

DESARROLLO DE UN SABORIZANTE DE LECHE CONDENSADA

Ariel G. Ortega^{1}, Jorge A. Pino^{1,2}, Milenis Rondón¹ y Laura C. Rodríguez²*

*¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao
km 3 ½, La Habana CP 17100, Cuba. E-mail: ariel@iia.edu.cu*

²Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Cuba.

Recibido: 02-05-2023 / Revisado: 05-08-2023 / Aceptado: 21-09-2023 / Publicado: 30-12-2023

RESUMEN

El saborizante de leche condensada aplicado en productos lácteos resulta un producto novedoso, de amplia aceptación y consumo por la población. Es por ello que el objetivo del trabajo fue desarrollar un sabor de leche condensada para batidos. El sabor leche condensada presentó 15 componentes para una concentración de 10,8 % m/m. El mayor porcentaje cualitativo y cuantitativo fue de los grupos químicos ésteres (δ -decalactona y δ -dodecalactona) y compuestos carbonílicos. Los compuestos que más aportan sensorialmente fueron γ -decalactona y δ -decalatona, 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona (furaneol) y 3-metilbutanal. La evaluación de la calidad sensorial del saborizante aplicado en batido a una dosis de 0,08 % fue de 4,3 que corresponde a una calificación de bueno.

Palabras clave: Sabor leche condensada, compuestos aromáticos, evaluación sensorial

ABSTRACT

Development of a sweetened condensed milk flavoring.

The sweetened condensed milk flavor applied to dairy products is a novel product, widely accepted and consumed by the population. The objective of the work was to develop a sweetened condensed milk flavor for smoothies. The sweetened condensed milk flavor presented 15 components for a concentration of 10.8% w/w. The highest qualitative and quantitative percentage was from the ester chemical groups (δ -decalactone and δ -dodecalactone) and carbonyl compounds. The compounds that contributed the most sensorially were γ -decalactone and δ -decalatone, 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone (furaneol) and 3-methylbutanal. The evaluation of the sensory quality of the sweetened condensed milk flavor applied in a shake at a dose of 0.08% was 4.3, which corresponds to a rating of good.

Keywords: sweetened condensed milk flavor, aromatic compounds, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

La leche condensada azucarada (LC) es uno de los productos industrializados más viejos de la leche. La composición de LC está regulada por el Codex Alimentarius y por la legislación de cada país. El Codex requiere un mínimo de 8% de grasa láctea y un mínimo de 28 % de sólidos totales de leche para la LC, incluyendo la grasa. El contenido de sacarosa en la LC en la práctica industrial se calcula como la relación sacarosa/(sacarosa+agua), y debe ser de aproximadamente 62,5 %, dando un contenido de sacarosa del 45 %. La leche condensada puede obtenerse a partir de leche entera o desnatada y constituye la mayor fuente de compuestos aromáticos presentes (1).

Los compuestos volátiles que contribuyeron al aroma y sabor de la leche de acuerdo con Karagül-Yüceer y colaboradores (2) fueron el 2,5-dimetil-4-hidroxi-3(2*H*)-furanona o furaneol (similar al azúcar quemado); ácido butanoico (rancio), 3-(metiltio)propanal o metional (similar a la papa hervida), *o*-aminoacetofenona (similar a la uva); δ -decalactona (dulce); (*E*)-4,5-epoxi-(*E*)-2-decenal (metálico), ácido pentanoico (sudoroso), 4,5-dimetil-3-hidroxi-2(5*H*)-furanona o sotolon (curry), vainillina (vainilla), 2-acetil-1-pirrolina y 2-acetil-2-tiazolina (similar a las palomitas de maíz), ácido hexanoico (similar al vinagre), ácido fenilacético (análogo a la rosa), ácido octanoico (céreo), nonanal (graso) y 1-octen-3-uno (hongo). Las intensidades del olor del furaneol, ácido butanoico, metional, *o*-aminoacetofenona, sotolon, vainillina, (*E*)-4,5-epoxi-(*E*)-2-decenal y ácido fenilacético fueron mayores en las muestras tratadas a altas temperaturas. Sin embargo, las intensidades de olor de las lactonas, 2-acetil-1-pirrolina y 2-acetil-2-tiazolina no se vieron afectadas por el tratamiento térmico. Los resultados de la evaluación sensorial también revelaron que los sabores generados por calor tienen

un gran impacto en el perfil de sabor de la leche descremada en polvo.

El estudio más completo en relación con los compuestos volátiles activos del olor de la leche condensada azucarada se debe a Shimoda (3). Los principales compuestos volátiles fueron 10 ácidos grasos, 14 lactonas, 10 cetonas, 13 hidrocarburos, 8 alcoholes, 4 aldehídos y 8 compuestos misceláneos. Entre los ácidos grasos, predominan ácidos grasos saturados con número par de carbonos, que tienen olores a mantequilla, leche, crema o cera. Entre las lactonas se destacan la δ -decalactona, γ - y δ -dodecalactona y δ -tetradecalactona. Entre las cetonas, resultan importantes la 2-heptanona, 2-nonanona, 2-undecanona y 2-tridecanona, mientras que la 2-heptanona presentó el menor valor umbral. El contenido de metilcetonas en la leche condensada fue bastante bajo, muy por debajo de los umbrales de sabor de la leche.

El desarrollo de un saborizante de LC, constituye un nuevo producto para la Planta de Aromas del IIIA, el mismo se podría aplicar en productos lácteos diversos como helados, batidos y leche saborizada. Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un sabor de leche condensada para batidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la fracción aromática del sabor fueron empleados aromáticos químicos comercializados de diversa naturaleza química tales como, aldehídos, cetonas, ésteres, ácidos y otros compuestos, de una pureza entre 95 y 97 %. El disolvente utilizado fue alcohol etílico clase A, de 95 % v/v. En general todos los compuestos utilizados son autorizados en alimentos por las autoridades sanitarias cubanas y reconocidas como seguros por la FDA y el Codex Alimentario.

Cada formulación se elaboró pesando 50 g del total de los compuestos que componen el sabor, efectuando ajustes cuantitativos y cualitativos mediante el método de evaluación

de olores sobre tiras olfativas (4). En cada preparación se pesó el disolvente en un vaso de precipitado, al cual se le añadieron las sustancias aromáticas siguiendo el orden establecido en la formulación. La mezcla de disolvente y sustancias aromáticas se agitó durante 10 min, hasta su total disolución. La preparación se mantuvo en reposo 24 h en un envase PET, debidamente tapado para estabilizar las presiones de vapor y reacciones químicas entre los constituyentes y con el disolvente, lo que permitió conformar el aroma.

Durante el desarrollo del saborizante se analizó la distribución cuantitativa por grupo químico y el aporte sensorial de cada componente a través del cálculo de los valores de actividad de olor (VAO) expresado en $\mu\text{g}/\text{kg}$ en agua, que corresponde al cociente entre la concentración del componente aromático (ppb) y su umbral de detección en agua (ppb) (5). El valor umbral fue obtenido de una base de datos desarrollado en el departamento de aromas que comprende la recopilación de valores umbrales de diferentes autores. En el análisis se consideró la dosis de saborizante aplicada en el producto final. Los valores previamente se llevaron a notación logarítmica para facilitar su análisis. Así, toda contribución mayor que cero indicará un aporte positivo del compuesto en el aroma.

La evaluación del sabor LC se realizó utilizando un panel de jueces adiestrados donde evaluaron olfativamente mediante tiras olfativas, compuestos aromáticos con matices lácteos (notas a crema, grasa, caramelizada, herbácea, pútrida y dulce) y degustación de productos lácteos con diferentes niveles de grasa (leche descremada, leche entera y leche condensada).

La evaluación de la intensidad del olor a LC se realizó mediante tiras olfativas y la evaluación del sabor se efectuó aplicando el producto en una mezcla para batido. El sabor y la mezcla se agitaron durante 30 min en un equipo con agitación y enfriamiento incorporado en la que se obtuvo un producto cremoso saborizado. En la evaluación del perfil de olor y sabor se utilizó una escala estructurada de intensidad de 10 cm definida en: ausente (0); muy ligero (2); ligero (4); moderado

(6); marcado (8) y muy marcado (10). En el procesamiento de los datos se calculó el valor medio y desviación estándar (6). El saborizante fue caracterizado con las determinaciones de apariencia, densidad relativa a 20 °C (7) e índice de refracción a 20 °C (8). Dentro de las mezclas complejas como los sabores la densidad y el índice de refracción son como «huella dactilar» y su desviación del valor nominal indica una adulteración ó composición errónea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se elaboraron 12 formulaciones logrando en esta última las características sensoriales definidas como patrón-objetivo de LC. El saborizante de código 2303 resultó el de mejor definición e intensidad de olor a leche condensada, lo que fue definido por la totalidad de los catadores en su evaluación olfativa. El saborizante desarrollado en este trabajo fue comparado con los compuestos volátiles identificados en la leche condensada (3). El análisis cualitativo y cuantitativo por componentes aromáticos agrupados en clases químicas se muestra en las Fig. 1 y 2.

En la Fig. 1 se observa un mayor porcentaje cualitativo de ésteres y compuestos carbonílicos. Entre los ésteres se destacan las lactonas como δ -decalactona y δ -dodecalactona. En el trabajo de Shimoda (3) también fueron mayoritarios estas lactonas incluido la δ -tetradecalactona. Estos compuestos tienen propiedades lechosas, mantecosas, cremosas y ligeramente frutales que recuerdan al melocotón y coco (9). En la mantequilla también forman parte de su composición (10) y en la creación de sabores pueden agregarse en pequeña cantidad a margarinas para simular sabor a crema. Entre los compuestos carbonílicos se destacan en el saborizante LC las metilcetonas como la 2-heptanona y 2-nonanona (similar a la leche caliente) que son notables en el sabor de la leche condensada (3).

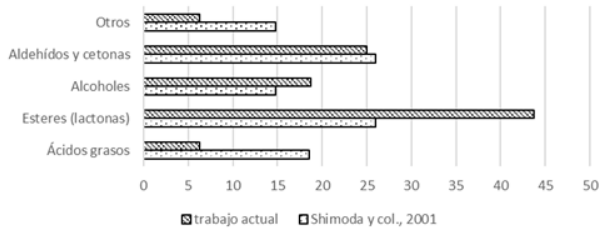


Fig. 1. Distribución cualitativa por grupos químicos.

En el trabajo de Shimoda (3), el grupo químico de mayor concentración fue de ácidos grasos en donde fueron mayoritarios el ácido dodecanoico y decanoico. En el caso del saborizante desarrollado se utilizó ácido decanoico como el componente mayoritario que a su vez constituyó el segundo grupo químico, este presentó un matiz sensorial de nota grasa, ceroso, característico de productos lácteos, aunque en niveles elevados por encima de su umbral puede brindar sabor rancio (11).

En el sabor LC los ésteres y aldehídos (Fig. 2) fueron los grupos químicos cuantitativamente mayoritarios. Entre los ésteres se adicionaron las lactonas δ -decalactona y δ -dodecalactona, también presentes en otro trabajo (3), y que presentan notas frutales a leche de coco y ligeramente dulce y se relaciona con el sabor a grasa láctea (9).

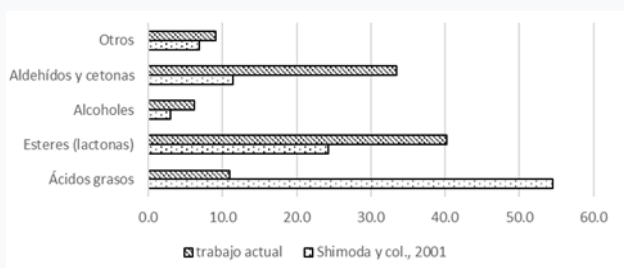


Fig. 2. Distribución cuantitativa por grupos químicos.

Los aldehídos y cetonas, son reportados (3) en un 11,4 % m/m y en el sabor LC fueron 33,4 % m/m, algunos son característicos en leche de diferentes animales (12-14). En el caso del nonanal, compuesto mayoritario (3); se considera en la leche cruda de búfala un compuesto de impacto (15). En el caso del 3-metilbutanal, de nota malteada; y que forma parte

del sabor LC, en concentración menor a 0,2 % m/m, es un aldehído de Strecker formados a partir de leucina y que ha sido anteriormente identificados en leche cruda, pasteurizada y UHT (16), así como en leche en polvo (17). La importancia de los aldehídos en el sabor de la leche difiere de una especie a otra y su empleo como ingrediente está dado por el interés creativo del saborista y aporte sensorial del mismo.

Las metilcetonas en la leche condensada se encuentran con 8,7 % m/m (3). Dentro de las metilcetonas la 2-heptanona, fue mayoritaria en leche condensada con 3,2 % m/m (3) mientras en el sabor desarrollado su concentración también fue elevada (6,6 % m/m). Este compuesto se utiliza como marcador para el tratamiento térmico (18, 19).

En el trabajo de Shimoda (3) se identificaron 13 hidrocarburos para un 6,7 % m/m; estos compuestos no están presentes en el sabor LC ya que no se consideró que aporten al aroma de leche condensada debido a sus notas aromáticas además de sus bajas concentraciones y altos umbrales de percepción (12). La importancia de cada odorante en el sabor según la dosis de saborizante utilizada, se muestra la Fig. 3.

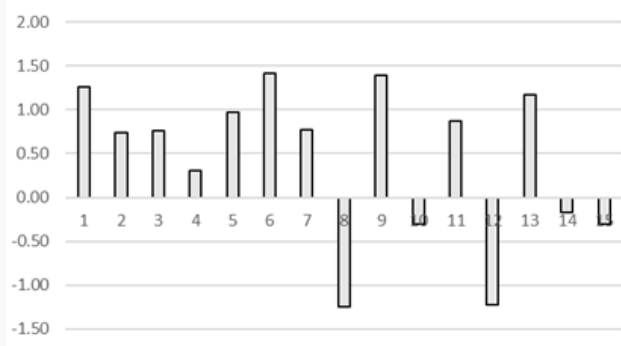


Fig. 3. Valor de actividad de olor (VAO) para el sabor LC.

En la Fig. 3 se muestran los valores de actividad de olor de los 15 componentes aromáticos que integran el sabor a leche condensada para una concentración de 10,8 % m/m. Un sabor deseable de LC requeriría que los principales compuestos que están en concentraciones apropiadas no generen sabores indeseables o atípicos. Los compuestos volátiles de mayor contribución son el 1, 6, 9 y 13 que corresponden a la γ -

decalactona y δ -decalatona, furaneol y 3-metilbutanal. En el caso de las lactonas, en un trabajo publicado (20) se encontró que la δ -decalactona y γ -dodecalactona dieron propiedades de olor dulce que recuerda la leche de coco y leche en polvo. Las lactonas se forman por hidrólisis de ácidos hidroxilados a partir de triglicéridos y aumentan su concentración con el tratamiento térmico de la leche (21). Mientras que el furaneol contribuye al aroma y sabor de la leche en polvo y es responsable de una nota a caramelo del producto final (2).

Los compuestos 8, 10, 12, 14 y 15 que presentan un VAO negativo (Fig. 3), constituyen cualitativamente un 31 % m/m del sabor y son aparentemente los de menor contribución sensorial. Los autores de este trabajo consideran que la adición en la matriz del alimento de niveles subumbrales de diferentes compuestos, tienen impacto significativo en el sabor y por consiguiente en el aroma del alimento, mediante procesos integradores como la sinergia en los sentidos químicos (olor) y sabor, donde la intensidad de la percepción de la mezcla es mayor que la suma de las intensidades de percepción del aroma de cada componente. Se ha demostrado sinergia, entre el sabor salado (umami) del glutamato monosodio y ciertos ribonucleótidos y entre algunos compuestos dulces, pero ahora ocurre también en el olfato y en el gusto (22-34).

El perfil de olor y sabor del saborizante LC se muestran en las Fig. 4. En el perfil del olor se observó una marcada intensidad de la nota láctea considerado un aroma característico, las intensidades de los olores a grasa, cocido y dulce fueron ligeras y constituyen notas de contribución mientras fue muy ligera la nota malteada como matiz diferencial incorporado por el saborista. En el perfil del sabor, los catadores refieren que el batido con sabor a leche condensada, con dosis de 0,8 mL/L, presenta una intensidad de sabor lácteo marcado, mientras que se definió una intensidad moderada de notas caramelizadas y dulce y de muy ligera resultó las notas a grasa y malteada, lo que se corresponde a las características sensoriales diseñadas para este tipo de aroma.

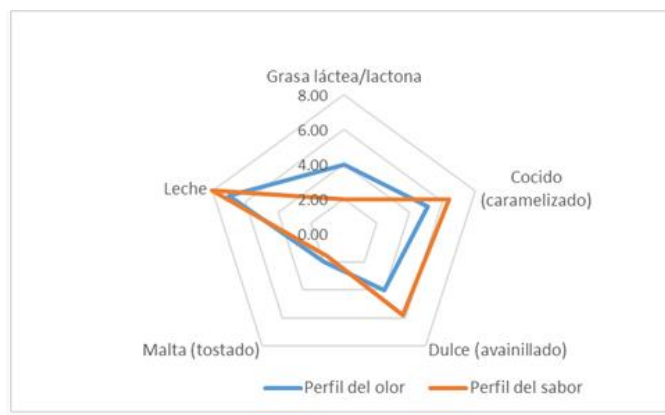


Fig. 4. Perfil de olor y sabor del sabor LC.

La evaluación de la calidad sensorial del saborizante de LC aplicado en mezcla para batido a una dosis de 0,08 % obtuvo una puntuación media (desviación estándar) de 4,3 (0,4) que corresponde a una calificación de la calidad de bueno. La Tabla 1 presenta los promedios de la caracterización física, química y sensorial del saborizante desarrollado.

Tabla 1. Caracterización del saborizante de LC.

| Característica | Resultado |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Apariencia | Amarillo pálido |
| Sabor | Característico a leche condensada |
| Densidad a 20 °C (g/mL) | 0,8270 (0,001) |
| Índice de refracción a 20 °C | 1,3685 (0,002) |

n=3 *Valor medio (desviación estándar)

El saborizante no presentó turbidez, partículas en suspensión ni sedimentos, durante su formulación, tiempo de reposo y en su aplicación, mostrando todos sus componentes solubles y un sabor característico. El porcentaje de etanol fue mayor a un 70 % m/m, lo que inhibe el crecimiento microbiano.

CONCLUSIONES

El saborizante de leche condensada presentó 15 componentes para una concentración de 10,8 % m/m. El mayor porcentaje cualitativo y cuantitativo fue de ésteres y compuestos carbonílicos. Entre los ésteres se destacan las lactonas como δ -decalactona y δ -dodecalactona. Los compuestos que más aportan sensorialmente son γ -decalactona y δ -decalatona, 4-

hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona y 3-metilbutanal. La evaluación de la calidad sensorial del saborizante aplicado en batido a una dosis de 0,08 % obtuvo una puntuación media de 4,3 que corresponde a una calificación de la calidad de bueno.

REFERENCIAS

- Nieuwenhuijse J. Sweetened Condensed Milk. En: Reference Module in Food Science. 1. ed. [s.l.] Elsevier Ltd, 2016:869-73.
2. Karagül-Yüceer Y, Drake M, Cadwallader K. Aroma active components of nonfat dry milk. *J Agric Food Chem* 2001; 49(6):2948-53.
 3. Shimoda M, Yoshimura Y, Yoshimura T, Noda K, Osajima Y. Volatile flavor compounds of sweetened condensed milk. *J Food Sci* 2001; 66(6):804-7.
 4. NC ISO 5496. Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de evaluadores en la detección y reconocimiento de olores (ISO 5496: 1992/MOD: 2018, IDT). Cuba; 2021.
 5. Grosch W. Evaluation of the key odorants of foods by dilution experiments, aroma models and omission. *Chem. Senses* 2001; 26(5):533-45.
 6. Zamora E, Duarte C. Metodología para el control de la calidad de los aromas, en CICTA VI, marzo, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, 1998.
 7. NC-ISO 279. Determinación de la densidad relativa en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2003.
 8. NC-ISO 280. Determinación del índice de refracción en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2004.
 9. Burdock GA. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients 2010; Boca Raton, Fl., CRC Press 1-145.
 10. Mallia S, Escher F, Schlichtherle-Cerny H. Aroma-active compounds of butter: a review. *Eur Food Res Technol* 2008; 226(3):315-25.
 11. Carunchia E, Drake A. Flavor characteristics of goat milk and other minor species milk products. In: Handbook of Milk of Non-bovine Mammals (eds Y.W. Park & G.F.W. Haenlein) 2006, Blackwell Publishing Professional, Ames, IA 107-13.
 12. Moio L, Dekimpe J, Etievant P, Addeo F. Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. *J Dairy Res* 1993; 60(2):199-214.
 13. Moio L, Rillo L, Ledda A, Addeo F. Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet. *J Dairy Sci* 1996; 79(8):1322-31.
 14. Toso B, Procida G, Stefanon B. Determination of volatile compounds in cows' milk using headspace GC-MS. *J Dairy Res* 2002; 69(4):569-77.
 15. Moio L, Langlois D, Etievant, P, Addeo F. Powerful odorants in bovine, ovine, caprine and water buffalo milk determined by means of gas-chromatography-olfactometry. *J Dairy Res* 1993; 60(2):215-7.
 16. Vazquez-Landaverde A, Velazquez G, Torres J, Qian M. Quantitative determination of thermally derived off-flavor compounds in milk using solid-phase microextraction and gas chromatography. *J. Dairy Sci* 2005; 88(11):3764-72.
 17. Lloyd A, Drake A, Gerard P. Flavor Variability and Flavor Stability of 637 U.S.-Produced Whole Milk Powder. *J Food Sci* 2009; 74(7):334-9.
 18. Contarini G, Povo M. Volatile fraction of milk: comparison between purge and trap and solid phase microextraction techniques. *J Agric Food Chem* 2002; 50:7350-5.
 19. Avalli A, Povo M, Carminati D, Contarini G. Significance of 2-heptanone in evaluating the effect of microfiltration/pasteurisation applied to goats' milk. *Int Dairy J* 2004; 14(10):915-21.
 20. Karagül-Yüceer Y, Cadwallader K, Drake M. Volatile flavour components of stored nonfat dry milk. *J Agric Food Chem* 2002; 50:305-12.

21. Reineccius G. Changes in food flavor due to processing. *Flavor Chemistry and Technology* (2nd ed.) 2006; CRC Press, Boca Raton, FL, USA 103-34.
22. Dalton P, Doolittle N, Nagata H, Breslin P. The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell. *Nat Neurosci* 2000; 3(5):431-3.
23. Bult J, Schifferstein H, Roozen J, Voragen A, Kroeze J. The influence of olfactory concept on the probability of detecting sub- and peri-threshold components in a mixture of odorants. *Chem Senses* 2001; 26(5):459-69.
24. Duchamp-Viret P, Duchamp A, Chaput M. Single olfactory sensory neurons simultaneously integrate the components of an odour mixture. *Eur J Neurosci* 2003; 18(10):2690-6.
25. Atanasova B, Thomas-Danguin T, Chabanet C, Langlois D, Nicklaus S, Etiévant P. Perceptual interactions in odour mixtures: Odour quality in binary mixtures of woody and fruity wine odorants. *Chem. Senses* 2005; 30(3):209-18.
26. Kay L, Crk T, Thorngate J. A redefinition of odor mixture quality. *Behav Neurosci.*2005; 119(3):726-33.
27. Zou Z, Buck I. Combinatorial effects of odorant mixes in olfactory cortex. *Science* 2006; 311(5766):1477-81.
28. Labbe D, Rytz A, Morgenegg C, Ali S, Martin N. Subthreshold olfactory stimulation can enhance sweetness. *Chem Senses* 2007; 32(3):205-9.
29. McCabe C, Rolls E. Umami: A delicious flavor formed by convergence of taste and olfactory pathways in the human brain. *Eur.J Neurosci* 2007; 25(6):1855-64.
30. Miyazawa T, Gallagher M, Preti G, Wise P. Synergistic mixture interactions in detection of perithreshold odors by humans. *Chem Senses* 2008; 33(4):363-9.
31. Miyazawa T, Gallagher M, Preti G, Wise P. The impact of subthreshold carboxylic acids on the odor intensity of suprathreshold flavor compounds. *Chem Percept* 2008; 1(3):163-67.
32. Ryan D, Prenzler P, Saliba A, Scollary G. The significance of low impact odorants in global odour perception. *Trends Food Sci. Technol.* 2008; 19(7):383-9.
33. Gottfried J. Function follows form: Ecological constraints on odor codes and olfactory percepts. *Curr Opin Neurobiol* 2009; 19(4):422-9.
34. Miyazawa T, Gallagher M, Preti G, Wise P. Psychometric functions for ternary odor mixtures and their unmixed components. *Chem Senses* 2009; 34 (9):753-61.