INLAIN / Jorge
Reinheimer ... [et al.] ; editado por Jorge Reinheimer.
—1a ed.— Santa Fe : Ediciones UNL, 2021.
Libro digital, PDF - (Ciencia y tecnología)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-749-216-3

1. Industria Química. 2. Lácteos. 3. Bioquímica. I.
Reinheimer, Jorge II. Reinheimer, Jorge, ed.

CDD 540

.....

© Reinheimer, Ale, Audero, Bergamini,
Binetti, Briggiler Marcó, Burns, Candiotti, Capra,
Chiericatti, Costabel, Cuffia, Frisón, George, Giménez,
Guglielmotti, Hynes, Lloréns, Meinardi, Mercanti, Páez,
Peralta, Perotti, Pujato, Quiberoni, Rebechi, Suárez,
Vaudagna, Vélez, Vénica, Vinderola, Wolf, 2021.
Colaboradora: Ma. Sol Ortiz, 2021.

©  ediciones UNL, 2021

—
editorial@unl.edu.ar

www.unl.edu.ar/editorial

Consejo Asesor
Colección Ciencia y Tecnología

Graciela Barranco

Ana María Canal

Miguel Irigoyen

Luis Quevedo

Gustavo Ribero

Ivana Tosti

Alejandro R. Trombert

Dirección Ediciones UNL

Ivana Tosti

Coordinación editorial

María Alejandra Sadrán

Coordinación diseño

Alina Hill

Corrección

Félix Chávez

Diagramación interior y tapa

Nicolás Vasallo

—



3.2. Tratamientos físicos aplicados durante el proceso de maduración

Luciana Costabel, Carina Bergamini, Erica Hynes y Sergio Vaudagna

Tratamiento con APH en quesos

El tratamiento con alta presión hidrostática (APH) a los quesos se plantea como una estrategia innovadora. El objetivo fundamental de la aplicación de este tratamiento a los mismos es acelerar el extenso período de maduración en el cual se producen las transformaciones bioquímicas de las proteínas, las grasas y los glúcidos que darán lugar a la textura, flavor y funcionalidad de las diferentes variedades de quesos (O'Reilly y col., 2001; San Martín González y col., 2007).

El interés por el estudio del efecto del tratamiento con APH sobre quesos se inicia por la prometedora patente de Yokohama y col. (1992) en la cual se evidencia que quesos Cheddar que fueron expuestos a presiones de 50 MPa durante tres días a 25°C presentaron una concentración de aminoácidos libres y un flavor comparable a quesos comerciales con seis meses de maduración. A partir de este estudio comenzaron a realizarse otras investigaciones en quesos Cheddar (O'Reilly y col., 2000, 2001), Gouda (Messens y col., 1999) y queso duro de cabra (Saldo y col., 2001), utilizando tratamientos similares a los aplicados por Yokohama y col. En general, estos estudios concluyeron que la aplicación de esas combinaciones presión-tiempo tuvo relativamente poco efecto sobre la maduración de los quesos. Esto en parte

fue atribuido a que en el estudio de Yokohama y col. se utilizaron niveles 10 veces mayores del fermento que los utilizados comúnmente para la elaboración de queso Cheddar, lo que seguramente influyó en la aceleración de la maduración observada. Comienzan entonces a plantearse otros estudios en diferentes tipos de queso variando las combinaciones presión–tiempo y evaluando el impacto en diversos aspectos relacionados a la maduración (Martínez–Rodríguez y col., 2012).

Dentro de los quesos duros, numerosos estudios se han enfocado en queso Cheddar y quesos de oveja. Sin embargo, en el caso de quesos duros de pasta cocida, los cuales tienen los períodos de maduración más largos, son escasos los estudios publicados.

Tratamiento con APH en queso Reggiano. Impacto en los recuentos microbiológicos y perfiles de maduración

En un estudio realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto de Lactología Industrial (INLAIN) en queso Reggiano, se evaluó el impacto de la aplicación del tratamiento con APH y el tiempo de maduración sobre la composición, el pH, los recuentos microbiológicos, la actividad de enzimas proteolíticas que intervienen en la maduración, la proteólisis primaria y secundaria, la textura, los parámetros cromáticos y los atributos sensoriales del queso (Costabel, 2015; Costabel y col., 2016). Para ello, se elaboraron quesos Reggiano miniatura a los cuales se les aplicó presiones de 100 ó 400 MPa durante 5 ó 10 min a 20 °C el día posterior a la elaboración. Algunos quesos no fueron tratados con APH, los que se consideraron como controles. Todos los quesos se maduraron durante 90 días a 12 °C.

Composición química, pH y recuentos microbiológicos

La composición química y el pH de los quesos a lo largo de la maduración no resultaron afectados por el tratamiento con APH. Los recuentos de lactobacilos termófilos inmediatamente luego de la aplicación del tratamiento con APH fueron inferiores en los quesos tratados a 400 MPa, con independencia del tiempo de tratamiento. Se informaron resultados similares en quesos Cheddar al aplicar tratamientos con APH utilizando presiones a partir de 400 MPa (Wick y col., 2004; Rynne y col., 2008; Ozturk y col., 2013) en quesos madurados por mohos (Voigt y col., 2010; Calzada y col., 2014),

en quesos de cabra (Saldo y col., 2000) y en quesos de oveja (Moschopoulou y col., 2010). La disminución de los recuentos microbiológicos por el tratamiento con APH puede estar asociada a una lisis celular durante la cual se produce la liberación del pool enzimático intracelular, lo que puede tener un efecto en los perfiles de maduración (Wick y col., 2004).

El efecto del tratamiento con APH sobre los microorganismos depende de las condiciones de proceso (nivel de presión aplicada, tiempo de mantenimiento a la presión de trabajo, temperatura), de las características del alimento (composición, pH y actividad de agua) y del tipo de microorganismo (género, especie y cepa) (Cheftel y col., 1995; Huppertz y col., 2006). A diferencia de los sistemas modelos, en los alimentos las bacterias pueden recuperarse luego del tratamiento con APH, lo que frecuentemente es atribuido a un efecto protector por parte de la matriz alimentaria (Wick y col., 2004).

Actividad de enzimas proteolíticas y nivel de proteólisis

Se ha informado que la aplicación de un tratamiento APH en etapas tempranas de la maduración puede afectar los parámetros de maduración de los quesos a través de la modulación de las reacciones enzimáticas (Messens y col., 1999; O'Reilly y col., 2000). El rango en el cual la presurización puede pasar de mostrar efectos positivos a negativos en la actividad neta de una enzima depende no sólo de las características moleculares de la enzima y de la matriz alimentaria en la que se encuentra sino también de los otros componentes del sistema enzimático de interés (por ejemplo, de la presencia de precursores e inhibidores enzimáticos en la matriz alimentaria). En queso Reggiano, la actividad de la plasmina se incrementó por la aplicación de APH a 400 MPa durante 10 min. Esto no había sido informado previamente en ningún estudio. En cuanto a la actividad de la enzima coagulante residual, esta no se vio afectada por el tratamiento con APH, lo que coincide con lo informado en trabajos previos (Messens y col., 1999; Rynne y col., 2008).

Los indicadores de proteólisis evaluados demostraron que esta transformación bioquímica fue afectada por el tratamiento con APH. La fracción de nitrógeno soluble a pH 4,6 se incrementó en los quesos tratados a 400 MPa, independientemente del tiempo de tratamiento. Asimismo, en los perfiles de electroforesis estos quesos mostraron una mayor intensidad de las fracciones de α_{s1} -I y γ -caseínas especialmente a los 45 días de maduración. El aumento de la proteólisis primaria por efecto del tratamiento con APH también fue observado por otros autores en diferentes variedades de queso. En este sentido, Rynne y col. (2008) encontraron un comportamiento simi-

lar al observado en este trabajo en quesos Cheddar tratados a 400 MPa durante 10 min. También en otros trabajos, a presiones próximas a 400 MPa, se ha observado un incremento en la velocidad de la proteólisis primaria en queso de cabra (Saldo y col., 2000), queso de oveja (Juan y col., 2007) y queso Gouda (Messens y col., 2001). Asimismo, los perfiles peptídicos de las muestras tratadas a mayor presión se diferenciaron del resto, lo que evidenció una mayor proteólisis secundaria en los quesos tratados a 400 MPa. También se detectó un leve incremento en los niveles de aminoácidos libres totales con el aumento de la presión aplicada. Los resultados observados en los quesos tratados a 400 MPa sugieren una mayor actividad de peptidasas microbianas, lo que se correlaciona con la disminución de los recuentos iniciales y probable autólisis de los lactobacilos termófilos del fermento.

Textura, parámetros cromáticos y atributos sensoriales

La aplicación del tratamiento con aPH a quesos Reggianito tuvo una influencia significativa en los parámetros deformación y esfuerzo a la fractura. Ambos presentaron un valor mayor en los quesos tratados a 400 MPa al inicio de la maduración (independientemente del tiempo de mantenimiento de la presión). El efecto fue reversible ya que con el avance de la maduración no se conservó este efecto del tratamiento. En quesos Cheddar tratados a 400 MPa durante 10 min (Rynne y col., 2008) y en quesos de oveja tratados a 300 MPa durante 10 min (Juan y col., 2008) se observó el mismo incremento en estos parámetros. Sin embargo, sólo en los quesos Cheddar el efecto se mantuvo a lo largo de toda la maduración. Los mayores valores en los parámetros evaluados en los quesos inmediatamente luego del tratamiento a 400 MPa pueden deberse a un cambio conformacional en ese momento puntual que se revierte con el avance de la maduración, durante la cual se produce una re-orientación y/o formación de nuevas uniones lo que resulta en similares valores de los parámetros de textura en los quesos presurizados que en los controles. En este sentido, algunos investigadores plantearon que durante el tratamiento con aPH se producen cambios en el equilibrio entre el calcio libre (soluble) y el calcio unido a las caseínas (coloidal). Cuando los quesos se someten a presión, las asociaciones calcio-caseína se rompen y el calcio migra a la fase soluble. Cuando se libera la presión, el equilibrio se restablece pero las asociaciones entre las caseínas no resultan las mismas que las iniciales aunque, con el tiempo, las diferencias en textura entre los quesos tratados y no tratados disminuyen (Saldo y col., 2000).

Con respecto al análisis del perfil de textura (TPA), se observó un efecto en los parámetros elasticidad y cohesividad, presentando todos los quesos tratados a 400 MPa menores valores de estos parámetros a todos los tiempos de maduración analizados. Es probable que la disminución de estos parámetros en los quesos tratados con APH a la mayor presión, se relacione con la mayor proteólisis evidenciada en los mismos. Similar efecto en la elasticidad fue observado en quesos semiduros cuando se aplicaron presiones de 200 y 400 MPa (Koca y col., 2011) y en quesos de cabra tratados a 50 MPa durante 3 días (Saldo y col., 2001).

El tratamiento con APH no modificó los parámetros cromáticos. Del análisis de la literatura existente y de los resultados del trabajo realizado en queso Reggianito, surge que el efecto del tratamiento con APH sobre el color depende de las características particulares de cada tipo de queso y del tiempo de mantenimiento durante el cual se aplica el tratamiento.

Con respecto a la evaluación sensorial se observó que a los 45 días de maduración los quesos Reggianito tratados a 400 MPa durante 5 y 10 min tuvieron mayor intensidad para los atributos gusto salado y flavor típico y presentaron una menor intensidad para el atributo olor característico en comparación con el control y con las muestras tratadas a 100 MPa. En un estudio previo, en el cual se evaluaron los atributos sensoriales que caracterizan a un queso Reggianito maduro, se encontró que el flavor genuino y gusto salado fueron los más importantes (Ceruti y col., 2014). Por lo tanto, los atributos que caracterizan a un queso maduro fueron más intensos en los quesos tratados a 400 MPa a los 45 días de maduración que en los controles y los tratados a 100 MPa.

A través de este estudio, se puede concluir que la aplicación de un tratamiento con APH a 400 MPa a quesos Reggianito al inicio de la maduración permitió acelerar la maduración de los mismos, lo cual fue demostrado por un incremento de la proteólisis y peptidólisis en los quesos. Además, los quesos tratados a esa presión mostraron una aceleración en el desarrollo de los atributos sensoriales característicos de un queso maduro.

Referencias bibliográficas

- Calzada J.; del Olmo, A.; Picon, A.; Gaya, P. y Nuñez, M. (2014).** Effect of high-pressure-processing on the microbiology, proteolysis, texture and flavour of Brie cheese during cheese ripening and refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 37, 64–73.
- Ceruti, R. J.; Zorrilla, S.E.; Sabbag, N.G.; Costa, S.C. y Sihufe, G.A. (2014).** Effect of increased initial ripening temperature on the sensory characteristics of Reggiano cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 67, 1–8.
- Costabel, L.M. (2015).** Estrategias tecnológicas para el incremento de la proteólisis y peptidólisis de quesos duros (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional del Litoral.
- Costabel, L.M.; Bergamini, C.; Vaudagna, S.; Cuatrin, A.; Audero, G. y Hynes, E. (2016).** Effect of high-pressure treatment on hard cheese proteolysis. *Journal of Dairy Science*, 99, 4220–4232.
- Cheftel, J.C. (1995).** High-pressure, microbial inactivation and food preservation. *Food Science and Technology*, 1, 75–90.
- Huppertz, T.; Smiddy, M.; Upadhyay, V.K. y Kelly, A.L. (2006).** High-pressure-induced changes in bovine milk: a review. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 58–66.
- Hynes, E.R.; Aparo, L. y Candiotti, M.C. (2004).** Influence of residual milk-clotting enzyme on α -s1 casein hydrolysis during ripening of Reggiano Argentinian cheese. *Journal of Dairy Science*, 87, 565–573.
- Juan, B.; Ferragut, V.; Buffa, M.; Guamis, B. y Trujillo, A.J. (2007).** Effects of high pressure on proteolytic enzymes in cheese: relationship with the proteolysis of ewe milk cheese. *Journal of Dairy Science*, 90, 2113–2125.
- Juan, B.; Ferragut, V.; Guamis, B. y Trujillo, A.J. (2008).** The effects of high-pressure treatment at 300 MPa on ripening of ewe's milk cheese. *International Dairy Journal*, 18, 129–138.
- Koca, N.; Balasubramaniam, V.M. y Harper, W.J. (2011).** High-Pressure Effects on the Microstructure, Texture, and Color of White-Brined Cheese. *Journal of Food Science*, 76, 399–404.
- Martínez-Rodríguez, Y.; Acosta-Muñiz, C.; Olivas, G.I.; Guerrero-Beltrán, J.; Rodrigo-Aliaga, D. y Sepúlveda, D.R. (2012).** High Hydrostatic Pressure processing of cheese. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 399–416.
- Messens, W.; Estepas-García, J.; Dewettinck, K. y Huyghebaert, A. (1999).** Proteolysis of high-pressure-treated Gouda cheese. *International Dairy Journal*, 9, 775–782.
- Messens, W.; Foubert, I.; Dewettinck, K. y Huyghebaert, A. (2001).** Proteolysis of high-pressure-treated mould-ripened cheese. *Milchwissenschaft*, 56, 201–204.
- Moschopoulou, E.; Anisa, T.; Katsaros, G.; Taoukis, P. y Moatsou, G. (2010).** Application of high-pressure on ovine brined cheese: Effect on composition and microflora throughout ripening. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 11, 543–550.
- O'Reilly, C.E.; Kelly, A.L.; Murphy, P.M. y Beresford, T.P. (2001).** High-pressure treatment: applications to cheese manufacture and ripening. *Trends Food Science and Technology*, 12, 51–59.
- O'Reilly, C.E.; O'Connor, P.M.; Murphy, P.M.; Kelly, A.L. y Beresford, T.P. (2000).** The effect of exposure to pressure of 50 MPa on Cheddar ripening. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 1, 109–107.
- Ozturk, M.; Govindasamy-Lucey, S.; Jaeggi J.J.; Houck, K.; Johnson, M.E. y Lucey, J. A. (2013).** Effect of various high-pressure treatments on the properties of reduced-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96, 6792–6806.
- Rynne, N.M.; Beresford, T.P.; Guinee, T.P.; Sheehan, E.; Delahunty, C.M. y Kelly, A.L. (2008).** Effect of high-pressure treatment of 1 day-old full-fat Cheddar cheese on subsequent quality and ripening. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 9, 429–440.
- Saldo, J.; Sendra, E. y Guamis B. (2000).** High hydrostatic pressure for accelerating ripening of Goat's milk cheese: proteolysis and texture. *Journal of Food Science*, 65, 636–640.
- Saldo, J.; Sendra, E. y Guamis B. (2001).** Hard cheese structure after a high hydrostatic pressure treatment at 50 MPa for 72 h applied to cheese after brining. *Lait*, 81, 625–635.

- San Martín-González, M.F.; Rodríguez, J.J.; Gurram, S.; Clark, S.; Swanson, B.G. y Barbosa-Cánovas, G.V. (2007).** Yield, composition and rheological characteristics of cheddar cheese made with high pressure processed milk. *LWT -Food Science and Technology*, 40, 697–705.
- Voigt, D.D.; Chevalier, F.; Qian, M.C. y Kelly, A.L. (2010).** Effect of high-pressure treatment on microbiology, proteolysis, lipolysis and levels of flavour compounds in mature blue-veined cheese. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 11, 68–77.
- Wick, C.; Nienaber, U.; Anggraeni, O.; Shellhammer, T.H. y Courtney, P.D. (2004).** Texture proteolysis and viable lactic acid bacteria in commercial Cheddar cheeses treated with high pressure. *Journal of Dairy Research*, 71, 107–115.
- Yokohama, H.; Sawamura, N. y Motobayashi, N. (1992).** Method for accelerating cheese ripening. European patent application EP 0 469 857 A1.
- Zalazar, C.A.; Candiotti, M.; Mercanti, D.J.; Bergamini, C.V. y Meinardi, C. (2006).** Maduración acelerada. En Reinheimer J., Zalazar C. (Eds.). *Avances en Microbiología, Bioquímica y Tecnología de quesos*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL, 267–284.