

La calidad de los alimentos producidos orgánicamente

Ewa Rembiałkowska, Aneta Załęcka,
Maciej Badowski and Angelika Ploeger
Información adicional disponible al final del capítulo

<http://dx.doi.org/10.5772/54525>

Publicado on line en noviembre de 2012
Traducido por el Ing. Agr. Facundo Soria

1. Introducción

La agricultura orgánica comenzó a desarrollarse en el mundo moderno como una respuesta a la agricultura intensificada e industrial, el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas químicos, la introducción de monocultivos en grandes áreas, la separación de la cría de animales de la producción vegetal y el uso de maquinaria pesada. Todo esto llevó a la degradación del medio ambiente por un lado, y al exceso de producción de alimentos por el otro. Al mismo tiempo la calidad de los alimentos disminuye continuamente respecto a su valor nutricional, siendo también un efecto en los alimentos con fuertemente desarrollo tecnológico.

Las regulaciones específicas que determinan las condiciones de producción de los cultivos y animales orgánicos son muy estrictas, lo cual se traduce en una alta calidad de los productos agrícolas. Lo mismo se aplica para el procesamiento de este tipo de alimentos, si bien las técnicas propiamente dichas no están reguladas hasta ahora (sólo unas pocas, como la radiación y modificaciones genéticas, están prohibidas en la elaboración de alimentos orgánicos). Mientras que el procesamiento convencional se basa en varios cientos de tipos diferentes de aditivos alimentarios (colorantes, estabilizantes, potenciadores, etc.), el procesamiento de alimentos orgánicos permite sólo pocas docenas de aditivos, que generalmente son sustancias naturales. Esta es una situación particularmente difícil para los agricultores orgánicos, que están obligados a mantener la calidad de sus productos sin utilizar productos químicos. Sin embargo, la salud de los consumidores es esencial.

2. Calidad de los alimentos

La calidad de los alimentos es un tema de mucho debate, que da lugar a diferentes definiciones de este término. La definición de calidad de los alimentos está en constante cambio. Inicialmente estuvo representada por los parámetros cuantitativos/mensurables. Hoy en día es más popular el enfoque integral al problema de la calidad. Vogtmann (1991) adoptó un enfoque para la evaluación de la calidad de los alimentos incluyendo criterios analíticos y holísticos. Según este enfoque, la evaluación de calidad de los alimentos orgánicos debe centrarse en todos los aspectos y diferentes puntos de vista, es decir, de manera holística. Kahl et al., (2010a) analizaron el estado actual de la calidad orgánica de los alimentos en relación con los posibles “claims” (frases de rotulados). Ellos llegaron a la conclusión de que un modelo es olvidado, lo cual puede aplicarse tanto a la investigación científica como en las prácticas. Además identificaron una brecha entre las expectativas de los consumidores sobre la calidad de la comida y lo que se puede garantizar por las regulaciones. Recientemente Kahl et al., (2012) publicaron un modelo para calidad de alimentos orgánicos, tomando en cuenta un transfondo conceptual consistente con diferentes fuentes (históricas) como las normas de IFOAM, los Reglamentos de la CEE y la comprensión de los

consumidores. Una parte central de este modelo es la evaluación, que debería tomarse en diferentes niveles. Como parte esencial, la calidad de la comida orgánica está constituida por los productos y los aspectos relacionados con el proceso, que puede ser descrito por criterios y medido por parámetros. Esta visión holística o sistémica incluye diferentes criterios juntos: valor tecnológico, valor nutricional, valor sensorial, así como indicadores biológicos y valores éticos.

El valor tecnológico se refiere a las características distintivas de los productos alimenticios en función de las necesidades de diferentes grupos de interés. Para los eslabones de la cadena de producción de alimentos (productores, transformadores, distribuidores y consumidores) existen diferentes características que pueden resultar en parámetros importantes, dependiendo de la finalidad específica para la que el producto alimenticio está destinado.

La calidad sensorial está representada por un conjunto de características evaluadas por los seres humanos mediante el uso de pruebas estandarizadas, basadas en los sentidos humanos: el gusto, el olfato, el tacto, la vista y el oído. Entre estos criterios, el aspecto juega un papel importante en la evaluación de las materias primas y de los productos terminados, junto con otras características organolépticas como el sabor, el olor o la textura. La calidad sensorial es de gran importancia ya que afecta el proceso de elección en la compra de alimentos. La evaluación sensorial de los productos alimenticios se basa en dos métodos principales. La primera de ellas consiste en evaluar la conveniencia, aceptación y preferencias de los consumidores en las llamadas "pruebas de consumo". El segundo método evalúa el producto basado en criterios definidos y por una persona especialmente capacitada (el llamado "panel sensorial"). Los resultados son analizados estadísticamente.

El valor nutricional puede ser considerado tanto como el contenido mínimo de contaminantes de los alimentos (residuos de plaguicidas, residuos, nitratos, metales pesados, etc.), como el contenido óptimo de ingredientes valiosos (vitaminas, elementos minerales, proteínas, etc.).

Curiosamente la calidad de los alimentos orgánicos se mide principalmente por el único estándar de detección a través de métodos analíticos. Con el fin de seguir la visión holística de la agricultura, también la evaluación de los alimentos debe ser más holístico que reduccionista. Kahl et al., (2010 b) han discutido varios enfoques y métodos para este propósito. Así, el método de bio-cristalización parece ser más alentador en esta dirección (Kahl et al., 2009, Szulc et al., 2010, Busscher et al., 2010a, b).

Otra cuestión, relacionada con la calidad de los alimentos orgánicos está relacionada con la autenticidad de esta comida. Autenticidad puede entenderse de dos maneras: la primera está representada por el sentido de "producto trazable" o producto con trazabilidad, cuando es posible verificar si las características del producto en realidad corresponden a las características que se le atribuyen. Por ejemplo, las investigaciones realizadas para determinar si los productos ofrecidos en el mercado como orgánicos realmente provienen de la producción orgánica (Kahl et al., 2010b). Por lo tanto, es necesario encontrar métodos que permitan el rastreo de toda la "historia del producto" de una manera rápida y sencilla. Sería una herramienta eficaz para el control de los productos ofrecidos en el mercado. Un proyecto europeo, trayendo varios enfoques que está trabajando en el tema es:

([www.http://www.coreorganic2.org/Upload/CoreOrganic2/Document/Leaflet_AuthenticFood_2012.pdf](http://www.coreorganic2.org/Upload/CoreOrganic2/Document/Leaflet_AuthenticFood_2012.pdf)); y el segundo enfoque de autenticidad puede entenderse como un contrapeso a la tendencia creciente de los alimentos a la globalización. Cada vez más personas buscan comida de fuentes seguras, producido localmente por buenos productores/procesadores. Hoy en día, los alimentos son transportados desde largas distancias, desde el lugar de producción, o de procesamiento, hasta el punto de venta. Como resultado, los consumidores buscan productos con menor grado de procesamiento, derivados de fuentes seguras conocidas y tratan de comprar localmente, en lo

posible directamente del agricultor. La distancia promedio del transporte de alimentos desde el lugar de producción al lugar de consumo en Estados Unidos es de aproximadamente 2.000 km (Wilkins y Gussow, 1997). Hay estudios científicos que demuestran que es posible satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores del Estado de Nueva York, basadas principalmente en los alimentos producidos localmente. Por otro lado, la agricultura local en este estado desapareció casi por completo, aunque la mayoría de los consumidores de allí consideran como mejores las variedades locales de hortalizas y frutas (Wilkins y Gussow, 1997). La oposición activa contra la globalización alimentaria está representada por el movimiento llamado "slow food", siendo la contraparte de la denominada "comida rápida" o "fast food".

El valor biológico define el impacto de los alimentos en la salud humana. Este criterio se basa en un enfoque holístico de la calidad de los alimentos y en la creencia de que el conocimiento de la composición química de los alimentos no es suficiente para determinar la relación entre su consumo y la salud humana. Al mismo tiempo se entiende la salud no sólo como la ausencia de enfermedad, sino también como el bienestar, la fertilidad y la vitalidad. Hasta ahora, diversos estudios científicos se han realizado con respecto a este tema, pero sólo en animales de laboratorio (ratones, ratas y conejos). Debido a muchos obstáculos de tipo formal, logístico y económico, muy pocos de ellos evalúan el impacto directo de los alimentos orgánicos en la salud humana.

El valor ético de la calidad de los alimentos comprenden tres aspectos: el aspecto ambiental, el aspecto socio-económico y el bienestar animal.

Uno de los principales factores que determinan la calidad de los productos es la calidad del medio ambiente. Podemos esperar la mejor calidad de los cultivos sólo donde el aire, el suelo, y el agua superficial y sub-superficial cumplan con los estándares de calidad requeridos. Disposiciones legales sobre la agricultura orgánica no proporcionan orientación específica sobre la definición de la calidad del medio ambiente agrícola donde la producción orgánica puede tener lugar. Sin embargo, las directrices elaboradas por diversas asociaciones de la agricultura orgánica pueden especificar los requisitos en este campo. Los agricultores orgánicos están obligados a mantener el ambiente en buen estado y deben tratar de apoyar el enfoque de ciclo cerrado. Los métodos de producción orgánica se centran en la protección de todos los componentes del medio ambiente contra la presión de las técnicas agrícolas. El impacto ambiental de la agricultura orgánica y de la agricultura convencional fue investigado por Tyburski y Zakowska-Biemans (2007). Los autores señalan que la agricultura orgánica consume menos energía, lo cual es de gran importancia. Hoy en día, cuando el mundo se centra en una crisis de energía, la agricultura orgánica logra menores tasas de consumo de energía, ya que no se aplican fertilizantes y pesticidas químicos, cuya producción requiere insumos de alta energía. Además, una alta energía conduce a grandes emisiones de gases de efecto invernadero, siendo la agricultura convencional es una gran fuente de emisión de los mismos. Por lo tanto, la producción vegetal orgánica contribuye de manera significativa a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, la agricultura convencional genera eutrofización y contaminación de recursos hídricos, en general debido al uso de pesticidas (Tyburski y Zakowska-Biemans, 2007). La diversidad biológica como consecuencia de la complejidad espacial del paisaje agrícola orgánico admite tres funciones importantes: una función ecológica, que es mantener la diversidad biológica y la homeostasis; la función de producción, basado en la prevención, en lugar de luchar contra enfermedades y plagas; y la función de la salud y el bienestar, que resulta del hecho de que los seres humanos son una parte integral del medio ambiente y pueden existir sólo a través de la armoniosa convivencia con la naturaleza. El contacto con la naturaleza es esencial para la salud mental, y la salud mental es la base de la salud física.

La elección de los productos agrícolas, que se producen, procesan y venden en condiciones de igualdad y justicia social se está convirtiendo cada vez más popular entre los consumidores de la UE. Los llamados principios de "comercio justo", implementado dentro de los países en desarrollo

son muy importantes. Boicoteando empresas que no siguen las reglas socioeconómicas, los consumidores pueden tener un impacto positivo en la reducción de las desigualdades sociales, que son comunes en la producción, transformación y venta de productos agrícolas en los países tropicales. Los consumidores tienen la opción debido al amplio acceso a la información sobre empresas en el mercado de comercio de alimentos.

Por otra parte, los consumidores conscientes del medio ambiente están ahora cada vez más convencidos de que los métodos de cría de animales son importantes incluso en la toma de decisiones acerca de la compra productos alimenticios. La razón es el sufrimiento de los animales, que es un resultado de muy inadecuadas condiciones de la cría de animales (hacinamiento, agresión, enfermedad).

3. Productos de origen vegetal

3.1. Las sustancias nocivas

Los pesticidas son un grupo de compuestos sintéticos que no ocurren en la naturaleza, y se introducen en el medio ambiente por una decisión humana deliberada. El uso de plaguicidas puede aumentar la rentabilidad de los cultivos, protegiéndolos contra las plagas y enfermedades. Sin embargo, la aplicación de productos químicos no afecta sólo a los organismos plaga. Sus residuos se acumulan en las plantas y se mueven a lo largo de la cadena alimentaria, incluyendo el cuerpo humano. Dependiendo de la dosis consumida por un hombre con comida contaminada, las consecuencias incluyen diversos efectos sobre la salud. A fin de reducir el impacto adverso de los plaguicidas sobre la salud humana, se ha establecido un límite máximo de residuos (LMR) de plaguicidas, que pueden estar presentes en los alimentos. Este LMR se establece en base a pruebas en ratas. Se cree que el consumo de pesticidas por debajo del LMR no impone un riesgo para la salud. Sin embargo, se sabe o sospecha que los pesticidas, incluso en bajas concentraciones, son causa de muchas enfermedades y problemas de salud, incluyendo defectos de nacimiento y cáncer (BMA, 1992; Howard, 2005). El problema principal es que los LMR de plaguicidas se determinan generalmente por medio de pruebas de sustancias activas individuales (por cada una) en ratas durante un período relativamente corto de tiempo. Casi nada se sabe sobre los efectos del consumo de un conjunto de cientos de diferentes pesticidas durante toda la vida y las acciones asociadas resultantes de mezclas sinérgicas de pesticidas. Esta reacción se denomina en la literatura como un "efecto cóctel". Según Howard (2005), la forma más recomendada para protegerse es evitar el consumo de todos estos plaguicidas, especialmente en el caso de mujeres embarazadas, madres lactantes y niños pequeños hasta los 3 años. Entre 1994 y 1999 Baker et al., (2002) analizaron en los EE.UU. las frutas y hortalizas de los tres tipos de producción (orgánica, integrada y convencional) para evaluar el contenido de residuos de plaguicidas. De acuerdo a sus resultados, el porcentaje de cultivos orgánicos con una presencia conocida de residuos de plaguicidas era aproximadamente tres veces menor en comparación con los cultivos convencionales, y cerca de dos veces más bajos en comparación con las materias primas procedentes de la agricultura integrada (ver Figura 1). La mayoría de las muestras que se encontraron con residuos de plaguicidas fueron en apio, espinacas, peras y manzanas convencionales.

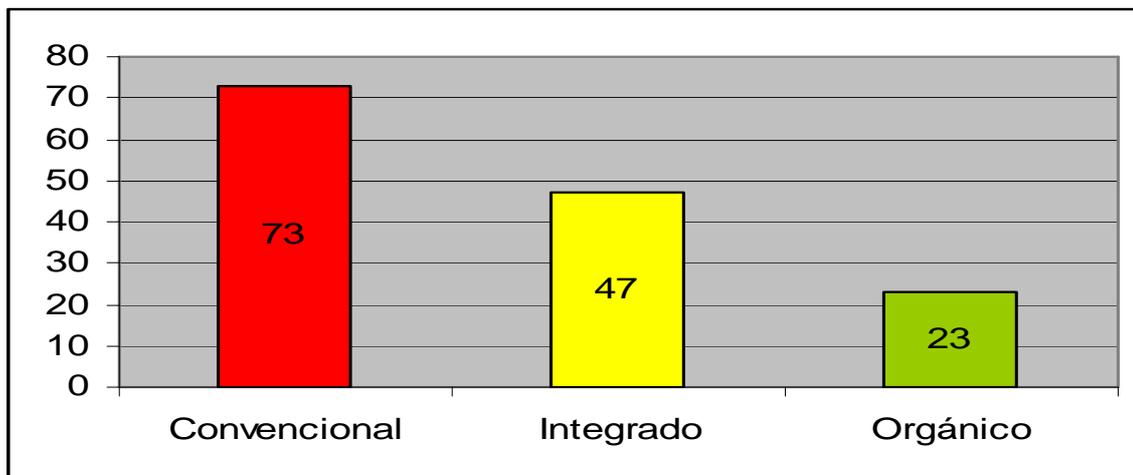


Figura 1. Comparación del contenido de residuos de plaguicidas en alimentos en EE.UU bajo distintas modalidades de cultivo (en %) (Baker et al., 2002)

Según Lairon (2010), quien revisó los informes de la Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria y otros estudios recientes, del 94 al 100 % de los alimentos orgánicos no contienen residuos de plaguicidas. Entre 1995-2001 una encuesta similar se llevó a cabo en Bélgica. Los resultados revelaron que el porcentaje de cultivos orgánicos contaminados con pesticidas fue de 12%, mientras que en el caso de los convencionales este porcentaje alcanzó el 49% de los cultivos (AFSCA-FAVV, 2001). La investigación llevada a cabo en Polonia dio un resultado sorprendente, ya que los porcentajes más altos de los cultivos que contienen residuos de plaguicidas se encontraron en la agricultura integrada, es decir, el 47% (2005) y el 48% (2006). La agricultura convencional presentó el estado intermedio entre los otros dos sistemas de producción, de 28% (2005) y 21% (2006). Los cultivos orgánicos fueron contaminados a un nivel de 5% (2005) y 7% (2006), siendo los más bajos entre los tres sistemas. Los residuos detectados de plaguicidas en frutas y verduras orgánicas que resultan de un uso no autorizado (Gnusowski y Nowacka, 2007), indica que el sistema de control es imperfecto a nivel de las explotaciones orgánicas llevadas a cabo por los organismos de certificación. Tal situación no solo se produce en Polonia, sino en todos los países del mundo. Cabe señalar que estos casos son raros y en materias primas orgánicas generalmente los residuos presentes de plaguicidas son muy inferiores en nivel de comparación con los convencionales. Por lo tanto, se espera que una dieta basada en productos orgánicos resultará en niveles más bajos de pesticidas en la leche materna y los tejidos humanos. Algunos estudios apoyan esta hipótesis. Se encontró en Francia que los residuos de pesticidas en leche materna humana disminuyeron significativamente con el aumento de la ración de alimentos orgánicos (del 25% al 80%) en la dieta diaria de las mujeres en periodo de lactancia (Aubert, 1987). Resultados similares fueron obtenidos al comparar el contenido de residuos de plaguicidas organofosforados en sangre y orina de niños alimentados orgánicamente vs convencional (Curl et al., 2003). Los fluidos corporales de los niños con dieta convencional contenían seis veces más residuos de pesticidas que los niños con dieta orgánica. Estos resultados indican que el consumo de productos orgánicos puede reducir significativamente el riesgo de exceso de ingesta de plaguicidas con alimentos y por lo tanto mejorar la salud pública.

Cada año, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publica un informe sobre el seguimiento de la contaminación por pesticidas en la comida de mercado en los 27 estados

miembros de la Unión Europea y dos países de la AELC (Noruega e Islandia). Durante varios años, el informe también ha incluido los estudios sobre los alimentos orgánicos. Según el informe de 2007, el porcentaje de productos alimenticios orgánicos que contienen residuos de plaguicidas en niveles superiores al valor LMR fue mucho menor que para los productos convencionales. Un resultado similar se obtuvo en 2008 (Figura 2).

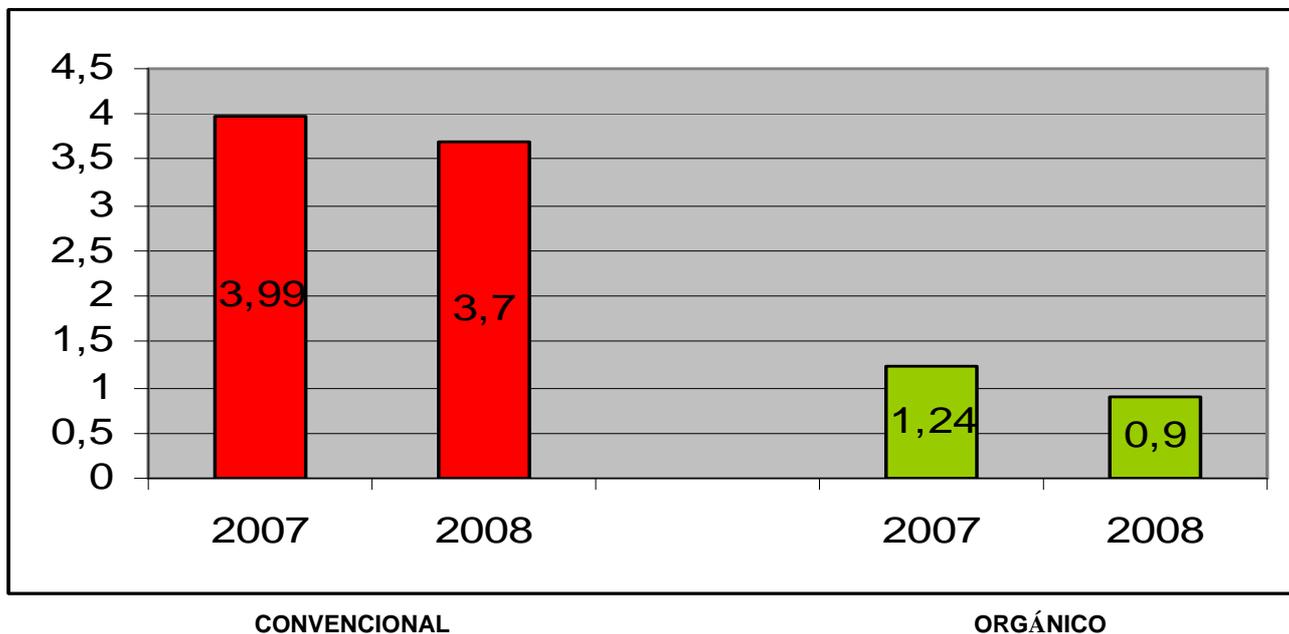


Figura 2. Comparación de muestras con residuos de plaguicidas por encima de los LMR en alimentos en Europa bajo distintas modalidades de cultivo (%) (EFSA, 2009; 2010)

Una serie de estudios indican claramente un mayor contenido de nitratos y nitritos en los cultivos producidos en forma convencional en comparación con los orgánicos. Según Lairon (2010) las verduras orgánicas parecen contener niveles 50 % más bajos de nitritos en comparación con las convencionales. Este es el resultado del tratamiento con fertilizantes nitrogenados sintéticos, fácilmente solubles, los cuales son absorbidos en grandes cantidades a través del sistema radicular y que conduce a la acumulación de los nitratos en las hojas y otros órganos de la planta. El sistema orgánico permite el uso de fertilizantes orgánicos, que también aportan nitrógeno, pero en otra forma, más ligado a compuestos orgánicos. Cuando alcanzan el suelo, estos fertilizantes orgánicos comienzan a ser descompuestos por los microorganismos del suelo y otros organismos resultando en un complejo compuesto orgánico-mineral denominado humus. Las plantas obtienen el nitrógeno del humus sólo cuando lo necesitan, por lo que hay pocas posibilidades de acumulación excesiva de nitratos en los órganos de la planta (Vogtmann, 1985). Esto es importante para la salud humana debido a que los nitratos se convierten en nitritos, que pueden causar una peligrosa condición de salud conocida como metahemoglobinemia en el caso de los lactantes, los niños pequeños y las personas mayores (Mirvish, 1993). Además, el nitrito puede reaccionar con aminas para formar nitrosaminas carcinogénicas y mutagénicas, causando cánceres gastrointestinales y leucemia (Szponar y Kierzkowska, 1990). Este proceso no es peligroso sólo para los niños sino también para los adultos de cualquier edad. Muchos autores compararon el contenido de nitrato de los cultivos convencionales vs orgánicos en las siguientes especies: repollo blanco (Wawrzyniak y al., 2004; Rutkowska, 1999; Rembiałkowska, 2000), la col roja (Rutkowska, 1999), patatas (Hajslova et al, 2005;. Rembiałkowska, 2000; Rembiałkowska, 1998), lechuga (Guadagnin et al, 2005), remolacha (Leszczyńska, 1996; Rembiałkowska, 2000), perejil (Rutkowska, 1999), zanahoria (Rembiałkowska, 1998; Rutkowska, 1999; Rembiałkowska, 2000), apio (Wawrzyniak et al., 2004), pac choy o col china (Wawrzyniak et al., 2004). Después de elaborar un promedio de los resultados de los estudios y la aplicación de una fórmula de Worthington (2001): $(CONVORG) / ORG \times 100\%$, los cultivos convencionales contienen un promedio de 148.39% más de nitrato que los

cultivos orgánicos. Se encontró que los altos niveles de nitratos en las remolachas rojas, se debe a que las mismas presentan la tendencia de acumular nitratos en las raíces. Por lo tanto, a pesar de su alto valor nutritivo debemos prestar especial atención al sistema de producción, siendo la opción orgánica la mejor en este sentido. Los datos presentados anteriormente proporcionan una base para concluir que el sistema orgánico ayuda para reducir la ingesta de nitratos y nitritos por el cuerpo humano.

Los metales pesados como el cadmio, el plomo, el arsénico, el mercurio y el zinc se introducen en la cadena alimentaria desde varias fuentes: industria, transporte, residuos urbanos y la agricultura. Por ejemplo, los fertilizantes de fosfato mineral utilizado en la agricultura convencional pueden introducir cadmio en cultivos vegetales, así como la industria del metal y el transporte pueden ser fuentes de contaminación de cadmio al suelo y los cultivos. Por lo tanto, no hay diferencias claras en el contenido de metales pesados entre las materias primas orgánicas y convencionales. Algunos de los estudios confirman mayores niveles de metales pesados en los cultivos convencionales, mientras que otros autores demuestran lo contrario (Rembiałkowska, 2000). Un problema a resolver es si la agricultura orgánica (con uso de compost, aumento de la materia orgánica del suelo, aumento del pH del suelo, etc.) puede reducir la ingesta de metales pesados por los cultivos.

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por los hongos de los grupos de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, que se encuentra en los productos alimenticios (Kouba, 2003). La producción de micotoxinas depende principalmente de la temperatura, la humedad y otras condiciones ambientales. El efecto del consumo de micotoxinas para la salud humana es negativo, ya que poseen propiedades cancerígenas y afectan negativamente el sistema inmune. Cada vez más estudios están llevándose a cabo con el fin de comparar el contenido de micotoxinas en los productos alimenticios, ya que los consumidores son cada vez más conscientes de los aspectos relativos a la seguridad alimentaria. El contenido de micotoxinas en los productos orgánicos se discute en todo el mundo, debido a que el uso de fungicidas en la agricultura orgánica está prohibido. La inquietud más importante radica en saber si el sistema de producción agrícola tiene un impacto en el desarrollo de micotoxinas. Los estudios que comparan el contenido de micotoxinas en productos orgánicos vs convencionales muestran cantidades similares en ambos tipos de productos, si bien a veces indican menor contenido de micotoxinas en los productos orgánicos. Spadaro et al., (2006) y Versari et al., (2007) confirmaron menores cantidades de micotoxinas en los productos orgánicos en comparación con los convencionales. Incluso si el nivel de micotoxinas en los productos orgánicos es superior, las diferencias son pequeñas y no superan los niveles aceptables (Gottschalk et al., 2007; Jestoi, 2004; Pussemier, 2004; Maeder et al., 2007). Según Lairon (2010), los cereales orgánicos parecen contener los mismos niveles de micotoxinas que los convencionales. Un caso importante es el trigo, que es un grano de consumo habitual en los países europeos (en su mayoría en forma de pan y pasta), y puede estar contaminado con micotoxinas. Por esta razón, es tema de mucha investigación para garantizar la seguridad alimentaria de trigo de invierno. Los estudios revelaron que el nivel de daño causado por *Fusarium* y la concentración de micotoxinas fueron menores en el caso de cultivos orgánicos. Los factores ambientales tienen un impacto significativo sobre el contenido de micotoxinas, así como el uso de variedades resistentes (Wieczyńska, 2010).

3.2. Las sustancias bioactivas

El valor nutricional de los alimentos depende principalmente del contenido apropiado de compuestos necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo humano. El contenido de fitoquímicos en los alimentos de origen vegetal es una preocupación importante para la ciencia de la alimentación actual. Los metabolitos secundarios de los vegetales desempeñan un papel crítico en la salud humana y pueden tener un muy alto valor nutricional (Lundegårdh y Mårtensson, 2003). Los

compuestos fenólicos son de particular interés por su potencial actividad antioxidante y otras propiedades saludables, incluyendo aquellas propiedades que pueden prevenir el cáncer (Brandt y Mølgaard, 2001). Por lo tanto el contenido de metabolitos secundarios del grupo de los compuestos fenólicos en alimentos de origen vegetal es de gran interés, ya que cada vez más estudios científicos se centran en la comparación de su contenido en productos orgánicos y convencionales.

Los metabolitos secundarios de las plantas son sustancias sintetizadas naturalmente por las mismas, pero generalmente no toman parte directa en la creación de sus células. Por lo general se producen como reacción a la exposición de la planta ante estímulos externos, la realización de las funciones fisiológicas como cambios reguladores en caso de ataque de plagas u otros factores de estrés (Brandt y Mølgaard, 2001). Estas sustancias incluyen antioxidantes, que protegen al organismo de los efectos de muchos factores externos y reducen el riesgo de enfermedades (Di Renzo et al., 2007).

Los metabolitos secundarios de plantas se pueden dividir básicamente en dos grandes grupos: por un lado los compuestos fenólicos que no contienen nitrógeno, tales como ácidos fenólicos, flavonoides (seis clases de ellos: flavonas, flavonoles, flavanonas, flavanoles, isoflavonas, anticyanides) y terpenoides (por ejemplo, tetraterpenos, carotenos, xantofilas); y por otro, aquellos compuestos que contienen nitrógeno (alcaloides, aminas, aminoácidos no proteicos, glucósidos, glucosinolatos).

El grupo mayormente discutido es el de los flavonoides, que constituyen un gran grupo de varios miles de diferentes compuestos y que desempeñan un importante papel en la asistencia sanitaria, realizando muchas funciones en el cuerpo humano (Bidlack, 1998). Los flavonoides presentan fuerte actividad antioxidante, quelando los metales, y afectando el sistema inmunológico, por ejemplo, mediante la inhibición del crecimiento de un tumor, prevenir la arteriosclerosis, fortalecer las paredes de los vasos sanguíneos, reducir la formación de coágulos en la sangre y por lo tanto reducir el riesgo de accidentes cardiovasculares, tener un efecto protector de la vitamina C aumentando su eficacia; y prevenir algunas bacterias e infecciones virales (Bidlack, 1998).

Brandt et al., (2011), quienes llevaron a cabo un meta-análisis comparativo, han publicado estudios sobre el contenido de metabolitos secundarios en cultivos orgánicos vs convencionales, demostrando que las frutas y verduras orgánicas contienen niveles 12% más de metabolitos secundarios respecto a sus pares convencionales.

En la mayoría de los estudios que comparan materias primas frescas orgánicas y convencionales con respecto al contenido de metabolitos secundarios, se analiza la cantidad total de polifenoles, sin desglose para los compuestos individuales que pertenecen a este grupo. Para expresar el contenido de polifenoles en planta se pueden usar conversiones, tal como el ácido tánico (Carbonaro et al., 2002). El contenido de flavonoides o de los propios flavonoles puede ser expresado como equivalente de cantidades de quercetina (Rembiałkowska et al, 2003a y b; Young et al, 2005; Hallmann y Rembiałkowska, 2006). Además, Anttonen et al., (2006) analizaron frutillas orgánicas y convencionales respecto a estas sustancias individuales: quercetina y kaempferol perteneciente a los flavonoles. Como un grupo separado de compuestos polifenólicos, las antocianinas son testeadas en alimentos vegetales por muchos autores (Rembiałkowska et al, 2003 b; Rembiałkowska et al, 2004; Hallmann y Rembiałkowska, 2006; Tarozzi et al., 2006). El contenido de polifenoles es comparado por algunos autores como materia seca del producto. Sin embargo, en la mayoría de los casos se analiza como contenido en el producto vegetal fresco. De todos modos, de todos los estudios analizados, sólo uno (Anttonen et al., 2006), muestra menores niveles de una sustancia (kaempferol) en la comparación de frutillas orgánicas y convencionales, indicando así una ventaja significativa de las frutas orgánicas (manzanas, manzana, zumo, manzana guisada, melocotones, peras, moras, fresas, fresas congeladas, naranjas rojas) frente a su par

convencional (Weibel et al, 2000; Carbonaro y Mattera, 2001; Carbonaro et al., 2002; Asami et al., 2003; Rembiałkowska et al, 2003a; Rembiałkowska et al., 2004; Weibel et al., 2004; Rembiałkowska et al, 2006; Anttonen et al., 2006; Tarozzi et al., 2006). Después de promediar los resultados de la investigación anteriormente citada y aplicar una fórmula según Worthington (2001): $(\text{CONV-ORG}) / \text{ORG} \times 100\%$, las frutas orgánicas contienen en promedio un 44,7% más de polifenoles que las convencionales.

Estudios realizados en verduras también se llevaron a cabo con respecto al contenido total de polifenoles, sin desglose de sustancias individuales. La investigación comparativa muestra que los vegetales orgánicos (maíz congelado, tomates, “pac choi” o col chino, lechuga, pimientos rojos y cebollas) contienen significativamente más polifenoles que los vegetales convencionales (Asami et al., 2003; Rembiałkowska et al, 2003b; Young et al., 2005; Hallmann et al., 2005; Hallmann y Rembiałkowska, 2006). Luego de promediar los resultados de estos estudios comparativas y volver a aplicar la fórmula de Worthington (2001): $(\text{CONV-ORG}) / \text{ORG} \times 100\%$ los vegetales orgánicos contienen en promedio un 57,4% más de polifenoles que sus pares convencionales.

Los carotenoides son otro grupo de metabolitos secundarios de plantas, caracterizado por una fuerte propiedad antioxidante. Incluyen más de 600 pigmentos, que dan a las plantas el color amarillo, naranja y rojo. Los carotenoides también se encuentran en los vegetales de hojas verdes, pero su color es enmascarado por la clorofila. El carotenoide más conocido es el beta-caroteno, que se encuentra en muchas frutas de color naranja y amarillo y las verduras de hoja verde. El licopeno da al tomate su rojo intenso. La luteína y la zeaxantina hacen que el maíz sea amarillo. Los carotenoides desempeñan un papel importante para la salud humana, ya que reducen el nivel de colesterol en la sangre, y por lo tanto afectan favorablemente al funcionamiento del corazón. Por otra parte, ayudan al sistema inmunológico, especialmente el beta-caroteno, que estimula el aumento del número de linfocitos. Los carotenoides también presentan actividad antitumoral, sobre todo gracias a sus propiedades antioxidantes (Stracke et al., 2008).

Estudios comparativos realizados con respecto al contenido total de carotenoides en vegetales orgánicos y convencionales revelaron mayores diferencias en el caso de la pimienta (Pérez-López et al, 2007). También se encontró un poco más alto el contenido de carotenoides (1,13%) en los tomates orgánicos (Caris-Veyrat et al, 2004; Toor et al, 2006; Rickman Pieper y Barrett, 2009; Juroszek et al, 2009). El contenido de beta-caroteno en las zanahorias orgánicas fue mayor, según un estudio de Abele (1987). Por el contrario Warman y Havard (1997) confirmaron un menor contenido de beta-caroteno en las zanahorias orgánicas. Sin embargo, la investigación de Caris-Veyrat et al., (2004) mostró un 40% más de beta-caroteno en los tomates orgánicos.

Los estudios comparativos llevados a cabo en el Departamento de Alimentos Orgánicos de la Universidad de Varsovia de Ciencias de la Vida confirmó un contenido significativamente mayor de beta-caroteno en los tomates y pimientos orgánicos (Rembiałkowska et al, 2003b; Hallmann et al, 2005; Hallmann et al, 2007), luteína en la pimienta orgánica (Hallmann et al, 2005; Hallmann et al, 2007.) y carotenoides totales en pimientos orgánicos (Hallmann et al, 2007; Hallmann et al, 2008; Hallmann y Rembiałkowska, 2008 a). Sin embargo, un mayor contenido de licopeno en el material orgánico sólo se encontró en el zumo de tomate (Hallmann y Rembiałkowska, 2008 b), mientras que se halló menos licopeno en tomates y pimientos verdes orgánicos en comparación con sus pares convencionales (Hallmann et al., 2005; Hallmann et al., 2007; Rembiałkowska et al, 2005; Hallmann y Rembiałkowska, 2007a y b; Hallmann y Rembiałkowska, 2008a).

En el grupo de antioxidantes favorables se incluye también a la vitamina C, que realiza funciones metabólicas fundamentales en el cuerpo humano. En primer lugar, asegura el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Es compatible con la biosíntesis de colágeno, acelera el proceso de la cicatrización de heridas y el desarrollo de los huesos. Participa en el metabolismo de

las grasas, el colesterol y los ácidos biliares, regenera la vitamina E y otros antioxidantes de menores peso molecular, tales como el glutatión, y además tiene un efecto estabilizador en relación con los flavonoides. La vitamina C presenta propiedades bacteriostáticas y e incluso posee actividad bactericida contra algunos patógenos. Es compatible con la absorción del hierro no hemo y está involucrada en la producción de células rojas de la sangre. La vitamina C inhibe la formación de nitrosaminas cancerígenas, por lo que reduce el efecto negativo de la ingesta de nitrato (Mirvish, 1993).

Excepto dos estudios, que muestran un menor contenido de vitamina C en el maíz orgánico congelado (Asami et al, 2003) y tomates orgánicos (Rembiałkowska et al., 2003b), la mayoría de los resultados revelaron que los cultivos orgánicos se caracterizan por un mayor contenido de vitamina C: espinacas (Schuphan, 1974; Vogtmann et al, 1984), apio (Schuphan, 1974; Leclerc et al, 1991), la col rizada (Schuphan, 1974), col (Rembiałkowska, 1998; Rembiałkowska, 2000), lechuga (Schuphan, 1974), el puerro (Lairon et al., 1984), patatas (Schuphan, 1974; Petterson, 1978; Fischer y Richter, 1984; Rembiałkowska y Rutkowska, 1996; Rembiałkowska, 2000; Hajslova et al., 2005), acelgas (Moreira et al., 2003), cebolla (Hallmann y Rembiałkowska, 2006), los tomates (Rembiałkowska et al, 2003b.; Rembiałkowska et al, 2005.; Hallmann et al., 2005), pimienta (Hallmann et al., 2005; Hallmann et al., 2007), manzanas (Rembiałkowska et al., 2003a) y las naranjas (Rapisarda et al., 2005). Después de promediar estos resultados y aplicarles la fórmula de Worthington (2001): $(\text{CONV-ORG}) / \text{ORG} \times 100\%$, los materiales orgánicos contienen en promedio un 32,2% más de vitamina C que los productos convencionales. Recientes meta-análisis de las distintas vitaminas en frutas y verduras mostraron que las materias primas orgánicas contienen en promedio un 6,3% más de vitaminas que las materias primas convencionales, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa (Hunter et al., 2011).

Un resumen de los estudios que comparan el contenido de minerales en vegetales orgánicos y convencionales (Worthington, 2001) indica un mayor contenido de minerales (hierro, magnesio y fósforo) para los cultivos orgánicos. Según el autor, una posible razón del mayor contenido de minerales en materias primas orgánicas se asocia con un mayor contenido de microorganismos en el suelo de estos cultivos. Los microorganismos generan compuestos que generan sustancias activas para la adsorción de los minerales del suelo por las plantas, haciéndolos más disponibles para sus raíces. Un reciente meta-análisis del contenido de minerales mostró que las frutas y verduras orgánicas contienen en promedio un 5,5% más de minerales que sus pares convencionales (Hunter et al., 2011), y la diferencia fue estadísticamente significativa. Este resultado se halló con respecto a boro, cobre, magnesio, molibdeno, potasio, fósforo, selenio, sodio y zinc. Según Lairon (2010), los productos vegetales orgánicos contienen altas concentraciones de hierro y magnesio, lo cual puede ser explicado por los factores arriba mencionados.

Hay varios estudios que confirman el mayor contenido de azúcares totales en frutas y verduras orgánicas, incluyendo zanahorias, remolacha, remolacha roja, patatas, espinacas, col rizada, cerezas, grosellas rojas y manzanas (Zadoks, 1989; Rembiałkowska, 1998; Rembiałkowska et al, 2004; Rembiałkowska, 2000; Hallmann y Rembiałkowska, 2006; Hallmann et al., 2007). El contenido de azúcar más alto genera en consecuencia una mayor calidad tecnológica (por ejemplo, en caso de la remolacha azucarera) y también con una calidad sensorial (sabor) superior. En la investigación llevada a cabo tanto por consumidores y paneles de degustación, las verduras y las frutas de producción ecológica están a menudo mejor evaluadas en términos de sus propiedades sensoriales (Rembiałkowska, 2000). Numerosos estudios de preferencia de comida también se realizaron con ratas. Los resultados revelaron mejores propiedades sensoriales de los materiales orgánicos (Maeder et al, 1993; Velimirov, 2001; Velimirov, 2002). Ratas que fueron alimentadas tanto con alimentos orgánicos como convencionales presentaron una tendencia a elegir comida orgánica en zanahorias (81% de los animales) y trigo orgánico (68%). Menores diferencias se

encontraron en la elección de las manzanas y remolachas rojas de la agricultura orgánica que, sin embargo, eran también seleccionadas por más de la mitad (58%) de las ratas.

Varios estudios llevados a cabo hasta el momento (Rembiałkowska, 2000; Worthington, 2001) confirmaron cantidades inferiores de proteína total en los cultivos orgánicos en comparación con los convencionales. Sin embargo, la calidad de la proteína (considerado como el contenido de aminoácidos esenciales) es mayor en cultivos orgánicos. Según Worthington (2001), el nitrógeno derivado de cada tipo de fertilizante utilizado afecta la cantidad y calidad de las proteínas producidas por las plantas. Una gran cantidad de nitrógeno disponible para las plantas aumenta la producción de proteínas, y reduce la producción de carbohidratos. Además, las proteínas producidas en respuesta a los altos niveles de nitrógeno, presentan menores cantidades de aminoácidos esenciales, por ejemplo, lisina, y por lo tanto poseen un menor valor nutricional para los consumidores.

El mayor valor tecnológico de los productos vegetales orgánicos reside en su mayor contenido de materia seca, que les otorga un mejor desempeño desde el aspecto del almacenamiento (Bulling, 1987; Rembiałkowska, 2000). Samaras (1978) confirmó que el principal impacto respecto a la pérdida de peso durante el almacenamiento de vegetales es el tipo de fertilizante aplicado a ellos. Todas las raíces testeadas (zanahorias, nabos, remolachas y papas), que se habían cultivado con fertilizantes orgánicos se caracterizaron por pérdidas de almacenamiento mucho más bajas. Las pérdidas de almacenamiento más altas de las hortalizas cultivadas con fertilizantes minerales pueden estar asociadas a un mayor contenido de agua absorbida por la planta, junto con compuestos minerales fácilmente solubles. Las pérdidas promedio de almacenamiento de las cosechas cultivadas con fertilizantes minerales eran del 46,4% de la masa inicial, mientras que en el caso de los vegetales cultivados con fertilización orgánica las pérdidas fueron del 28,9% (Samaras, 1978). Bulling (1987) hizo una serie de estudios comparativos de las diferencias en las pérdidas de almacenamiento entre los vegetales y frutas orgánicas y convencionales. Los valores medios de las materias primas orgánicas probados en 53 estudios diferentes muestran que son 10% inferiores a los de los cultivos convencionales. Estas propiedades son importantes tanto desde el punto de vista nutricional como económico. La hipótesis de que los materiales vegetales de producción orgánica son mejor también fue confirmada por Benbrook (2005). Niveles superiores de materia seca en las materias primas orgánicas se observaron en zanahorias (Velimirov, 2005), manzanas (Weibel, 2004; Rembiałkowska et al., 2004), papas (Rembiałkowska, 2000) y frutillas (Reganold et al., 2010). Sin embargo, Gaštoł et al., (2009) encontraron un menor contenido de materia seca en manzanas y grosellas negras orgánicas frente a las convencionales.

4. Productos de origen animal

Uno de los principios de la ganadería orgánica hace referencia al bienestar animal (proporción de zonas cubiertas, acceso a zonas descubiertas, camas naturales, posibilidad de movimiento), la nutrición (prohibición de aditivos para piensos sintéticos) y las condiciones de crianza (elección de raza, condiciones de destete y muerte). Además, la producción ganadera orgánica se realiza sin el uso de antibióticos (excepto en las situaciones cuando la vida de los animales está en peligro y no hay otros agentes terapéuticos disponibles), las hormonas, los organismos modificados genéticamente y sus productos. Los animales criados orgánicamente pueden ser alimentados sólo con materiales orgánicos.

Un factor clave que determina la calidad de los productos de origen animal es la alimentación animal, que en el caso de la producción orgánica implica el uso de pastoreo estacional y la reducción en alimentos concentrados, lo cual es beneficioso para el contenido de sustancias bioactivas en la carne y la leche.

4.1. Carne

La carne procedente de la agricultura orgánica posee propiedades nutricionales deseables, tales como una favorable proporción de ácidos grasos. Esto significa un menor contenido de ácidos grasos saturados y monoinsaturados, mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados, y una proporción inferior de n-6 grasos ácidos a n-3 ácidos grasos. La carne producida orgánicamente exhibe también bajo contenido de grasa total, que ha sido confirmado para: carne de vacuno (Enser et al, 1998; Pastushenko et al., 2000), carne de cerdo (Hansen et al., 2006; Bee et al., 2004; Nilzen et al., 2001; Kim et al, 2009), carne de oveja (Fisher et al., 2000.; Enser et al., 1998), carne de cordero (Angood et al., 2007), y carne de aves de corral (Castellini et al., 2002). Los estudios llevados a cabo en aves de corral revelaron resultados diferentes, como ser un mayor contenido de ácidos grasos saturados en la carne orgánica. Sin embargo, mostraron un menor contenido de ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos con niveles de poliinsaturados más altos. A su vez, los resultados obtenidos por Walshe et al., (2005) confirman un mayor contenido total de grasa en la carne orgánica, pero con una composición de ácidos grasos comparable en ambos tipos de carne. La investigación llevada a cabo en la carne de conejo por Pla (2008) y Combes et al., (2003a) reveló un contenido de grasa total menor en la carne de conejos criados orgánicamente. Sin embargo, Lebas et al., (2002) obtuvieron resultados opuestos.

La Figura 3 presenta la comparación del perfil de ácidos grasos del músculo M. longissimus entre Carne orgánica y convencional derivada de cerdos negros coreanos (Kim et al., 2009).

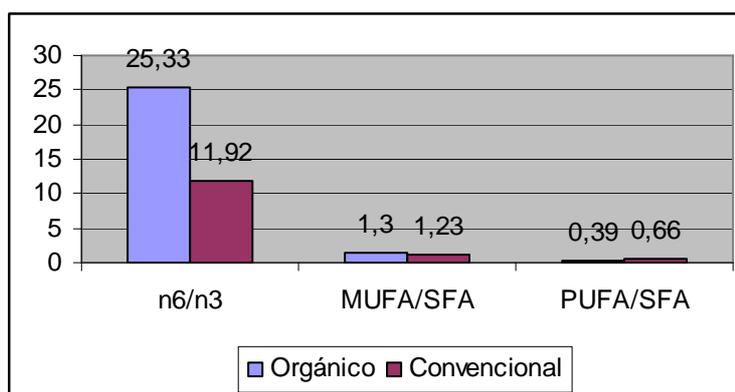


Figura 3. Perfil de ácidos grasos de carne de cerdo orgánico y convencional de los cerdos negros de Corea (Kim et al., 2009)

La mayoría de los estudios confirman un mayor contenido de grasa intramuscular en la carne orgánica, tanto en la carne vacuna (Woodward y Fernández, 1999), porcina (Sundrum y Acosta, 2003; Millet et al., 2004), y carne de cordero (Fisher et al., 2000). El contenido de grasa intramuscular más alto está asociado con una mejor calidad sensorial de la carne de producción orgánica. Sólo la investigación realizada por Olsson et al., (2003) indica un menor contenido de grasa intramuscular y un menor nivel de carne magra en la carne de cerdo orgánico.

En cuanto a la calidad sensorial, el color de la carne más oscuro fue identificado en el caso de cerdo orgánico (Kim et al, 2009; Millet y otros, 2004) y carne de oveja (Fisher et al., 2000). En una investigación realizada por Fisher et al., (2000) se encontró que la carne de cordero orgánica se prefiere mucho más que la convencional debido a sus propiedades sensoriales. Castellini et al., (2002) demostró con un perfil sensorial, que la carne de aves de corral orgánica es más jugosa y aceptable que la convencional. Según Combes et al., (2003b), la carne de conejo orgánico es más

suave que la convencional. La evaluación sensorial realizada por Pla (2008) confirmó que la carne de conejo orgánica exhibió más sabor a hígado y menos sabor a anís y hierba.

Las propiedades adversas de la carne orgánica incluyen un peso menor de carcasa/canal (menor ganancia diaria de peso), que ha sido confirmado para la carne vacuna (Woodward y Fernández, 1999), de cerdo (Sundrum y Acosta, 2003; Hansen et al., 2006) y de aves de corral (Castellini et al., 2002). Sin embargo, un estudio realizado por Millet et al., (2004) indican una mayor ganancia de peso de los cerdos orgánicos en comparación con los convencionales.

La carne orgánica se caracteriza también por una pobre calidad de almacenamiento (altos niveles de TBARS), la cual fue confirmado por los análisis llevados a cabo en la carne vacuna (Walshe et al., 2005), de cerdo (Hansen et al., 2006; Nilzen et al. (2001), de cordero (Fisher et al., 2000) y de aves de corral (Castellini et al., 2002).

4.2. Leche

La leche de vaca es muy variable con respecto al contenido de grasa. Esta fracción está conformada en aproximadamente un 95% por triglicéridos, que se componen de ácidos grasos cuya longitud de cadena y grado de saturación determina el valor nutricional de la grasa de leche. Los ácidos grasos saturados son considerados como un factor que afecta negativamente a la salud humana, ya que contribuyen al desarrollo de arteriosclerosis (Pfeuffer y Schrezenmeir, 2000) y el aumento de los niveles de colesterol en la sangre, lo que conduce a enfermedades cardiovasculares (Haug et al., 2007). Entre los ácidos grasos insaturados, los n-3 poseen efectos beneficiosos sobre el organismo humano. Los mismos afectan positivamente el sistema nervioso, así como reducen el riesgo de diabetes y enfermedades cardiovasculares (Horrobin, 1993; Hu et al., 1999). Un parámetro importante de la calidad de la leche es también la relación entre ácidos grasos insaturados n-6 y n-3. Si el contenido del primer grupo es demasiado alto, el riesgo de inflamación, trombosis y síntomas autoinmunes se incrementan. El más importante ácido graso entre los n-3 es el ácido alfa-linolénico (LNA), mientras que el ácido linoleico (LA) se produce en mayor cantidad entre los ácidos n-6. En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados, el ácido oleico es el predominante, que asciende a alrededor de $\frac{1}{4}$ del peso total de los ácidos grasos. El mismo mejora el funcionamiento de los ácidos n-3 y n-6, impidiendo su oxidación, reduce el colesterol y teniendo propiedades antineoplásicas (antitumorales) (Ip, 1997; Kris-Etherton et al., 1999; Mensink et al., 2003). Un especial lugar en la composición de la leche de vaca lo conforma el ácido linoleico conjugado (CLA). La leche de vaca es la principal fuente de los isómeros de este compuesto en la dieta humana (Haug et al., 2004). El más importante isómero (que constituyen aproximadamente el 90% del CLA) es cis-9 trans-11, que previene el desarrollo de cáncer, enfermedades del corazón y estimula el sistema inmune (Whigham et al., 2000). Es llamado ácido ruménico, porque el rumen es el lugar de su síntesis a partir del ácido linoleico. Otro isómeros CLA (trans-7 cis-9, trans-10, cis-12 y trans-9 cis-11) contrarresta la obesidad (reduce la grasa y aumenta la masa muscular) y mejora el tratamiento de la diabetes (Taylor y Zahradka, 2004). El contenido de CLA en la grasa de leche se ve afectada por una serie de factores. En primer lugar depende de la alimentación que se administra a los animales (Parodi, 1999), seguido por variaciones estacionales (Parodi, 1977), la síntesis endógena de ácido trans-vaccénico (TVA) (Griinari et al., 2000) y la oxidación de ácido linoleico (LA) durante el procesamiento (Ha et al., 1989).

La investigación que compara la calidad de la leche de diferentes sistemas de producción, se basa en el análisis de las diferencias particulares en la composición de los ácidos grasos (Molkentin y Giesemann, 2007; Butler et al., 2008). De acuerdo con los resultados de Ellis et al., (2006) la leche orgánica puede caracterizarse con un contenido significativamente mayor de ácidos grasos poliinsaturados, incluyendo n-3 ácidos (la diferencia en comparación con la leche convencional era

más del 60%). La proporción de n-6:n-3 era por consiguiente inferior, que es favorable desde el punto de vista de la salud. Además, la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados respecto a los monoinsaturados se encontró superior. Los resultados detallados se presentan en la tabla 1. Conclusiones similares fueron encontradas por Butler y Leifert (2009), que confirmó que el valor de la relación de n-6: n-3 en leche producida orgánicamente no excede de 1,25, mientras que en la leche convencional está por encima de 2,5.

% ácidos grasos	Leche	
	Convencional	Orgánica
SFA	67,25 ± 3,54	68,13 ± 3,51
MUFA	27,63 ± 2,94	26,19 ± 3,01
PUFA	3,33 ± 0,66	3,89 ± 0,61
Total n-3	0,66 ± 0,22	1,11 ± 0,25
Total n-6	1,68 ± 0,46	1,68 ± 0,44
TVA	1,75 ± 1,09	2,06 ± 0,96
CLA	0,58 ± 0,34	0,65 ± 0,28

Tabla 1. Diferencias en la composición de ácidos grasos entre leche convencional y orgánica (Ellis et al., 2006)

Cambios cualitativos en la leche, resultantes de la aplicación del sistema de producción orgánica, pueden ser también identificados en la concentración de CLA (Bergamo et al, 2003; Szente et al, 2006). Un estudio realizado por Butler et al., (2008) reveló que su cantidad puede ser mayor hasta en un 60% en comparación con el contenido en la leche convencional. Investigación de Jahreis et al., (1996) confirma que la producción orgánica de leche contribuye al aumento de las concentraciones de CLA, TVA y LNA. Esto también fue indicada por la investigación por Chin et al., (1992), Lin et al., (1995) y Prandini et al., (2001), particularmente en relación con el contenido de CLA en la leche de búfalo y leche de vaca. Sin embargo, algunos pocos estudios no mostraron diferencias en la cantidad de CLA entre la leche de ambos sistemas de producción (Ellis et al, 2006; Toledo et al, 2002).

Los antioxidantes, especialmente la vitamina E y los carotenoides, son otra ventaja para el consumo de leche de producción orgánica. Su contenido es mayor en la leche de vacas orgánicas y esto corresponde al hecho de que la alimentación de esos animales se basa en forraje a base de pasto verde (Nielsen et al., 2004; Butler et al, 2008). Esto ha sido también confirmado por la investigación llevada a cabo dentro del proyecto QLIF (Quality Low Input Food). El nivel de antioxidantes en la leche orgánica fue casi el doble en comparación con la leche convencional (QLIF, 2008).

Palupi et al., (2012) llevaron a cabo un meta-análisis de estudios comparativos relacionados con la calidad nutricional de los productos lácteos orgánicos y convencionales. El enfoque de los autores utiliza el Método del tamaño del efecto d Hedges en relación a los resultados obtenidos por diversos autores en los últimos tres años. El meta-análisis confirmó que, en comparación con los productos lácteos convencionales, los orgánicos exhiben significativamente mayor contenido de proteínas, ácido alfa-linolénico, ácido linoleico conjugado, ácido transvaccénico, ácido docosapentanoico, ácido eicosapentanoico y los ácidos grasos n-3 en total. Además, se encontró que la proporción n-3: n-6 era significativamente mayor en productos lácteos producidos orgánicamente (0,42 vs 0,23).

La producción orgánica implica el abandono del uso de suplementos minerales, por lo que el contenido de estos componentes generalmente es más alto en la leche producida de forma convencional. Esto ha sido confirmado por Coonan et al., (2002), quienes encontraron deficiencias de cobre, selenio, zinc, yodo y molibdeno en la leche orgánica. Kuusela y Okker (2007) explican

esto como resultado de un bajo contenido de elementos traza en el suelo dentro de las granjas orgánicas. El uso de fertilizantes sintéticos, que aumentan la concentración de macro y microelementos en el suelo no se permiten en la agricultura orgánica. Los cultivos, que han crecido dentro de estos suelos, generan como consecuencia una mala alimentación de los animales con respecto a dichos componentes, lo que contribuye a su deficiencia en la leche. Sin embargo, algunos estudios mostraron un mayor contenido de calcio en leche producida de forma orgánica (Lund y Algers, 2003; Zadoks, 1989).

Aparte de los beneficios mencionados anteriormente, la leche producida de manera orgánica tiene una ventaja más sobre la leche convencional. Se trata de la prohibición del uso de antibióticos, que son a menudo rutinariamente aplicados por los agricultores convencionales a los animales de explotación con fines de prevención. En las granjas orgánicas certificadas están prohibidas dichas prácticas. La cuestión acerca de los efectos de los antibióticos en vacas alimentadas convencionalmente sobre la resistencia del cuerpo humano a estos antibióticos sigue siendo un tema de discusión. El uso de hormonas sintéticas y los ingredientes de piensos modificados genéticamente tampoco está permitido en el sistema orgánico. Por esta razón, los residuos enumerados anteriormente, que se detectan con frecuencia en los productos lácteos convencionales, son insignificantes en la leche de producción orgánica. Las investigaciones realizadas por el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados) confirmaron esta hipótesis mediante la detección de la presencia de plaguicidas piretroides en el 27% de las muestras de leche convencional. Entre las muestras orgánicas, sólo uno contenía un bajo nivel de estas sustancias, mientras que el resto estaban completamente libres de estos contaminantes (Benbrook, 2005). El análisis de metales pesados en ambos tipos de leche no mostró diferencias entre las muestras, detectando baja contaminación en todas las muestras (Gabryszuk et al., 2008).

Evaluaciones sensoriales de la calidad de leche orgánica y convencional son muy raras y hasta el momento no son concluyentes. La investigación realizada por Zadoks (1989) mostró una mayor aceptabilidad de la leche convencional entre los consumidores. El factor predominante responsable de este resultado fue el olor peculiar de leche de vaca, mucho más intensa en el caso de la leche orgánica. Los consumidores de hoy no son oportunos para tales propiedades, prefiriendo generalmente lo que disponen en el mercado: leche con olor neutral. Croissant et al., (2007) encontraron que los consumidores sienten más olor a hierba y animal en la leche derivada de la producción orgánica en comparación con la leche convencional, pero sólo cuando la temperatura de la leche fue de 15° C. No se encontraron diferencias entre la leche de ambos sistemas a una temperatura de la misma de 7° C. Los autores llegaron a la conclusión de que existen claras diferencias entre el olor y la calidad de la leche de los sistemas orgánicos y convencionales, pero esto no tiene efecto en la aceptación del consumidor.

5. Conclusiones

Un favorable alto valor nutricional de los alimentos no sólo depende del contenido correcto de compuestos necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo humano y el bajo contenido de sustancias nocivas. De acuerdo a los estudios citados aquí, el contenido de nutrientes en las materias primas vegetales en la mayoría de los casos es mayor cuando provienen de la agricultura orgánica. Esto incluye los compuestos pertenecientes a los antioxidantes deseables: la vitamina C, compuestos fenólicos, carotenoides, así como azúcares y materia seca. Los dos últimos componentes contribuyen también a un mayor valor tecnológico y a la reducción de pérdidas de almacenamiento. Además, todo lo anterior resulta en un significativo aumento de la palatabilidad de las frutas y verduras orgánicas. Como resultado, el sabor de los productos orgánicos puede ser más intenso en comparación con los materiales convencionales, por lo que los consumidores evalúan el

sabor de materiales orgánicos como más típico, característico del producto, lo cual es también confirmado por las pruebas de preferencia realizadas en animales.

En términos de pesticidas y nitratos, desde el punto de vista del consumidor de materias primas, los productos orgánicos son ciertamente más seguros que los convencionales. El nivel de micotoxinas depende no sólo del sistema de producción, sino que está también afectado por las condiciones de almacenamiento y tiempo. Los estudios muestran que no hay diferencias significativas en el contenido de los cereales por micotoxinas entre los productos orgánicos y convencionales.

La carne procedente de animales criados orgánicamente exhibe características positivas de calidad, tales como proporciones favorables de ácidos grasos y bajo contenido de grasa total. También se evalúa mejor la carne orgánica de acuerdo a sus cualidades sensoriales, que se asocia con un mayor contenido de grasa intramuscular. Las propiedades desfavorables de la carne orgánica incluyen un menor peso de la canal (inferior ganancia diaria de peso) y una menor calidad de almacenamiento (altos niveles de TBARS).

La leche de producción orgánica se caracteriza por una composición de ácidos grasos favorable (incluyendo un alto contenido de CLA), altos niveles de vitaminas y antioxidantes, que actúan mejor en la prevención de problemas de la salud. Sin embargo, debido a la prohibición del uso de suplementos minerales y fertilizantes en la agricultura orgánica, la leche de producción orgánica puede caracterizarse como deficiente en algunos macro y micronutrientes. Además, la leche de los animales criados orgánicamente puede ser peor evaluada por los consumidores debido a sus características organolépticas específicas, especialmente el olor.

Según Dangour et al., (2010) y Huber et al., (2011), el mayor valor nutricional de los alimentos orgánicos no puede ser considerado simplemente como una evidencia de que el consumo de alimentos orgánicos contribuye a la mejora de la salud de los consumidores. Sobre la base de las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento, no puede definirse de manera clara la relación entre el valor nutricional y los efectos sobre la salud. Se carece aún de evidencias para tales efectos, por lo tanto, se necesita desarrollar más estudios para determinar la relación entre la nutrición y los efectos en la salud que resultan del consumo de productos orgánicos.

6. Agradecimientos

Estamos muy agradecidos con el Dr. Johannes Kahl de la Universidad de Kassel, Dep. Calidad de Alimentos Orgánicos y Cultura Alimentaria, por su cuidadosa revisión y enmiendas.

Información de los autores

Ewa Rembiałkowska (1,2), Aneta Załęcka (1,2), Maciej Badowski (1) y Angelika Ploeger (3,2)

(1) Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences, Polonia.

(2) International Organic FQH Research Association.

(3) Kassel University, Department of Organic Food Quality and Food Culture, Alemania.

Referencias

- [1] Abele, U. (1987). Produktqualität und Düngung- mineralisch, organisch, biologischdynamisch. *Angewandte Wissenschaft (Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten)*, Heft 345.
- [2] AFSCA-FAVV, (2001). Chemical safety of organically produced foodstuffs. Report from the scientific committee of the Belgian federal agency for the safety of the food chain (AFSCA-FAVV), Brussels.
- [3] Angood, K. M., Wood, J. D., Nute, G. R., Whittington, F. M., Hughes, S. I., & Sheard, P. R. (2008). A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: Price, eating quality and fatty acid composition. *Meat Science*, 78, 176-184.
- [4] Anttonen, M. J., Hoppula, K. I., Nestby, R., Verheul, M. J., & Karjalainen, R. O. (2006). Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruits. *J Agric Food Chem*, 54, 2614-2620.
- [5] Asami, D. K., Hong, Y., J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the Total Phenolic and Ascorbic Acid Content of Freeze-Dried and Air-Dried Marionberry, Strawberry, and Corn Grown Using Conventional, Organic, and Sustainable Agricultural Practices. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1237-1241.
- [6] Aubert, C. (1987). Pollution du lait maternel, une enquete de Terre vivante. *Les Quatre Saisons du Jardinage*, 42, 33-39.
- [7] Baker, B. P., Benbrook, C. M., Groth, E., & Benbrook, K. L. (2002). Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants*, 19, 427-446.
- [8] Bee, G., Guex, G., & Herzog, W. (2004). Free-range rearing of pigs during the winter: Adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 82, 1206-1218.
- [9] Benbrook, C. M. (2005). FAQs on Pesticides in Milk. Organic Center. Calculated from USDA's Pesticide Data Program.
- [10] Bergamo, P., Fedele, E., Iannibeli, L., & Marzillo, G. (2003). Fat-soluble vitamins contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry* , 82, 625-631.
- [11] Bidlack, W. W. (1998). *Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects*. G. Mazza, red. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co., Inc., 437.
- [12] BMA,(1992). *The BMA guide to pesticides, chemicals and health. Report of science and education*. British Medical Association, UK.
- [13] Brandt, K., & Molgaard, J. P. (2001). Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *J. Sci. Food Agric.*, 81, 924-931.
- [14] Brandt, K., Leifert, C., Sanderson, R., & Seal, C. J. (2011). Agroecosystem Management and Nutritional Quality of Plant Foods: The Case of Organic Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 177-197.

- [15] Bulling, W. (1987). Qualitätsvergleich von "biologisch" und "konventionell" erzeugten Feldfrüchten. Regierungspräsidium, Stuttgart.
- [16] Butler, G., & Leifert, C. (2009). Effect of organic production methods on product quality and animal health and welfare; why are there differences? Proceedings of the conference on Improvement of quality of animal products obtained in sustainable production systems with special reference to bioactive components and their benefit for human health, May 2009, Jastrzębiec, 88-93., 14-15.
- [17] Butler, G., Nielsen, J. H., Slots, T., Seal, C., Eyre, M. D., Sanderson, R., & Leifert, C. (2008). Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1431-1441.
- [18] Carbonaro, M., & Mattera, M. (2001). Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). *Food Chemistry*, 72, 419-424.
- [19] Carbonaro, M., Mattera, M., Nicoli, S., Bergamo, P., & Cappelloni, M. (2002). Modulation of antioxidant compounds in organic vs. conventional fruit (Peach, *Prunus persica* L, and Pear, *Pyrus communis* L.). *J Agric Food Chem*, 50, 5458-5462.
- [20] Caris-Veyrat, C., Amiot, M. J., Tyssandier, V., Grasselly, D., Buret, M., Mikolajczak, M., Guillard, J. C., Bouteloup-Demange, C., & Borel, P. (2004). Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *J Agric Food Chem*, 52, 6503-6509.
- [21] Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.*, 60, 219-225.
- [22] Chin, S. F., Liu, W., Storkson, J. M., Ha, Y. L., & Pariza, M. W. (1992). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 185-197.
- [23] Combes, S., Lebas, F., Juin, H., Lebreton, L., Martin, T., Jehl, N., Cauquil, L., Darce, B. i., & Corboeuf, M. A. (2003b). Comparaison lapin " Bio " / lapin standard: Analyses sensorielles et tendremecanique de la viande. 10emes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 137-140.
- [24] Combes, S., Lebas, F., Lebreton, L., Martin, T., Jehl, N., Cauquil, L., Darce, B., & Corboeuf, M. A. (2003a). Comparaison lapin " Bio " / lapin standard: Caractéristique des carcasses et composition chimique de 6 muscles de la cuisse. Proc. 10emes Journées de la Recherche Cunicole, Paris, 133-136.
- [25] Coonan, C., Freestone-Smith, C., Allen, J., & Wilde, D. (2002). Determination of the major mineral and trace element balance of dairy cows in organic production systems. W: Proceeding of Organic Meat and Milk from Ruminants (Red.Kyriazakis, Zervas), Athens, October 4-6, 2002, EAAP Publication, 106.

- [26] Croissant, A. E., Washburn, S. P., Dean, L. L., & Drake, M. A. (2007). Chemical Properties and Consumer Perception of Fluid Milk from Conventional and Pasture-Based Production Systems. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 4942-4953.
- [27] Curl, C. L., Fenske, R. A., & Elgethun, K. (2003). Organophosphate pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environ Health Perspect.*, 111, 377-382.
- [28] Dangour, A. D., Lock, K., Hayter, A., Aikenhead, A., Allen, E., & Uauy, R. (2010). Nutrition-related health effects of organic foods: systematic review. *Am J Clin Nutr*, 92, 203-210.
- [29] Di Renzo, L., Di Pierro, D., Bigioni, M., Sodi, V., Galvano, F., & Cianci, R. (2007). Is antioxidant plasma status in humans a consequence of the antioxidant food content influence? *European review for medical and pharmacological Sciences*, 185-192.
- [30] EFSA Journal (2010). Scientific Report of EFSA, 2008 Annual Report on Pesticide Residues according to Article 32 of Regulation (EC) European Food Safety Authority. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy, 8(6): 1646. (396).
- [31] EFSA Scientific Report, (2009). Annual Report on Pesticide Residues according to Article 32 of Regulation (EC) Prepared by Pesticides Unit (PRAPeR) of EFSA (Question No EFSA-Q-2008-714), 305, 1-106. (396).
- [32] Ellis, K. A., Innocent, G. T., Grove-White, D., Cripps, P., Mc Lean, W. G., Howard, C. V., & Mihm, M. (2006). Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science*, 89, 1938-1950.
- [33] Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D., & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 49, 329-341.
- [34] Fischer, A., & Richter, C. (1984). Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. (W:) *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources* (Red. Vogtmann H, Boehncke E, Fricke I). Witzhausen. Verlagsgruppe Weiland, 1984: 236-248.
- [35] Fisher, A. V., Enser, M., Richardson, R. I., Wood, J. D., Nute, G. R., Kurt, E., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2000). Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breedx production system. *Meat Sci.*, 55, 141-147.
- [36] Gabryszuk, M., Słoniewski, K., & Sakowski, T. (2008). Macro- and microelements in milk and hair of cows from conventional vs. organic farms. *Animal Science Papers and Reports* 26 (3), 199-209.
- [37] Gąstoł, M., Domagała-Świątkiewicz, I., & Krośniak, M. (2009). Właściwości prozdrowotne produktów i przetworów uzyskanych metodą ekologiczną i konwencjonalną analiza porównawcza. *Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, 30-32.
- [38] Gnusowski, B., & Nowacka, A. (2007). Pozostałości środków ochrony roślin w polskich płodach rolnych pochodzących z różnych systemów gospodarowania. *Fragmenta Agronomica* 3 (95), 121-125.

- [39] Gottschalk, C., Barthel, J., Engelhardt, G., Bauer, J., & Meyer, K. (2007). Occurrence of type A trichothecenes in conventionally and organically produced oats and oat products. *Mol.Nutr. FoodRes.*, 51, 1547-1553.
- [40] Griinari, J. M., Corl, B. A., Lacy, S. H., Chouinard, P. Y., Nurmela, K. V. V., & Bauman, D. E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ -desaturase. *Journal of Nutrition*, 130, 2285-2291.
- [41] Guadagnin, S. G., Rath, S., & Reyes, F. G. R. (2005). Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Additives and Contaminants*, 22(12), 1203-1208.
- [42] Ha, Y. L., Grimm, N. K., & Pariza, M. W. (1989). Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantification in natural and processed cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 75-81.
- [43] Hajslova, J., Schulzova, V., Slanina, P., Janne, K., Hellenas, K. E., & Andersson, Ch. (2005). Quality of organically and conventionally grown potatoes: Four-year study of micronutrients, metals, secondary metabolites, enzymic browning and organoleptic properties. *Food Addit. Contam.*, 22, 514-534.
- [44] Hallmann, E., & Rembiałkowska, E. (2006). Zawartość związków antyoksydacyjnych w wybranych odmianach cebuli z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51 (2), 42- 46.
- [45] Hallmann, E., & Rembiałkowska, E. (2007a). Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *ŻywnienieCzłowieka I Metabolizm*, XXXIV, 538-543.
- [46] Hallmann, E., & Rembiałkowska, E. (2007b). Comparison of the nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional production in Poland. *Proceedings of the 3rd International Congress of the European Integrated Project Quality Low Input Food (QLIF)* (Red. U. Niggli i in.), University of Hohenheim, Germany, March 20-23: 131-135.
- [47] Hallmann, E., & Rembiałkowska, E. (2008a). The content of selected antioxidant compounds in bell pepper varieties from organic and conventional cultivation before and after freezing process. *Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR)* (Red.D. Neuhoff I in.).Modena, 18-20 June, 2.
- [48] Hallmann, E., & Rembiałkowska, E. (2008b). Ocena wartości odżywczej i sensorycznej pomidorów oraz soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 53/, 3, 88-95.
- [49] Hallmann, E., Rembiałkowska, E., & Kaproń, L. (2005). Zawartość związków bioaktywnych w pomidorach i papryce z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, PIMR, Poznań, tom , 2, 258-263.*
- [50] Hallmann, E., Rembiałkowska, E., Szafirowska, A., & Grudzień, K. (2007). Znaczenie surowców z produkcji ekologicznej w profilaktyce zdrowotnej na przykładzie papryki z uprawy ekologicznej. *Roczniki PZH* 2007, 58/, 1, 77-82.

- [51] Hallmann, E., Sikora, M., & Rembiałkowska, E. (2008). Porównanie zawartości związków przeciwutleniających w owocach papryki świeżej i mrożonej pochodzącej z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 18/, 1, 30-33.
- [52] Hansen, L. L., Cludi-Magnussen, C., Jensen, S. K., & Andersen, H. J. (2006). Effect of organic production system on performance and meat quality. *Meat Sci.*, 74, 605-615.
- [53] Hassold-Piezunka, N. (2003). Eignung des Chroma-Boden-Tests zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad. *Pracadoktorska. Universität Oldenburg*.
- [54] Haug, A., Hostmark, A. T. i., & Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition- a review. *Lipids in Health and Disease* 6, 25 (www.lipidworld.com/content/6/1/25).
- [55] Haug, A., Taugbol, O., Olsen, E. S., Biong, A. S., & Harstad, O. M. (2004). Milk fat in human nutrition. Studies in dairy cows with special reference to CLA. *Animal Science Papers and Reports*, 22(3).
- [56] Horrobin, D. F. (1993). Fatty acid metabolism in health and disease: the role of eltadesaturase. *American Journal of Clinical Nutrition* 57, 732S-736S., 6.
- [57] Howard, V. (2005). Pesticides and Health. W: A lecture at the Congress: "Organic Farming, Food Quality and Human Health". January 2005, Newcastle, UK., 5-6.
- [58] Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E. B., Wolk, A., Colditz, G. A., Hennekens, C. H., & Willett, W. C. (1999). Dietary intake of {alpha}-linolenic acid and risk of fatal ischemic heart disease among women. *American Journal of Clinical Nutrition* 69(5), 890- 897.
- [59] Huber, M., Rembiałkowska, E., Średnicka, D., Bügel, S., & van de Vijver, L. P. L. (2011). Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 58, 103-109.
- [60] Hunter, D., Foster, M., Mc Arthur, J. O., Ojha, R., Petocz, P., & Samman, S. (2011). Evaluation of the Micronutrient Composition of Plant Foods produced by Organic and Conventional Agricultural Methods. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, 51, 571-582.
- [61] Ip, C. (1997). Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *American Journal of Clinical Nutrition* 66, 1523S-1529S.
- [62] Jahreis, G., Fritsche, J., & Steinhart, H. (1996). Monthly variations of milk composition with special regards to fatty acids depending on season and farm management systems-conventional versus ecological. *Fett/Lipid*, 98, 365-369.
- [63] Jestoi, M., Somma, M. C., Kouva, M., Veijalainen, P., Rizzo, A., Ritieni, A., & Peltonen, K. (2004). Levels of mycotoxins and sample cytotoxicity of selected organic and conventional grain-based products purchased from Finnish and Italian markets. *Mol.Nutr. FoodRes*, 48, 299-307.
- [64] Juroszek, P., Lumpkin, H. M., Yang, R., , Y., Ledesma, D. R., , C., & , H. (2009). Fruit Quality and Bioactive Compounds with Antioxidant Activity of Tomatoes Grown On-Farm: Comparison of Organic and Conventional Management Systems. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1188-1194.

- [65] Kahl, J., Busscher, N., & Ploeger, A. (2010). Questions on the Validation of Holistic Methods of Testing Organic Food Quality. *Biological Agriculture and Horticulture*, 27, 81-94.
- [66] Kim, D. H., Seong, P. N., Cho, S. H., Kim, J. H., Lee, J. M., Jo, C., & Lim, D. G. (2009). Fatty acid composition and meat quality traits of organically reared Korean native black pigs. *Livestock Science*, 120(2009), 96-102.
- [67] Kouba, M. (2003). Quality of organic animal products. *Livestock Production Science*, 80, 33-40.
- [68] Kris-Etherton, P. M., Pearson, T. A., Wan, Y., Hargrove, R. L., Moriarty, K., Fishell, V., & Etherton, T. D. (1999). High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 1009-15.
- [69] Kummeling, I., Thijs, C., Huber, M., van de Vijver, L. P., Snijders, B. E., Penders, J., Stelma, F., van Ree, R., van den, Brandt. P. A., & Dagnelie, P. C. (2008). Consumption of organic foods and risk of atopic disease during the first 2 years of life in the Netherlands. *Br. J. Nutr.* 99(3), 598-605.
- [70] Kuusela, E. i., & Okker, L. (2007). Influence of organic practices on selenium concentration of tank milk-a farm study. *Journal of Animal and Feed Sciences* 16, Suppl. I, 97-101.
- [71] Lairon, D., Termine, E., Gauthier, S., Trouilloud, M., Lafont, H., Hauton, J., & Ch, (1984). Effects of Organic and Mineral Fertilization on the Contents of Vegetables in Minerals, Vitamin C and Nitrates, W: The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources. Proc. (Red.H.Vogtmann i in.), 5th IFOAM Conference, Verlagsgruppe, Witzenhausen.
- [72] Lairon, D., & 201, (2010). Nutritional quality and safety of organic food.A review. *Agron Sustain Dev*, 30, 33-41.
- [73] Lebas, F., Lebreton, L., & Martin, T. (2002). Statistics on organic production of rabbits on grassland. *Cuniculture*, 164, 74-80.
- [74] Leclerc, J., Miller, M. L., Joliet, E., & Rocquelin, G. (1991). Vitamin and Mineral Contents of Carrot and Celeriac Grown under Mineral or Organic Fertilization, *Biological Agriculture and Horticulture*, 7, 339-348.
- [75] Leszczyńska, T. (1996). Azotany i azotyny w warzywach pochodzących z upraw konwencjonalnych i ekologicznych, *Bromat. Chemia Toksykol.*, 29(3), 289-293.
- [76] Lin, H., Boylston, T. D., Chang, M. J., Luedcke, L. O., & Shultz, T. D. (1995). Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *Journal of Dairy Science*, 78, 2358-2365.
- [77] Lund, V., Algers, B., & 200. (2003). Research on animal health and welfare in organic farming- a literature review. *Livestock Production Science*, 80, 55-68.
- [78] Lundegardh, B., & Martensson, A. (2003). Organically Produced Plant Food Evidence of Health Benefits. *Soil and Plant Sci.*, 53, 3-15.
- [79] Maeder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alföldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amado, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A., & Niggli, U. (2007). Wheat quality in

organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment, *J. Sci. Food Agric.* , 87, 1826-1835.

[80] Maeder, P., Pfiffner, L., Niggli, U., Balzer, U., Balzer, F., Plochberger, K., Velimirov, A., & Besson-M, J. (1993). Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *esculenta* L.) in a seven year crop rotation. *Acta Hor.*, 339, 10-31.

[81] Mensink, R. P., Zock, P. L., Kester, A. D. i., & Katan, M. B. (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition* , 77, 1146-55.

[82] Millet, S., Hesta, M., Seynaeve, M., Ongenaes, E., De Smet, S., Debraekeleer, J. i., & Janssens, G. P. J. (2004). Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livest. Prod. Sci.*, 87, 109-119.

[83] Mirvish, S. S. (1993). Vitamin C inhibition of N-nitroso compounds formation. *Am. J. Clin. Nutr.* , 57, 598-599.

[84] Molckentin, J., & Giesemann, A. (2007). Differentiation of organically and conventionally produced milk by stable isotope and fatty acid analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 388(1), 297-305.

[85] Moreira, M. R., Roura, S. I., & Del Valle, C. E. (2003). Quality of Swiss chard produced by conventional and organic methods. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 36, 135-141.

[86] Nielsen, J. H., Lund-Nielsen, T., & Skibsted, L. (2004). Higher antioxidant content in organic milk than in conventional milk due to feeding strategy. *DARCOFenews*, Newsletter from Danish Research Centre for Organic Farming, 3 (<http://www.darcof.dk/enews/sep04/milk.html>).

[87] Nilzen, V., Babol, J., Dutta, P. C., Lundeheim, N., Enfält, A. C., & Lundstrom, K. (2001). Free range rearing of pigs with access to pasture grazing- effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Sci.*, 58, 267-275.

[88] Olsson, V., Andersson, K., Hansson, I., & Lundström, K. (2003). Differences in meat quality between organically and conventionally produced pigs. *Meat Sci.* 64 (3), 287-297.

[89] Palupi, E., Jayanegara, A., Ploeger, A., & Kahl, J. (2012). Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. *J Sci Food Agric* 2012.

[90] Parodi, P. W. (1977). Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. *Journal of Dairy Science* , 60, 1550-1553.

[91] Parodi, P. W. (1999). Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 82, 1339-1349.

[92] Pastushenko, V., Matthes, H., , D., Hein, T., & Holzer, Z. (2000). Impact of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human health. *Proc. th IFOAM Sci. Conf., Basel*, s. 693., 13.

- [93] Perez-Lopez, A. J., Fortea, M. I., Del Amor, F. M., Serrano-Martinez, A., & Nunez- Delicado, E. (2007). Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *J Sci Food and Agric*, 87, 2075-2080.
- [94] Petterson, B. D. (1978). A Comparison between the Conventional and Biodynamic Farming Systems as Indicated by Yields and Quality, W: International IFOAM Conference- Towards a Sustainable Agriculture- Sissach.
- [95] Pfeuffer, M., & Schrezenmeir, J. (2000). Bioactive substances in milk with properties decreasing risk of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition* 84 (1), 155-159.
- [96] Pla, M. (2008). A comparison of the carcass traits and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. *Livestock Science*, 115, 1-12.
- [97] Prandini, A., Geromin, D., Conti, F., Masoero, F., Piva, A., & Piva, G. (2001). Survey on the level of conjugated linoleic acid in dairy products. *Italian Journal of Food Science*, 13, 243-253.
- [98] Pussemier, L., Larondelle, Y., Peteghem, C., & Huyghebaert, A. (2006). Chemical safety of conventionally and organically produced food stuffs: a tentative comparison under Belgian conditions. *Food control*, 6, 14-21.
- [99] QLIF (Quality Low Input Food),. (2008). www.qlif.org.
- [100] Rapisarda, P., Calabretta, M. L., Romano, G., & Intrigliolo, F. (2005). Nitrogen Metabolism Components as a Tool To Discriminate between Organic and Conventional Citrus Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, 53 (7), 2664-2669.
- [101] Reganold, J., Andrews, P., Reeve, J., Carpenter-Boggs, L., Schadt, Ch., Alldredge, R., Ross, C., Davies, N., & Zhou, J. (2010). Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional strawberry Agroecosystems. *PlusOne*, 5/ , 9, 123-137.
- [102] Rembiałkowska, E. (1998). Badania porównawcze jakości zdrowotnej i odżywczej marchwi i białej kapusty z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. *Rocz. AR Pozn. CCCIV, Ogród.*, 27, 257-266.
- [103] Rembiałkowska, E. (2000). Zdrowotna i sensoryczna jakość ziemniaków oraz wybranych warzyw z gospodarstw ekologicznych. *Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa*.
- [104] Rembiałkowska, E., Adamczyk, M., & Hallmann, E. (2003a). Jakość sensoryczna i wybrane cechy jakości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Bromat.Chem. Toksykol.*, 36, 33-40.
- [105] Rembiałkowska, E., Adamczyk, M., & Hallmann, E. (2004). Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Bromat. Chem. Toksykol-Suplement*, 201-207.
- [106] Rembiałkowska, E., Hallmann, E., Adamczyk, M., Lipowski, J., Jasińska, U., & Owczarek, L. (2006). Wpływ procesów technologicznych na zawartość polifenoli ogółem oraz potencjał przeciwutleniający przetworów (soku i kremogenu) uzyskanych z jabłek pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywność, Technologia Jakość*, 1(46), Suplement, 121-126.

- [107] Rembiałkowska, E., Hallmann, E., & Szafirowska, A. (2005). Nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional cultivation. *Culinary Arts and Sciences V. Global and National Perspectives*. (Red. Edwards, J.S.A., Kowrygo, B., Rejman, K.), 193-202.
- [108] Rembiałkowska, E., Hallmann, E., & Wasiak-Zys, G. (2003b). Jakość odżywcza i sensoryczna pomidorów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, , 30, 893-899.
- [109] Rembiałkowska, E., & Rutkowska, B. (1996). Comparison of sensory, nutritional and storage quality of potatoes from ecological and conventional farms. W: *Proc. of the 5th International Conf. "Quality for European Integration"* (Red. Szafran M., Koziol J., Małecka M.), Poznań, 382-385.
- [110] Rickman, Pieper, J., & Barrett, D. M. (2009). Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *J Sci Food Agric*, 89, 177-194.
- [111] Rutkowska, G. (1999). Badania zawartości azotanów i azotynów w warzywach uprawianych ekologicznie i konwencjonalnie. *Przem. Spoż.*, 6, 47-49.
- [112] Samaras, J. (1978). *Nachernteverhalten unterschiedlich geduengter Gemusearten mit besonderer Berucksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter*. Schriftenreihe "Lebendige Erde" Darmstadt.
- [113] Schuphan, W. (1974). Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments- *Qualitas Plantarum- Pl.Fds.hum.Nutr.XIII*, 4, 333-358.
- [114] Spadaro, D., Ciavorella, A., Frati, S., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2008). Occurrence and level of patulin contamination in conventional and organic apple juices marketed in Italy. Poster na konferencji: *Cultivating the Future Based on Science: 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR*, Modena, Italy, June, 18-20.
- [115] Stracke, B. A., Rüfer, C. E., Bub, A., Briviba, K., Seifert, S., Kunz, C., & Watzl, B. (2008). Bioavailability and nutritional effects of carotenoids from organically and conventionally produced carrots in healthy men, *Br. J. Nutr.* Forthcoming, 1-9.
- [116] Sundrum, A., & Acosta, A. Y. (2003). Nutritional strategies to improve the sensory quality and food safety of pork while improving production efficiency within organ. *The Quality of Organically Produced Food*. <http://dx.doi.org/10.5772/54525> 91 ic framework conditions. Report of EU-project, Improving Quality and Safety and Reduction of Costs in the European Organic and 'Low Input' Supply Chain, CT-2003 506358.
- [117] Szente, V., Szakaly, S., Bukovics, Z. S., Szigeti, O., Polereczki, Z. S., Szekely, O., Berke, S. Z., Takacs, G. Y., Nagyne, Farkas. R., & Szakaly, Z. (2006). The role of CLA content of organic milk in consumers' healthcare. *Materiały konferencyjne Joint Organic Congress*, Odense, Denmark (www.orgprints.org/7207/).
- [118] Szponar, L., & Kierzkowska, E. (1990). Azotany i azotyny w środowisku oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. *Post.Hig. Med. Dośw.* , 44, 327-350.
- [119] Tarozzi, A., Hrelia, S., Angeloni, C., Morroni, F., Biagi, P., Guardigli, M., Cantelli-Forti, G., & Hrelia, P. (2006). Antioxidant effectiveness of organically and non-organically grown red oranges in cell culture systems. *Eur J Nutr*, 45, 152-158.

- [120] Taylor, G. C., & Zahradka, P. (2004). Dietary conjugated linoleic acid and insulin sensitivity and resistance in rodent models. *American Journal of Clinical Nutrition* 79 (Supl.6), 1164S-1168S.
- [121] Toledo, P., Andren, A., & Bjorck, L. (2002). Composition of raw milk from sustainable production systems. *International Dairy Journal* , 12, 75-80.
- [122] Toor, R. K., Savage, G. P., & Heeb, A. (2006). Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J Food Comp Anal*, 19, 20-27.
- [123] Tyburski, J., & Żakowska-Biemans, S. (2007). *Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego*. Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- [124] Velimirov, A. (2001). Ratten bevorzugen Biofutter. *Oekologie & Landbau*, 117, 19-21.
- [125] Velimirov, A. (2002). Integrative Qualitätsmethoden im Zusammenhang mit der P-Wert Bestimmung. Tagungsband 9. Internationale Tagung Elektrochemischer Qualitätstest, 30.05.-01.06.2002, Institut fuer Gemuesebau und Blumenproduktion, Mendel-Universitaet.
- [126] Velimirov, A. (2005). The consistently superior quality of carrots from one organic farm in Austria compared with conventional farms. 15th IFOAM Organic World Congress "Researching and Shaping Sustainable Systems", Adelaide, 21.-23.
- [127] Versari, A., Parpinello, G. P., & Mattioli, A. U. (2007). Survey of Patulin Contamination in Italian Apple Juices from Organic and Conventional Agriculture. *J of Food Technology*, , 5(2), 143-146.
- [128] Vogtmann, H. (1985). *Ökologischer Landbau- Landwirtschaft mit Zukunft*. Pro Natur Verlag, Stuttgart.
- [129] Vogtmann, H. (1991). W: Lassen J. Paper- Food Quality and the Consumers. 1993. 92 *Organic Farming and Food Production*.
- [130] Vogtmann, H., Temperli, A. T., Kunsch, U., Eichenberger, M., & Ott, P. (1984). Accumulation of nitrates in leafy vegetables grown under contrasting agricultural systems. *Biol Agric Hort*, 2, 51-68.
- [131] Walshe, B. E., Sheehan, E. M., Delahunty, C. M., Morrissey, P. A., & Kerry, J. P. (2006). Composition, sensory and shelf life stability analyses of *Longissimus dorsi* muscle from steers reared under organic and conventional production systems. *Meat Science*, 73, 319-325.
- [132] Warman, P. R., & Havard, K. A. (1997). Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, , 61, 155-162.
- [133] Wawrzyniak, A., Hamułka, J., & Gołębiowska, M. (2004). Ocena zawartości azotanów (V) i azotanów (III) w wybranych warzywach uprawianych konwencjonalnie i ekologicznie. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 4, 341-345.
- [134] Weibel, F. P., Bickel, R., Leuthold, S., & Alfoldi, T. (2000). Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Acta. Hort.*, 7, 417-427.

- [135] Weibel, F. P., Treutter, D., Haseli, A., & Graf, U. (2004). Sensory and health related quality of organic apples: a comparative field study over Tyree years using conventional and holistic methods to assess fruit quality. 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing; LVWO: Weinsberg, Germany, , 185-195.
- [136] Whigham, L. D., Cook, M. E., & Atkinson, R. L. (2000). Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacological Research* 42(6), 503-10.
- [137] Wieczyńska, J. (2010). rodowiskowe uwarunkowania występowania mikotoksyn w pszenicy ekologicznej i konwencjonalnej. SGGW, Warszawa.
- [138] Wilkins, J. L., & Gussow, J. D. (1997). Regional Dietary Guidance: Is the Northeast Nutritionally Complete? *Agricultural Production and Nutrition. Proceedings of an International Conference, Boston, Massachusetts, Tufts University, Medford, MA 02155, March 19-21, 1997: 23-33.*
- [139] Woodward, B. W., & Fernandez, M. I. (1999). Comparison of conventional and organic beef production systems II. Carcass characteristics. *Livestock Prod. Sci.*, 61, 225-231.
- [140] Worthington, V. (2001). Nutritional Quality of Organic Versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 7(2).
- [141] Young, J. E., Zhao, X., Carey, E. E., Welti, R., Yang-S, S., & Wang, W. (2005). Hytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Mol. Nutr. Food Res.*, 49, 1136-1142.
- [142] Zadoks, J. C. (1989). *Development of Farming Systems*, Pudoc, Wageningen.