

أحماض اللينوليك المقترنة : تخليقها في جسم الحيوان المجتر

وتأثيرها على صحة المستهلك

فؤاد سالم الكريم¹

DOI: <https://doi.org/10.54172/mjsc.v26i1.204>

الملخص

أحماض اللينوليك المقترنة اسم عام يشير الي مجموعة من المتشاكلات المختلفة في موقع الروابط المزدوجة وترتيبها الفراغي للحمض الدهني اللينوليك *cis-9,cis-12C18:2*. تعتبر لحوم وألبان الحيوانات المجترة المصدر الطبيعي الغني بهذه الأحماض نظرا لأنها تنتج كمركبات وسطية أثناء عملية الهدرجة الحيوية لحمض اللينوليك التي تحدث في الكرش. المتشاكل *cis-9,trans-11C18:2* يكون من 80-90% من أحماض اللينوليك المقترنة. التخليق الداخلي للمتشاكل *cis-9,trans-11C18:2* في الغدة اللبنية من حامض الفاكسينيك *trans-11C18:1* يمثل الجزء الأكبر من نسبته في الحليب. نسبة *trans-10,cis-12C18:2* تزداد تحت نظم علفية معينة. المتشاكلان *cis-9,trans-11C18:2* و *trans-10,cis-12C18:2* هما الأكثر كمية في غذاء الإنسان كما أنهما الأكثر نشاط حيوي.

تعزى لأحماض اللينوليك المقترنة تأثيرات إيجابية متعددة كمثبطة للأورام السرطانية ومحفزة لجهاز المناعة ونمو الجسم ومخفضة لنسبة الكوليسترول في الدم، كما أنها يمكن أن تخفض الكتلة الدهنية في الجسم وبالتالي تساعد في التخلص من البدانة. منتجات الحيوانات المجترة الغنية بهذه المركبات يمكن اعتبارها أغذية وظيفية وبالتالي يلعب ذلك دور هام في تغيير نظرة المستهلك التقليدية لهذه المنتجات.

كلمات مفتاحية : أحماض اللينوليك المقترنة، الحيوانات المجترة، صحة الإنسان

¹ قسم الانتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء - ليبيا.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي 4.0 CC BY-NC

المقدمة

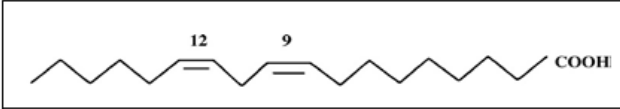
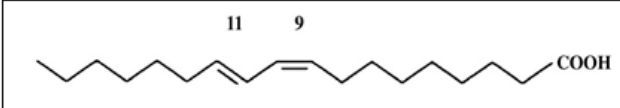
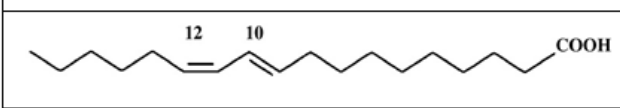
تشكل منتجات الحيوانات المجترة من لبن ولحوم جزءا هاما من غذاء الإنسان منذ آلاف السنين. لوحظ منذ فترة طويلة أن الدهون الموجودة في أجسام الحيوانات المجترة تميل أن تكون مشبعة بغض النظر عن نوعية الدهون الموجودة في العليقة. عند تناول الحيوان المجتر لدهون غير مشبعة في غذائه فإن الأحياء الدقيقة الموجودة في الكرش تقوم بتحرير الأحماض الدهنية من المركبات المرتبطة بها أولا ثم تقوم بعد ذلك بمدرجة الأحماض غير المشبعة لتنتج في النهاية أحماض دهنية مشبعة بالإضافة إلى أحماض تظهر كمنتجات وسطية من نوع (*trans*) (Harfoot و Hazlewood 1988). ازداد الاهتمام بمحتوى منتجات الحيوانات المجترة من الدهون بصورة رئيسية نظرا لزيادة عدد الدراسات التي تربط بين بعض الأحماض الدهنية و صحة المستهلك خاصة مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية (National Heart Foundation 1999). أحماض اللينوليك المقترة (*Conjugated linoleic acids*) (Isomers) للحمض الدهني اللينوليك. يعتبر كل من *cis-10,trans-11-C18:2* و *trans-10,cis-12-C18:2* المتشاكلان الأكثر شيوعا في غذاء الإنسان وهما أيضا النشيطان حيويا (Troegeler-Meynadier و Enjalbert 2005a).

تنتج أحماض اللينوليك المقترة من المدرجة الحيوية الميكروبية لأحماض اللينوليك في الكرش ومن إضافة رابطة مزدوجة إلى حمض الفاكسينيك بواسطة إنزيم الديساتيورايز في أنسجة الحيوانات الثديية (Bauman وآخرون 1999). يعزى لأحماض اللينوليك المقترة والتي تعتبر منتجات الحيوانات المجترة مصدرها الطبيعي الأساسي، خصائص فريدة كمضادة للسرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية وكمخفضة لنسبة الدهن في الجسم (Park 2008). لقد تم التفكير في زيادة نسبة أحماض اللينوليك المقترة في بيض الدجاج، حيث تعتبر أسهل مقارنة بالحيوان المجتر، لكن لوحظ أن أحماض اللينوليك المقترة خصوصا *trans-10,cis-12-C18:2* تسبب تدهور في صفات البيض وانخفاض يصل إلى درجة انعدام نسبة الفقس في البيض المخصب (Grinari 2005). تحذف هذه الورقة إلى استعراض للدراسات المتعلقة بتخليق أحماض اللينوليك المقترة في الحيوان المجتر و مصادرها وتأثيرها على صحة المستهلك.

1. أحماض اللينوليك المقترنة: والترتيب الفراغي (cis,cis ; cis,trans ;)

مجموعة من المتشاكلات (isomers) لحمض اللينوليك لها نفس طول سلسلة حمض اللينوليك ولكنها ذات روابط مزدوجة مقترنة مختلفة المواقع (c8,c10 ; c9,c11 ; c10,c12 ; c11,c13)

أحماض اللينوليك المقترنة اسم عام لمجموعة من المتشاكلات (isomers) لحمض اللينوليك لها نفس طول سلسلة حمض اللينوليك ولكنها ذات روابط مزدوجة مقترنة مختلفة المواقع (c8,c10 ; c9,c11 ; c10,c12 ; c11,c13)

	<i>cis-9,cis-12-C18:2</i>
	<i>cis-9,trans-11C18:2</i>
	<i>trans-10,cis-12C18:2</i>

شكل 1. تركيب حمض اللينوليك والمتشاكلان *cis-9,trans-11C18:2* و *trans-10,cis-12C18:2*

2. تخليق أحماض اللينوليك المقترنة في الحيوان الأحياء الدقيقة :

تتعرض الدهون التي تدخل الكرش الى عملية تحلل بواسطة إنزيم الليبيز الميكروبي الذي يقوم بعملية إماهة (Lipolysis) للروابط الاسترية (ester linkages) مما يؤدي إلى تحرر الأحماض الدهنية (Garton وآخرون 1961). تحتوي الكرش بصورة رئيسية بروتوزوا مهدبة وبكتيريا لا هوائية وفطريات لا هوائية. كثير من المصادر تعتبر أن البكتيريا هي

يمكن أن تصنع أحماض اللينوليك المقترنة في الحيوان بواسطة الأحياء الدقيقة الموجودة في الكرش في حالة المجترات او الموجودة في الأمعاء في حالة الحيوانات وحيدة المعدة، كما يمكن أن يصنع في أنسجة الجسم.

المسئولة بشكل رئيسي عن الهدرجة الحيوية للأحماض الدهنية غير المشبعة (Jenkins وآخرون 2008، Devillard وآخرون 2006). ومع ذلك تشير بعض الدراسات الحديثة أن بعض فطريات الكرش غير الهوائية تقوم بهدرجة حمض اللينوليك غير ان عملية الهدرجة تكون بطيئة وغير كاملة مقارنة بما تقوم به البكتيريا (Nam و Garnsworthy 2007). أحماض اللينوليك المقترنة تتكون كمنتج وسطي أثناء عملية الهدرجة الحيوية لحمض اللينوليك (شكل 2). الخطوة الأولى في هدرجة حمض اللينوليك $cis-9, cis-12-C18:2$ هي عملية تشاكل أو أزمرة (Isomerization) للرابطة المزدوجة $cis-12$ ينتج عنها حمض اللينوليك المقترن $cis-9, trans-$ $11C18:2$ (Kepler وآخرون 1966). الأنزيم المسئول عن تكوين الروابط المزدوجة المقترنة في النظام ($cis-9, cis-12$) في حمض اللينوليك وكذلك حمضي ألفا لينولينيك و جاما لينولينيك هو لينوليك ايزوميريز (EC 5.2.1.5)، ويرتبط الإنزيم بالغشاء الخلوي البكتيري ويحتاج بصورة مطلقة إلى مجموعة كربوكسيل حرة (Bauman وآخرون 1999).

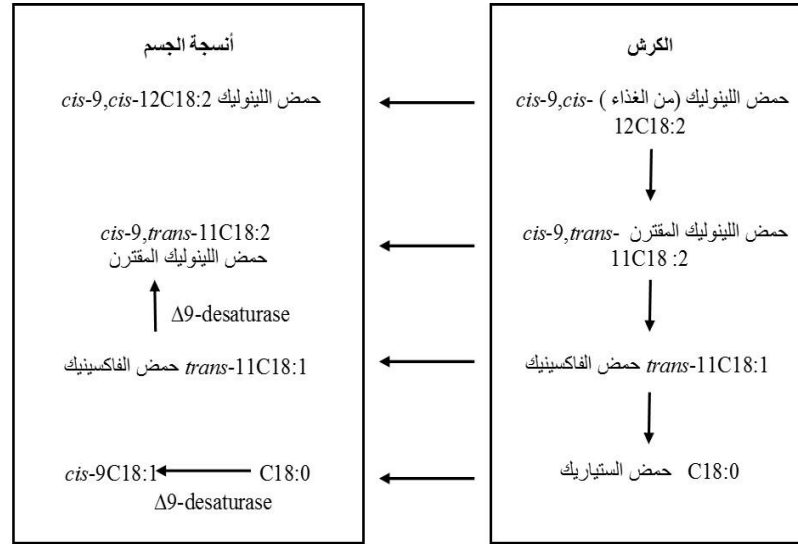
2.2. تخليق أحماض اللينوليك المقترنة في أنسجة الجسم:

ينتج حمض الفاكسينيك $trans-$ $11C18:1$ كمركب وسطي أثناء هدرجة الأحياء الدقيقة للأحماض الدهنية غير المشبعة في الكرش، ثم يتم هدرجه إلى حامض الستياريك. عملية تحول حمض الفاكسينيك إلى ستياريك بطيئة مما يؤدي إلى تراكمه في الكرش وبالتالي يكون متاح للامتصاص لاحقاً في الأمعاء (Bauman وآخرون 1999). حمض الفاكسينيك الممتص يتعرض إلى عملية إدماج لرابطة مزدوجة من نوع cis بين ذرة الكربون رقم 9 وذرة الكربون 10 في الغدة اللبنية (Corl وآخرون 2001) أو في الأنسجة الدهنية (Schmid وآخرون 2006) للحيوانات المجتررة بواسطة إنزيم $\Delta 9$ -desaturase وتكون هذه العملية هي المصدر المهم لحمض اللينوليك المقترن $cis-9, trans-$ $11C18:2$ في منتجات الحيوانات المجتررة عند غياب أي عامل مثبط لهذا الإنزيم. هذا الإنزيم يتكون في الواقع من نظام معقد متعدد الإنزيمات يشتمل على

المسئولة بشكل رئيسي عن الهدرجة الحيوية للأحماض الدهنية غير المشبعة (Jenkins وآخرون 2008، Devillard وآخرون 2006). ومع ذلك تشير بعض الدراسات الحديثة أن بعض فطريات الكرش غير الهوائية تقوم بهدرجة حمض اللينوليك غير ان عملية الهدرجة تكون بطيئة وغير كاملة مقارنة بما تقوم به البكتيريا (Nam و Garnsworthy 2007). أحماض اللينوليك المقترنة تتكون كمنتج وسطي أثناء عملية الهدرجة الحيوية لحمض اللينوليك (شكل 2). الخطوة الأولى في هدرجة حمض اللينوليك $cis-9, cis-12-C18:2$ هي عملية تشاكل أو أزمرة (Isomerization) للرابطة المزدوجة $cis-12$ ينتج عنها حمض اللينوليك المقترن $cis-9, trans-$ $11C18:2$ (Kepler وآخرون 1966). الأنزيم المسئول عن تكوين الروابط المزدوجة المقترنة في النظام ($cis-9, cis-12$) في حمض اللينوليك وكذلك حمضي ألفا لينولينيك و جاما لينولينيك هو لينوليك ايزوميريز (EC 5.2.1.5)، ويرتبط الإنزيم بالغشاء الخلوي البكتيري ويحتاج بصورة مطلقة إلى مجموعة كربوكسيل حرة (Bauman وآخرون 1999).

الخطوة التالية هي اختزال للرابطة المزدوجة $cis-9$ لينتج حمض الفاكسينيك $trans-11C18:1$ ثم تختزل في خطوة لاحقة الرابطة $trans-11$ لينتج حمض الستياريك $C18:0$ (Harfoot و Hazlewood 1988). يؤدي ارتفاع حموضة الكرش الناتج عن زيادة المركبات وانخفاض الأعلاف

trans-acyl- و NADH-cytochrome b5 reductase CoA synthase بالإضافة إلى $\Delta 9$ -desaturase الطريفي (Bauman و آخرون 1999). زيادة نسبة حموضة الكرش الناتجة عن ارتفاع المركبات في العليقة يمكن أن تؤدي إلى خفض نشاط نظام الديساتيوريز الإنزيمي. بني التخمين السابق على أساس أن ارتفاع حموضة الكرش تغير من توليفة الأحماض الدهنية الناتجة لتزيد من نسبة حمض اللينوليك المقترن *trans*-10,*cis*-12C18:2 على حساب *cis*-9,*trans*-11C18:2. وقد لاحظ (Baumgard وآخرون 2001) أن حقن *trans*-10,*cis*-12C18:2 في المعدة الحقيقية للأبقار الحلوب قد ثبت نشاط نظام الديساتيوريز الإنزيمي عند الجرعات العالية بينما لم يتأثر عند الجرعات المنخفضة. حمض اللينوليك المقترن *trans*-10,*cis*-12C18:2 وعلى خلاف نظيره *cis*-9,*trans*-11C18:2 يكون مصدره الكرش فقط لان النظام الأنزيمي $\Delta 12$ -desaturase غير موجود في الغدة اللبنية (Lawson وآخرون 2001).



شكل 2. دور هدرجة الكرش الحيوية وإنزيم دلتا 9. ديساتيوريز الموجود بالأنسجة في إنتاج حمض اللينوليك المقترن *cis*-9,*trans*-11C18:2 بدهن المجترات (Bauman و آخرون 1999).

3. تأثير أحماض اللينوليك المقترنة على صحة الإنسان

13. نمو الخلايا السرطانية:

اكتشف وجود مضادات لتولد الأورام السرطانية في مستخلصات اللحم البقري بواسطة العاملين Pariza و Hargraves (1985) خلال عملهم على فئران معاملة بمواد كيميائية مولدة للسرطان. تبين بعد ذلك أن المادة الفعالة في لحم البقر المسئولة عن تثبيط تولد الأورام السرطانية هي أحماض اللينوليك المقترنة (Ha) وآخرون (1987). اغلب الدراسات التي أجريت حول التأثيرات الصحية المحتملة لأحماض اللينوليك المقترنة كانت على الحيوانات. في ثلاث تجارب مستقلة وجد (Ha و آخرون 1990) أن تناول الفئران لأحماض اللينوليك المقترنة المنتجة صناعياً ثبت تطور الأورام السرطانية المستحثة كيميائياً في المعدة عن طريق مادة Penzopyrene. نتائج مشابهاً على الجرذان بينت ان احماض اللينوليك المقترنة المنتجة صناعياً كانت فعالة في تثبيط تطور أورام الغدة البنية المستحثة كيميائياً بواسطة مادة dimethylbenzanthracene (Ip) وآخرون (1991). أشارت الدراستين السابقتين أن المتشاكل $cis-9,trans-11C18:2$ هو فقط الذي وجد في الدهون الفسفورية بالمستخلصات الوريية وأن تركيزه بها ارتبط إيجابياً مع زيادته في الغذاء. الدراسات التي أجريت على خلايا بشرية أظهرت أن إضافة أحماض

اللينوليك المقترنة عن طريق الغذاء تستطيع إيقاف النمو المرضي وانتشار سرطان الثدي (Visonneau وآخرون 1997). بالرغم من النتائج المبدئية المشجعة فقد شدد (Kelley وآخرون 2007) انه من الصعب الخروج باستنتاج واضح في الوقت الحالي حول دور متشاكلات حمض اللينوليك المقترنة في الأورام السرطانية وتطبيقات ذلك على الإنسان.

23. أمراض القلب والأوعية الدموية:

يبدو من استعراض الدراسات المتعلقة بتأثير أحماض اللينوليك المقترنة على تصلب الشرايين ومستويات الدهون أن نتائجها متضاربة نوعاً ما و اغلبها تم على النموذج الحيواني. كما أن أحماض اللينوليك المقترنة المستخدمة تكون في الغالب مصنعة والكميات المستخدمة ونسب المتشاكلات في المخلوط تختلف عن نسبها وكمياتها في منتجات الحيوانات المجترة لذلك يصعب معرفة فيما إذا كان استهلاك الإنسان لألبان ولحوم المجترات سيعطي نفس النتيجة. إضافة أحماض اللينوليك المقترنة إلى عليقة الهامستر خفض تطور تصلب شريان الأورطي إلى درجة كبيرة مقارنة بحمض اللينوليك (Wilson وآخرون 2000)، أما إضافتها إلى عليقة الأرانب بنسبة 1% فقد ثبتت تولد تصلب الشريان العصيدي، كما أدت إلى اضمحلال بنسبة 30% للتصلب الشرياني في الأرانب التي تعاني من تصلب شرايين (Kritchevsky وآخرون 2000). وفي

المقابل لم يلاحظ (Munday وآخرون 1999) الخنازير (Ostrowska وآخرون 1999) بوضوح أي اثر إيجابي لدى الفئران عند إضافة أحماض اللينوليك المقتزنة إلى الغذاء مولدة لتصلب الشرايين، بل ازداد معدل تصلب الشرايين العصيدية في الفئران التي تناولت عليقة محتوية على أحماض اللينوليك المقتزنة مقارنة بالعليقة المحتوية على حامض اللينوليك فقط. يجدر التنويه إلى أن أحماض اللينوليك المقتزنة المستخدمة في هذه التجربة عبارة عن خليط مصنع يتكون بشكل رئيسي من *cis-9,trans-11C18:2* و *trans-10,cis-12C18:2*. عندما استعرض (Terpstra 2004) الدراسات التي أجريت حول تأثير إضافة حمض اللينوليك المقتزنة إلى الغذاء في الإنسان على دهون الدم، لاحظ أن دراسة واحدة فقط أظهرت انخفاضاً في نسبة الكوليسترول، بينما لم تلاحظ في كل الدراسات الأخرى أي تأثيرات معنوية على أنواع الكوليسترول بالبلازما. بالنظر إلى هذه النتائج المختلفة فإنه يمكن القول بأنه لا يوجد دليل قاطع حتى الآن يؤيد احتمال وجود اثر واقعي لأحماض اللينوليك المقتزنة ضد تصلب الشرايين (Munday وآخرون 1999).

33 دهون الجسم:

تشير التجارب التي أجريت على الفئران (Park وآخرون 1997، DeLany وآخرون 1999) أو الجرذان (Azain وآخرون 2000) أو الخنازير (Ostrowska وآخرون 1999) إلى أن إضافة أحماض اللينوليك المقتزنة إلى الغذاء تؤدي إلى انخفاض في وزن الكتلة الدهنية في الجسم وزيادة العضل. وكما اشرنا سابقاً فإن الحمض المستخدم في هذه الدراسات كان عبارة عن خليط صناعي من أحماض اللينوليك المقتزنة، ويبدو أن المشاكل الفعال في مجموعة أحماض اللينوليك المقتزنة المسئول عن التغير في الكتلة الدهنية بالجسم هو *trans-10,cis-12C18:2* (Roche وآخرون 2001، Pariza وآخرون 2000). بينما تشير الدراسات على الحيوان (المذكورة أعلاه وغيرها) إلى إمكانية استخدام أحماض اللينوليك المقتزنة كوقاي ضد السممنة فإن هناك أدلة علمية قليلة تشير إلى إمكانية تأثير هذه الأحماض على تكوين الجسم في الإنسان. إحدى هذه الدراسات (Gaulhier وآخرون 2005) أظهرت أن إضافة أحماض اللينوليك المقتزنة التجارية إلى غذاء أفراد أصحاء يعانون من زيادة الوزن لمدة 24 شهر أدى إلى انخفاض معنوي في كتلة الجسم الدهنية ووزن الجسم بينما لم تتأثر الكتلة العضلية بالجسم. الآثار السابقة الملاحظة حول ايض الدهون وتكوين الجسم تعزى على ما يبدو إلى *trans-10,cis-12C18:2* (Pariza وآخرون 2000). هذا التأثير الخافض للكتلة الدهنية في الجسم لدى الإنسان لم تؤيده كل الدراسات العلمية، فقد خلص (Larsen وآخرون 2006) بان إضافة خليط من أحماض اللينوليك

المقترنة لمدة سنة بمعدل 3,4 جم/اليوم لم يكن له تأثير على وزن الجسم او استعادة وزن الكتلة الدهنية (بعد تحفيز فقدها بواسطة حمية منخفضة السعرات) في أفراد يعانون من السمنة.

43. وظيفة الجهاز المناعي ونمو الجسم:

يبدو أن تناول أحماض اللينوليك المقترنة في الغذاء يحفز زيادة إنتاج القلوبولينات المناعية في الجرذان (Sugano وآخرون 1998) وفي الفئران (Kim و Chung 2003) كما حسن الاستجابة

المناعية في دجاج اللحم (Takahashi وآخرون 2003). تأثير أحماض اللينوليك المقترنة على جهاز المناعة تختلف باختلاف المتشاكل، حيث تشير النتائج إلى أن *trans-10,cis-12C18:2* يلعب دور رئيسي في إنتاج القلوبولينات المناعية (Pariza وآخرون 2000). فقد لوحظ أن إنتاج القلوبولينات في الخلايا الليمفاوية لمجموعة من الفئران تغذت على *trans-10,cis-12C18:2* كانت أعلى من المجموعة التي تغذت على *cis-9,trans-11-C18:2*، كما أن نسبة خلايا B كانت في المجموعة التي تغذت على *cis-9,trans-11C18:2* اقل بينما في المجموعة التي تغذت على *trans-10,cis-12C18:2* كانت أعلى مقارنة بمجموعة الشاهد (Yamasaki وآخرون 2003). أشارت بعض التقارير أن تناول الحيوانات لأحماض اللينوليك المقترنة في العليقة يؤدي إلى زيادة في وزن الجسم (Pariza وآخرون 2001،

Yamasaki وآخرون 2003) في حين أشار (Kang وآخرون 2003، Zhang وآخرون 2005) انه لم يكن لهذه الأحماض تأثير على نمو دجاج اللحم. هذا التباين حول تأثير أحماض اللينوليك المقترنة على النمو يمكن أن يعزى إلى اختلاف في أنواع الحيوانات المستعملة وتركيز الأحماض في العليقة ونوع المتشاكلات وفترات التغذية والوضع الغذائي للحيوان (Zhang وآخرون 2005).

53. نمو العظام :

بالرغم من أن نتائج الدراسات حول تأثير أحماض اللينوليك المقترنة على نمو العظام غير متفقة، فان هناك أشارات إلى أنها تحفز امتصاص الكالسيوم ويمكن أن تساعد في نمو العظام لدى الحيوانات (Hur و Park 2007). لوحظ أن إضافة *trans-10,cis-12C18:2* زادت من نسبة الرماد في جسم الفئران (Park وآخرون 1999). لوحظ أيضا أن هناك استجابة للمعاملة بأحماض اللينوليك المقترنة لدى الحيوانات أثناء فترة النمو السريع (Burr وآخرون 2006). خلص (Benjamin و Spener 2009) من خلال استعراض للدراسات المتعلقة بان التأثيرات المختلفة لأحماض اللينوليك على فسيولوجيا العظم يمكن أن تعزى إلى اختلاف المتشاكلات الموجودة في مستحضرات أحماض اللينوليك التجارية، بينما تأثير المتشاكل السائد في

هذه المستحضرات (*trans-10,cis-12C18:2*) **4. مصادر أحماض اللينوليك المقترنة:** مازال يكتنفه الغموض. تشير نتائج عدة دراسات إلى ارتفاع نسبة الأنسولين في الدم وانخفاض حساسية الخلايا المختلفة له في الحيوانات التي تغذت على علائق مدعمة بأحماض اللينوليك المقترنة (Wang و Jones 2004). النتائج في هذا الصدد متعارضة فقد أظهرت نتائج (Ryder وآخرون 2001) أن عليقة تحتوي على خليط من أحماض اللينوليك المقترنة (*trans-10,cis-12C18:2* 50% : *cis-9,trans11-C18:2*) أدت إلى خفض الدهون وحسنت معدل الجلوكوز في الدم كما أنها حسنت من نقل الأنسولين للجلوكوز وتصنيع الجلايكوجين في العضلات الهيكلية وذلك عندما أعطيت لجرذان ZDF (Zucker diabetic fatty rats). يتحفظ (Pariza 2004) على إمكانية حدوث انخفاض حساسية للأنسولين في الفئران التي تغذت على علائق مدعمة بأحماض اللينوليك المقترنة ويرى ان هذه النتائج مرتبطة بالظروف التجريبية. لا زالت الحاجة قائمة على ما يبدو إلى مزيد من الدراسات حول تأثير أحماض اللينوليك المقترنة على مرض السكري.

63. مرض السكري : تشكل الأغذية ذات المنشأ حيواني خصوصا لحوم وألبان الحيوانات المجترة المصدر الرئيسي للمتشاكلين الرئيسيين من أحماض اللينوليك المقترنة (Troegeler-Meynadier و Enjalbert 2005a)، ويوضح جدول 1. محتوى بعض المنتجات الحيوانية من أحماض اللينوليك المقترنة. حمض اللينوليك المقترن *cis-9,trans-11C18:2* هو المتشاكل السائد في هذه المنتجات. يلاحظ من بيانات الجدول أن حليب الضأن يعتبر اغني بأحماض اللينوليك المقترنة من بقية المجترات، كما أن لحم الحملان يحتوي على كمية أكبر من هذه الأحماض مقارنة باللحم البقري. تحتوي في المقابل لحوم الحيوانات غير المجترة ومنتجاتها مثل لحوم الدجاج و السمك والبيض على كميات منخفضة جدا، ويستثنى من ذلك لحم الديك الرومي الذي يحتوي على كميات لا بأس بها من أحماض اللينوليك المقترنة. يمكن أن تعزي ارتفاع كميات أحماض اللينوليك المقترنة في الديك الرومي إلى كثافة عمليات التخمر التي تحدث في الأمعاء الخلفية (Troegeler-Meynadier و Enjalbert 2005a).

جدول 1. محتوى بعض المنتجات الحيوانية من أحماض اللينوليك المقترنة

المصدر الغذائي	أحماض اللينوليك المقترنة
حليب بقري كامل الدسم	0,55 (جم/100جم دهون)
حليب بقري منخفض الدسم	0,41 (جم/100جم دهون)
جبنة شيدر	0,41 (جم/100جم دهون)
لحم بقري	0,43 (جم/100جم دهون)
لحم حملان	0,58 (جم/100جم دهون)
لحم عجل	0,27 (جم/100جم دهون)
حليب فريس	0,1 (%/دهن الحليب)
حليب ماعز	0,6 (%/دهن الحليب)
حليب ضأن	1,1 (%/دهن الحليب)
لحم دجاج	0,09 (%/دهن الجسم)
لحم ديك رومي	0,25 (%/دهن الجسم)
بيض	0,06 (%/الدهن)
سمك	0,060,01 (%/دهن الجسم)

نقلا عن (Roche وآخرون 2001، Troegeler-Meynadier و Enjalbert، 2005 Enjalbert و Troegeler-Meynadier، 2005)

الخلاصة

تشكل منتجات الحيوانات المجترة من ألبان ولحوم المصدر الأساسي لأحماض اللينوليك المقترنة في غذاء الإنسان. تعزى لهذه الأحماض فوائد صحية مثل انخفاض في وزن الكتلة الدهنية في الجسم وزيادة العضل و تحسين أداء جهاز المناعة كما أنها تملك خصائص مضادة لبعض الأورام السرطانية.

بالرغم من ان اغلب الدراسات أجريت على نماذج حيوانية وما زالت هناك حاجة إلى تأكيد بعض الآثار الإيجابية على الإنسان، لكن هذه النتائج ترفع من قيمة منتجات الحيوانات المجترة بعد أن يربط بين استهلاكها و بين الوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية.

**Conjugated linoleic acids : Synthesis in ruminant animal tissues
and their effects on human health**

AKRAIM F.¹

Abstract

Conjugated linoleic acids represent a group of positional and geometric isomers of linoleic acid cis-9,cis-12C18:2. Ruminant products (meat and milk) are the major source of conjugated linoleic acids due to ruminal biohydrogenation. The cis-9,trans-11C18:2 isomer represent 80-90% of total conjugated linoleic acids. Endogenous synthesis in mammary tissue account for large proportion of cis-9,trans-11C18:2 in milk. Proportion of trans-10,cis-12C18:2 increase under certain dietary conditions. These two isomers exhibit some interesting properties related to human health. The biological properties include limiting the induction and development of malignant tumors, stimulation of immune system and promote growth, lowering blood cholesterol and lowering the body fat mass. Ruminant products rich in these isomers can be considered as functional foods and so the image of these products for consumers can be improved.

Keywords : conjugated linoleic acids, ruminant animals, human health.

¹Animal production department, Faculty of agriculture, Omar Al-Mukhtar university

المراجع

- Azain, M. J., D. B. Hausman, M. B. Sisk, W. P. Flatt and D. E. Jewell. 2000. Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *J. Nutr.* 130 :1548-1554.
- Bauman, D.E., L. H. Baumgard, B. A. Corl and J. M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid. In : *Proceedings of the American Society of Animal Science*, Indianapolis, 1999, 1-15.
- Baumgard, L. H., J. K. Sangster and D. E. Bauman. 2001. Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). *J. Nutr.*, 131: 1764–1769.
- Benjamin, S. and F. Spener. 2009. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits : a Review. *Nutrition & Metabolism*, 6 : 36-49
- Burr, L. L., C. G. Taylor and H. A. Weiler. 2006. Dietary conjugated linoleic acid does not adversely affect bone mass in obese fa/fa or lean Zucker rats. *Experimental Biology and Medicine*, 231:1602-1609.
- Corl, B.A., L. H. Baumgard, D.A. Dwyer, J. M. Griinari, B. S. Phillips and D.E. Bauman. 2001. The role of delta(9)-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. *J. Nutr. Biochem.*, 12 : 622-630.
- DeLany, J. P., F. Blohm, A. A. Truett, J. A. Scimeca and D. B. West. 1999. Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice without affecting energy intake. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 276: R1172-R1179
- Devillard, E., F. M. McIntosh, C. J. Newbold, and R. J. Wallace. 2006. Rumen ciliate protozoa contain high concentrations of conjugated linoleic acids and vaccenic acid, yet do not hydrogenate linoleic acid or desaturate stearic acid. *Br. J. Nutr.*, 96 : 697-704.
- Garton, G. A., A. K. Lough and E. Vioque. 1961. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *J. Gen. Microbiol.*, 25 : 215–225.
- Gaullier, J. M., J. Halse, K. Høye, K. Kristiansen, H. Fagertun, H. Vik, and O. Gudmundsen. 2005. Supplementation with conjugated linoleic acid for 24 months is well tolerated by and reduces body fat mass in healthy, overweight humans. *J. Nutr.*, 135 : 778-784.
- Griinari, M. 2005. Conjugated linoleic acid and chicken eggs – A hopeless mismatch? *Lipid Technology*, 17:127-130.
- Griinari, J. M., K. Nurmela, D. A. Dwyer, D. M. Barbano and D. E. Bauman. 1999. Variation of milk fat concentration of conjugated linoleic acid and milk fat percentage is

- associated with a change in ruminal biohydrogenation. *J. Anim. Sci.* 77 (suppl. 1): 117–118 (abs.).
- Ha, Y. L., J. Storkson and M. W. Pariza. 1990. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.*, 50 : 1097–1101.
- Ha, Y. L., N. K. Grimm, M. W. Pariza. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef : Heat altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8 : 1881–1887.
- Harfoot, C. G. and G. P. Hazlewood. 1988. Lipid metabolism in the rumen. In : *The rumen microbial ecosystem*, Ed.: Hobson, P. N., Elsevier, Barking, UK., P 285-322.
- Hur, S. J. and G. B. Park. 2007. Effect of conjugated linoleic acid on bone formation and rheumatoid arthritis. *European Journal of Pharmacology*, 568 : 14-26
- Hur, S. J., G. B. Park and S. T. Joo. 2007. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. *Livestock Science*, 110: 221-229.
- Ip, C., S. F. Chin, J.A. Scimeca and M. W. Pariza. 1991. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.*, 51 : 6118–6124.
- Jenkins, T. C., R. J. Wallace, P. J. Moate and E. E. Mosley. 2008. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J. Anim. Sci.*, 86: 397-412.
- Kang, C. W., B. K. An, K. H. Shim, Y. Kobayashi and K. Tanaka. 2003. Excessive dietary conjugated linoleic acid affects hepatic lipid content and muscular fatty acid composition in young chicks. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16 : 1171-1176.
- Kelley, N. S., N. E. Hubbard and K. L. Erickson. 2007. Conjugated linoleic acid isomers and cancer. *J. Nutr.*, 137 : 2599-2607.
- Kepler, C.R., K. P. Hiron, J.J. McNeill and S. B. Tove. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.*, 241 : 1350-1354.
- Kim, J. Y and B. H. Chung. 2003. Effects of combination dietary conjugated linoleic acid with vitamin A (retinol) and selenium on the response of the immunoglobulin production in mice. *J. Vet. Sci.*, , 4: 103-108.
- Kritchevsky, D., S. A. Tepper, S. Wright, P. Tso, and S. K. Czarnecki. 2000. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. *J. Am. Coll. Nutr.* 19: 472S-477S
- Larsen, T. M., S. Toubro, O. Gudmundsen and A. Astrup. 2006. Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y does not

- prevent weight or body fat regain. *Am. J. Clin. Nutr.*, 83 : 606–612.
- Lawson, R. E., A. R. Moss and D. I. Givens. 2001. The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acid to man's diet: A review. *Nutr. Res. Rev.*, 14, 153–172.
- Munday, J. S., K. G. Thompson and K. A. C. James. 1999. Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model. *Br J. Nutr.* 81: 255–251
- Nam, I. S., and P. C. Garnsworthy. 2007. Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria. *J. Appl. Microbiol.* 103:551–556
- National Heart Foundation of Australia. 1999. A review of the relationship between dietary fat and cardiovascular disease. *Aust. J. Nutr. Diet.*, 56:Suppl.
- Ostrowska, E., M. Muralitharan, R. F. Cross, D. E. Bauman and F. R. Dunshe. 1999. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *J. Nutr.* 129: 2037-2042.
- Pariza, M.W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79 : 1132S-1136S
- Pariza, M.W. and W. A. Hargraves. 1985. A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene. *Carcinogenesis*, 6 : 591–593.
- Pariza, M. W., Y. Park and M. E. Cook. 2001. The biologically-active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog. Lipid Res.* 40: 283–298.
- Pariza, M. W., Y. Park and M. E. Cook. 2000. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: Evidence and speculation . *Proc Soc Exptl Biol Med*;223:8–13.
- Park, Y. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA): Good or bad trans fat?. *Journal of Food Composition and Analysis* . doi:10.1016/j.jfca.2008.12.002
- Park Y., J. M. Storkson, K. J. Albright, W. Liu, and M. W. Pariza. 1999. Evidence that the trans-10,cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, 34: 235–241.
- Park, Y., K. J., Albright, W. Liu, J. M. Storkson, M. E. Cook and M. W. Pariza. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 32 : 853–858.
- Roche, H.M., E. Noone, A. Nugent and M. J. Gibney. 2001. Conjugated linoleic acid: A novel therapeutic nutrient?. *Nutr Res Rev* 14, 173–187.
- Ryder, J. W., C. P. Portocarrero, X. M. Song, L. Cui, M. Yu, T. Combatsiaris, D. Galuska, D. E. Bauman, D. M. Barbano, M. J. Charron, J. R. Zierath and K. L. Houseknecht. 2001. Isomer-specific antidiabetic properties of conjugated linoleic acid. *Diabetes*, 50:1149-1157.

- Schmid, A., M. Collomb, R. Sieber and G. Bee. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Science*, 73 : 29–41
- Sugano, M., A. Tsujita, M. Yamasaki, M. Noguchi, and K. Yamada. 1998. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunoglobulin in rats. *Lipids*, 33: 521–527.
- Takahashi, K., Y. Akiba, T. Iwata and M. Kasai. 2003. Effects of a mixture of conjugated linoleic acid isomers on growth performance and antibody production in broiler chicks. *Br. J. Nutr.* 89 : 691-694.
- Terpstra, A. H. 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: An overview of the literature. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79: 352–361.
- Troegeler-Meynadier et Enjalbert. 2005a. Les acides linoléiques conjugués : 1. Intérêts biologiques en nutrition. *Revue Méd. Vét.*, 4 : 207-216.
- Troegeler-Meynadier et Enjalbert. 2005b. Les acides linoléiques conjugués : 3. Facteurs de variation des teneurs dans le lait et les produits laitiers. *Revue Méd. Vét.*, 6 : 323-331.
- Visonneau, S., A. Cesano, S. A. Tepper, J.A. Scimeca, D. Santoli and D. Kritchevsky. 1997. Conjugated linoleic acid suppresses the growth of human breast adenocarcinoma cells in SCID mice. *Anticancer Res.*, 17: 969–73.
- Wang, Y. and P. J. H Jones. 2004. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79 : 1153S-1158S.
- Wilson, T. A., R. J. Nicolosi, M. Chrysam and D. Kritchevsky. 2000. Conjugated linoleic acid reduces early aortic atherosclerosis greater than linoleic acid in hypercholesterolemic hamsters. *Nutr. Res.*, 20:1795-1805.
- Yamasaki, M., H. Chugo, A. Hirao, N. Koyanagi, T. Okamoto, N. Tojo, A. Oishi, T. Iwata, Y. Yamauchi-Sato, T. Yamamoto, K. Tsutsumi, H. Tachibana and K. Yamada. 2003. Immunoglobulin and cytokine production from spleen lymphocytes is modulated in C57BL/6J mice by dietary cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid. *J. Nutr.*, 133: 784-788.
- Zhang, H., Y. Guo and J. Yuan. 2005. Conjugated linoleic acid enhanced the immune function in broiler chicks. *Br. J. Nutr.* 94 : 746-752