مقارنة تركيب الاحماض الدهنية المتحررة بفعل انزيم الليبوبروتين لايبيز ولايبيزات البكتيرية المحبة للبرودة في حليب الابقار

كفاح سعيد دوش* عامر محمد علي الشيخ صالح* صالح عبد الهادي عبد محمد**
* قسم علوم الاغذية والتقانات الأحيائية- كلية الزراعة- جامعة بغداد
** قسم علوم الحياة – كلية العلوم- الجامعة المستنصرية

المستخلص

أجريت الدراسة الحالية لتقويم تأثير اضافة المعلق البكتيري الذي يحتوي على البكتريا المحبة للبرودة الى الحليب البقري المبستر والحضن لمدة 4 ايام على درجة حرارة 4 ± 2 °م ومقارنته مع الحليب البقري الخام المنتج تحت ظروف صحية ومعقمة من حيث نوعية وكمية الاحماض الدهنية المتحررة بفعل لايبيز الحليب الطبيعي (Lipoprotein(Lipase LPL ولايبيزات البكتريا المحبة للبرودة psychrophillic bacterial lipases. ومن النتائج اتضح ان لايبيزات الحليب الطبيعي LPL اكثر ميلاً في تحرير الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة C4 وC6 و C8وبالاخص الحامضين الدهنين C4 وC6 وكذلك الحوامض الدهنية الطويلة السلسلة C18 و$C18^{-1}$ اثناء مدد الخزن كافة. في حين وجد ان لايبيزات البكتيرية المحبة للبرودة تميل الى تحرير الحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة المتمثلة C10 وC12 وC14 و C16 اثناء مدد الخزن كافة. ومن هذا يمكن القول ان لايبيز الحليب الطبيعي LPL أكثر تخصصا في كسر الاواصر الاسترية الرابطة للحوامض الدهنية في المواقع الطرفية 1و3 على جزيئة الكليسريد الثلاثي (Triglyceride (TG اما لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة فهي اكثر تخصصا في كسر الاواصر الاسترية الرابطة للحوامض الدهنية في الموقع (2) على جزيئة TG. كما وجد ان قيم درجة حموضة الدهن (Acid Degree value (DVA أعلى في نموذج الحليب المبستر المضاف له المعلق البكتري عما هو عليه في نموذج الحليب المنتج تحت ظروف صحية ومعقمة . وتوصلت الدراسة الى ضرورة اعتماد النظافة في الحد من التلوث المكروبي الذي يساعد في تطور قيم درجة حموضة الدهن التي تعتمد عادة كدليل للتعرف على درجة تزنخ دهن الحليب .

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 40 (2) : 103-110 (2009) Doosh et al.

A COMPARISION BETWEEN FATTY ACIDS RELEASED BY LIPOPROTEIN LIPASE AND PSYCHROPHILIC BACTERIAL LIPASES IN COW MILK

K.S. DOOSH* A.M.A. SALIH * S.A.ABED-MOHAMED**
***Dept. of Food Science and Biotechnology, College of Agric.Univ .of Baghdad**
****Dept. of Biology, College of Science. Univ .of Mustansrea.**

ABSTRICT

This investigation was aimed to evaluate the effect of Lipoprotein Lipase (LPL) and psychrophillic bacterial lipases on fatty acids liberation in cow's milk .Two treatments were undertaken, the first included storing a sample of raw milk produced under aseptic conditions at 4 ± 2 Cº for 4 days. The second, comprised addition of psychrophillic bacterial suspensions to pasteurized milk that stored at 4 ± 2 Cº for 4 days. The obtained results revealed that LPL in raw milk hydrolyzed preferably short chain fatty acids, C4, C6 and C8, as well as, long chain fatty acids C18 and $C18^{-1}$. While, the psychrophillic bacterial lipases treatment, released preferably medium chain fatty acids, C10, C12, C14 and C16. These result's proposed that LPL attacked ester bond at position 1 and 3 on triglyceride (TG) and bacterial lipase attacked ester bond at position 2.The result's also showed that Acid Degree value (ADV) for pasteurized milk inoculated with psychrophilic bacterial suspension was higher than that for raw milk produced under hygienic conditions during all period storage.

المقدمة

توصف اللايبيزات بانها الانزيمات القادرة على التحلل المائي للروابط الاسترية الواقعة على السطح الفاصل بين الدهن والماء لمستحلب الكليسيريدات الثلاثية Triglyceride(TG) منتجة احماض دهنية حرة Free Fatty Acid (FFA) والتي يكفي وجود بعض منها مثل C4 وC6 وبتراكيز قليلة جدا لابراز عيب التزنخ بشكل واضح جدا (6). ان استعمال خزانات جمع الحليب المبردة في الحقل والمعمل حيث يخزن الحليب فيها ليومين او اكثر على درجة حرارة (4 ± 2) °م مما يشجع بشكل كبير حصول التحلل الدهني بالانزيمات المفرزة من قبل البكتريا المحبة للبرودة ، هذا بالاضافة الى فعل لايبيز الحليب الطبيعي Lipoprotein Lipase (LPL) (EC 3.1.1.34) الذي يعد هو المسؤول الرئيس عن تطور التحلل الدهني في الحليب الطبيعي (7و 8) . درس Morley وKuksis (10) التخصص الموقعي لانزيم LPL المنقى من الحليب البقري تجاه الاحماض الدهنية على جزيئة TG باستخدام Triolein كوسط صناعي علمت الحوامض الدهنية التي في المواقع الطرفية بوساطة [H]^{3} اما الحامض الدهني الذي في الموقع الوسطي فقد علم C ^{14} درست نواتج التحلل باستخدام طريقة كروماتوكرافي الطبقة الرقيقة ومن اهم النتائج التي تم التوصل لها هي ان انزيم LPL يعمل على تحرير الاحماض الدهنية التي في المواقع الطرفية 1و 3 على جزيئة TG اما الحامض الدهني الذي في الموقع رقم 2 لايشطر مالم تجرى له عملية Isomerization الى احد المواقع الطرفية وان الحامضين C4 وC6 هي السائدة في المواقع الطرفية على جزيئة TG اما الحامض الدهني C16 فهو السائد في الموقع الثاني . كما وجد Nilsson وجماعته (11) عند دراسة التخصص الموقعي لانزيم LPL تجاه الاواصر الاسترية الموجودة على جزيئة TG ان للانزيم تخصص عالي جدا تجاه الاواصرالاسترية في المواقع الطرفية اما الاصرة التي في الموقع الثاني لا تهاجم نهائيا من قبل LPL ، واشار Hilton (5) الى ان لانزيم LPL ميل لتحرير الاحماض الدهنية C4 وC6 وكذلك الاحماض الدهنية غير المشبعة وان الحامض الدهني C14 هو السائد في الموقع الثاني على جزيئة TG.

ركزت اغلب الدراسات المتاحة والمتوفرة من خلال مراجعة شبكة المعلومات على ابراز اهمية البكتريا المحبة للبرودة وانزيماتها المحللة للدهون ودورها في تلف الحليب ومنتجات الالبان المصنعة منه ومقارنتها بفعالية انزيم LPLدون التطرق الى التخصص الموقعي ونوع الاحماض الدهنية المتحررة بفعل كلا الانزيمين لذلك اجريت هذه الدراسة لمعرفة نوعية وكمية الاحماض الدهنية المتحررة بفعل انزيم LPLولايبيزات البكتريا المحبة للبرودة والتي منها يمكن تحديد مواقع الاواصر الاسترية على جزيئة TG التي تهاجم من قبلهما .

المواد وطرائق العمل

تم الحصول على حليب بقري خليط من حقل ابقار قسم الثروة الحيوانية – كلية الزراعة –جامعة بغداد واتبعت في عملية الحلب اعلى الاحتياطات الصحية لضمان الحصول على حليب يحتوي على اقل عدد ممكن من البكتريا المحبة للبرودة . قسم الحليب الى جزئين ترك الجزء الاول دون اي معاملة اما الجزء الثاني بستر على درجة حرارة 63 م° لمدة 30 دقيقة ثم برد بعدها واضيف له المعلق البكتري الذي يحتوي على البكتريا المحبة للبرودة التي عزلت حسب الطريقة التي وصفها عبد الغني (2). بعدها تم حضن المعاملتين على درجة حرارة 4 ± 2 °م ، اخذت نماذج الاختبار مباشرة بعد التحضير ثم بعد مرور 1 ، 2، 3 ،4 يوم وبصورة معقمة لغرض تحليلها . قدرت الحوامض الدهنية الحرة حسب طريقة Deeth و Fitz-Gerald (3) باستخدام جهاز Gas Liquid Chromatography (GLC) من نوع Hewlett- placard موديل 157 واستعملت الظروف التالية لفصل الحوامض الدهنية:

سرعة مرور غاز النيتروجين 30 سم^{3}/ دقيقة ، سرعة مرور غاز الهيدروجين30 سم^{3} / دقيقة ، سرعة مرور الهواء 30 سم^{3} / دقيقة ، درجة حرارة الفرن الابتدائية 100م°، مدة بقاء درجة حرارة الفرن الابتدائية 2 دقيقة ، معدل الارتفاع بدرجة الحرارة 8 م° / دقيقة ، درجة حرارة الفرن النهائية 190م° ومدة بقاء درجة حرارة الفرن النهائية 16 دقيقة. كما وتم تقدير درجة حموضة الدهن معبرا عنها Acid Degree Value (ADV) حسب طريقة

Bureau of Dairy Industry(BDI) المذكورة من قبل Deeth و Fitz-Gerald (3). استخدمت تجربة عاملية طبقت بتصميم عشوائي كامل لدراسة تأثير المعاملة والعمر الخزني في النسب المولية للحوامض الدهنية المدروسة وكذلك في دراسة قيم ADV وقورنت الفروقات المعنوية بين المتوسطات باختبار اقل فرق معنوي واستعمل البرنامج SAS (13) في التحليل الاحصائي للبيانات المدروسة .

يبين الجدول 1 التغير في محتوى النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية قصيرة السلسلة Total Short Chain Fatty Acid (TSCFA) المتمثلة بالحامض الدهني(C4) butyric acid و (Caproic acid C6)و(C8) Caprylic acid للمعاملة الاولى المتمثلة بالحليب الخام المنتج تحت ظروف صحية والمعاملة الثانية المتمثلة بالحليب المبستر

النتائج والمناقشة

جدول 1 - النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية قصيرة السلسلة المتحررة لنماذج الحليب البقري الخام (المعاملة الاولى) والمعامل بالبكتريا المحبة للبرودة المحبة للبرودة (المعاملة الثانية) اثناء الخزن على درجة حرارة 4 ± 2 م° .

% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الاولى)						% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الثانية)					
مدة الخزن (يوم)						مدة الخزن (يوم)					
الحامض الدهني	0	1	2	3	4	الحامض الدهني	0	1	2	3	4
C4	15.56 e	20.05 d	23.00 c	26.00 a	24.13 b	C4	15.56 a	15.50 a	12.07 b	11.00 c	12.00 b
C6	5.86 d	9.70 c	12.70 b	15.19 a	15.11 a	C6	5.86 b	6.00 a	4.76 b	2.10 d	4.64 c
C8	2.84 e	3.73 d	4.15 c	5.61 b	7.20 a	C8	2.84 c	3.00 b	1.71 d	1.20 e	6.22 a
المجموع الكلي TSCFA	24.26 e	33.48 d	39.85 c	46.80 a	46.44 b	المجموع الكلي TSCFA	24.26 a	24.50 a	18.54 d	14.20 c	22.86 b

الحروف المختلفة ضمن السطر الواحد تشير الى وجود فروق معنوية بين القيم في فترات الخزن المختلفة لكل معاملة .

المضاف له معلق البكتريا المحبة للبرودة فبلغت قيم النسب المئوية لعدد مولات TSCFA للمعاملة الاولى هي 24.26 و 33.48 و 39.85 و 46.80 و 46.44% وذلك بعد التحضير مباشرة وبعد مرور 1 و2 و3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة 4 ±2 م° على الترتيب . من النتائج يتضح ان هناك ارتفاع معنويا قد حصل في المجموع الكلي للنسب المئوية المولية للحوامض الدهنية القصيرة السلسلة بتقدم مرحلة ويرجح سبب هذا الارتفاع الى فعل انزيم LPL الموجود بشكل طبيعي في الحليب الخام وان الانخفاض البسيط في قيم اليوم الرابع قد يعود الى احتمال ارتباط الاحماض الدهنية المتحررة FFA بالمستقبلات الموجودة بشكل طبيعي في الحليب المتمثلة Bovine serum albumin (BSA) وايونات Ca^{++} و Mg^{++} هذا فضلا عن ان بعض هذه الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة بطبيعتها متطايرة مما يجعلها عرضة للفقدان مع مرور الزمن (1) . كما يلاحظ ايضا من الجدول ذاته ان اعلى زيادة كانت في قيم الحامض الدهني البيوترك C4 والذي يشكل في الغالب اكثر من 50% من المجموع الكلي للحوامض الدهنية القصيرة السلسلة المتمثلة (C4 و C6 و C8) ابتداءا من مرحلة بعد التحضير ومرورا بكافة المراحل الخزنية ويلية بالدرجة الثانية الحامض الدهني C6 الذي يشكل حوالي 25% من المجموع الكلي للحوامض الدهنية

القصيرة السلسلة لكافة المراحل الخزنية وان هذين الحامضين هما من الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة الطيارة .

اما قيم النسب المئوية لعدد مولات TSCFA في حليب المعاملة الثانية هي 24.26 و 24.50 و 18.54 و 14.20 و 22.86 % بعد مرور 0 و1 و 2و 3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة (4 ± 2) °م على الترتيب . يلاحظ ان هناك فروق معنوية في قيم هذه المعاملة عن المعاملة الاولى حيث كانت اقل منها كذلك يتضح من النتائج ان القيم في حالة انخفاض مستمر مع مرور الزمن وقد يعود السبب الى ان حليب هذه المعاملة قد عرض الى معاملة البسترة التي اتضح من الدراسات السابقة ان هذه المعاملة تثبط فعالية انزيم LPL الموجود بشكل طبيعي في الحليب (5) وان اضافة معلق البكتريا المحبة للبرودة الى حليب هذه المعاملة يجعل لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة هي التي تلعب الدور الرئيس في عملية التحلل الدهني في حليب هذا المعاملة وعليه فأن لايبيزات البكتيريا المحبة للبرودة لاتساهم في كسر الاواصر الاسترية للكليسريدات الثلاثية التي ترتبط بها الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة الطيارة ، اما سبب الانخفاض الحاصل في النسب المئوية المولية للحوامض الدهنية يعود الى ارتفاع النسب المئوية لاحماض دهنية اخرى غير القصيرة السلسلة في نفس المدة الزمنية والتي سوف تعرض نتائجها لاحقا في (جدول 2) ومن مجمل النتائج المذكورة انفا يمكن القول ان انزيم LPL اكثر تخصصا في تحرر SCFA وخاصة C4 و C6 التي تحتل المواقع الطرفية على جزيئة TG (10و11) وان لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة لاتتخصص في تحرير مثل هذا النوع من الحوامض الدهنية وهذه النتيجة تتوافق مع ما توصلت له دراسات سابقة (10و 11 و 12) .

يوضح الجدول 2 النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة Total Medium Chain Fatty Acid (TMCFA) المتمثلة بالحامض الدهني Capric acid (C10) و Lauric acid (C12) و(Myristic acid (C14 و Palmitic acid (C16) كانت لحليب المعاملة الاولى 47.15 و 34.82 و 26.40 و 18.00 و 37.87 % بعد التحضير مباشرة ومن ثم بعد مرور 1و2 و3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة 4 ± 2 °م على الترتيب . يلاحظ من النتائج ان هناك انخفاض معنوي في قيم عدد المولات بمرور مدة الخزن وبذلك يبدو ان انزيم LPL لايتخصص في

جدول 2 – النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية متوسطة السلسلة المتحررة لنماذج الحليب البقري الخام (المعاملة الاولى) والمعامل بالبكتريا المحبة للبرودة المحبة للبرودة (المعاملة الثانية) اثناء الخزن على درجة حرارة (4 ± 2) °م .

% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الاولى)						% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الثانية)					
مدة الخزن (يوم)						مدة الخزن (يوم)					
الحامض الدهني	0	1	2	3	4	الحامض الدهني	0	1	2	3	4
C10	4.16 a	3.60 b	3.60 b	3.52 b	3.50 b	C10	4.16 e	4.40 d	5.80 c	6.20 b	6.30 a
C12	5.09 b	4.41 c	2.50 d	2.20 e	5.56 a	C12	5.09 e	6.80 d	7.35 c	9.07 b	10.72 a
C14	10.66 a	7.80 b	5.00 c	2.08 d	10.40 a	C14	10.66 e	12.52d	16.00 c	18.33 a	16.56 b
C16	26.74 a	19.00 b	15.30d	10.20 e	18.41 c	C16	26.7 d	29.45c	32.70 b	33.10 a	23.07e
المجموع الكلي TMCFA	47.15 a	34.82 c	26.40d	18.00 e	37.87 b	المجموع الكلي TMCFA	47.15 e	53.17d	61.85 b	66.70 a	56.65 c

الحروف المختلفة ضمن السطر الواحد تشير الى وجود فروق معنوية بين القيم في فترات الخزن المختلفة لكل معاملة .

تحرر مثل هذا النوع من الحوامض الدهنية لذلك لاتزداد قيمها مع مرور الزمن وان سبب الانخفاض يعود الى توجه الانزيم نحو تحرير الاحماض الدهنية قصيرة السلسلة بالدرجة الاولى (جدول 1) ثم الاحماض الدهنية طويلة السلسلة بدرجة اقل (جدول 3) في نفس المدة الزمنية. اما قيم النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة TMCFA لحليب المعاملة الثانية هي 47.15 و 53.17 و 61.85 و 66.70 و 56.65 % وذلك بعد التحضير مباشرة ومن ثم بعد مرور1و 2 و3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة 2 ± 4 °م على الترتيب. يلاحظ من النتائج ان هناك فروق معنوية في قيم هذه المعاملة عن المعاملة الاولى وان القيم تزداد بشكل معنوي مع مرور مدة الخزن وهذا يعود بطبيعة الحال الى فعل اللاييزات التي تفرزها البكتريا المحبة للبرودة الموجود في هذا النوع من الحليب والتي تلعب الدور الرئيس في التحلل الدهني هذا مما يدل على ان لاييزات البكتريا المحبة للبرودة اكثر ميلا اوتخصصا في كسر الاواصر الاسترية الرابطة للحوامض الدهنية ذات سلاسل الكاربونية المتوسطة التي تتراوح اطوالها من C10 – C16 والتي اتضح من الدراسات السابقة انها غالبا ما تحتل الموقع الثاني على جزيئة TG (4 و5 و9).

كما يلاحظ من النتائج انخفاض القيم في اليوم الرابع من الخزن ويعود السبب الى ارتباط هذه الحوامض الدهنية المتحررة مع المستقبلات الموجودة بشكل طبيعي في الحليب (1 و2).

يبين الجدول 3 النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية الطويلة السلسلة long Chain Fatty Acid (TLCFA) Total المتمثلة بالحامض الدهني Stearic (C18) وOleic ($C18^{-1}$) فكانت قيم TLCFA % لحليب المعاملة الاولى هي 28.60 و 31.70 و 33.75 و 35.20 و 15.69 % وذلك بعد التحضير مباشرة ومن ثم بعد مرور 1و 2 و3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة 4 ± 2 °م على الترتيب. يلاحظ من النتائج ان هناك ارتفاع معنوي عند مستوى احتمال 0.01 في القيم مع تقدم مدة الخزن وهذا يدل على ان لانزيم LPL الموجود في هذا النوع من الحليب تخصص عالي في تحريرهذا النوع من الحوامض الدهنية والتي اتضح من مراجعة الادبيات السابقة التي نشرت حول توزيع الاحماض الدهنية على جزيئة TG ان هذه الحوامض الدهنية تحتل المواقع الطرفية 1 و3 على جزيئة TG كما يلاحظ من النتائج ان هناك انخفاض قد حصل في قيم هذه الحوامض الدهنية في اليوم الرابع من الخزن ويعود

السبب الى ان الحوامض الدهنية الغير مشبعة المتحررة تكون عرضة الى عملية التاكسد هذا مما يؤدي الى تحولها الى مركبات الديهايدية او كيتونية وبالتالي انخفاض قيمها عند التقدير (1 و4) .

اما قيم TLCFA % لحليب المعاملة الثانية هي 28.60 و 22.33 و 19.61 و19.10 و20.49 % وذلك بعد التحضير مباشرة ومن ثم بعد مرور 1و 2 و3 و 4 أيام من الخزن على درجة حرارة 4 ± 2 °م على الترتيب . يلاحظ ان القيم تنخفض معنويا بشكل تدريجيا مع تقدم مرحلة الخزن ويعود السبب الى لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة لا تسهم في تحرير هذا النوع من الحوامض الدهنية وان الانخفاض الحاصل قد يعود الى ارتفاع النسب المولية لاحماض دهنية اخرى في نفس المدة الزمنية ولاسيما الحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة (جدول 2). وبصورة عامة يستنتج ان لايبيز الحليب الطبيعي LPL له ميل او تخصص في تحرير الحوامض الدهنية القصيرة السلسلة المتمثلة C4 و C6 و C8 وكذلك الحوامض الدهنية الطويلة السلسلة المشبعة والغير مشبعة المتمثلة C18 و$^{-1=}$C18 وفي ضوء ما ذكرته الدراسات السابقة (10 و11 و12) ان هذه الحوامض الدهنية توجد غالبا ما تتواجد في المواقع الطرفية (1و3) على جزيئة TG وعليه ان الانزيم LPL يحلل الاواصر الاسترية الطرفية اما لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة لها ميل او تخصص في كسر الاصرة الاسترية الرابطة للحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة المتمثلة C10 و C12 وC14 والتي تحتل غالبا اما الموقع الوسطي (2) على جزيئة الكليسريد الثلاثي (9) .

C16

جدول 3 – النسب المئوية لعدد مولات الحوامض الدهنية C18 و$^{-1=}$C18 المتحررة لنماذج الحليب البقري الخام (المعاملة الاولى) والمعامل بالبكتريا المحبة للبرودة المحبة للبرودة (المعاملة الثانية) اثناء الخزن على درجة حرارة (4 ± 2) °م .

% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الاولى) مدة الخزن (يوم)						% عدد مولات الحوامض الدهنية (المعاملة الثانية) مدة الخزن (يوم)					
الحامض الدهني	0	1	2	3	4	الحامض الدهني	0	1	2	3	4
C18	9.64 d	11.70 c	12.75 b	13.00 a	8.38 e	C18	9.64 a	9.10 b	9.69 a	7.10 d	8.10 c
$^{-1=}$C18	18.94 d	20.00 c	21.00 b	22.20 a	7.31 e	$^{-1=}$C18	18.94 a	13.23 b	9.92 e	12.00 d	12.39 c
المجموع الكلي TLCFA	28.60 d	31.70 c	33.75 b	35.20 a	15.69 e	المجموع الكلي TLCFA	28.60 a	22.33 b	19.61 d	19.10 e	20.49 c

الحروف المختلفة ضمن السطر الواحد تشير الى وجود فروق معنوية بين القيم في فترات الخزن المختلفة لكل معاملة .

يوضح جدول 4 قيم (ADV) Acid Degree Value مقدره بطريقة BDI للمعاملة الاولى المتمثلة بالحليب الخام المنتج تحت ظروف صحية والمعاملة الثانية المتمثلة بالحليب المبستر المضاف له معلق البكتريا المحبة للبرودة فبلغت قيم ADV بعد التحضير مباشرة 0.51 مليمكافئ / 100غم دهن للمعاملتين السابقتين اما بعد مرور يوم واحد من الخزن على درجة حرارة 4 ±2 م° بلغت 0.98 و 1.31 مليمكافئ / 100 غم دهن للمعاملتين السابقتين على الترتيب . من ملاحظة النتائج نجد ان قيمة ADV في حليب المعاملة الاولى والذي يلعب لايبيز الحليب الطبيعي LPL الدور الرئيس فيه هي اقل وبشكل معنوي من قرينتها لنفس المدة الزمنية في حليب المعاملة الثانية الذي تلعب فيه لايبيزات البكتريا المحبة للبرودة الدور الرئيس في التحلل الدهني ويعود السبب هنا الى خصوصية أوحساسية طريقة BDI المستخدم لتقدير حموضة الدهن حيث تمتاز هذه الطريقة بعدم تحسسها للحوامض الدهنية قصيرة السلسلة

الذائبة في الجزء المائي وبما ان اغلب الحوامض الدهنية التي يعمل انزيم LPL على تحريرها في هذه الدراسة هي من هذا النوع ولاسيما الحامض الدهني C4 و C6 التي تشكل اكثر من 75%

جدول 4 – قيم ADV (مليمكافيء/ 100 غم دهن) مقدره بطريقة BDI للحليب الخام المنتج تحت ظروف صحية (المعاملة الاولى) والحليب المبستر الملقح بعالق البكتريا المحبة للبرودة (المعاملة الثانية) اثناء الخزن .

المعاملة	ADV (مليمكافيء/ 100 غم دهن)				
	مدة الخزن (يوم)				
	0	1	2	3	4
الاولى	0.51 e	0.98 d	1.36 c	1.55 b	1.79 a
الثانية	0.51 e	1.31 d	2.11 c	2.35 b	2.75 a
L.S.D	اصغر فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.01 في قيم ADV بين المعاملتين = 0.106				

الحروف المختلفة ضمن السطر الواحد تشير الى وجود فروق معنوية بين القيم في فترات الخزن المختلفة لكل معاملة

من المجموع الكلي للحوامض الدهنية القصيرة السلسلة المتحررة (جدول 1) لذا فمن المتوقع ان تكون قيم ADV لحليب المعاملة الاولى اقل من نظيراتها لحليب المعاملة الثانية التي يلعب فيها اللاكتيبيز البكتيري الدور الرئيس والذي اتضح من نتائج (جدول 2) انه اكثر تخصصا في تحرير الحوامض الدهنية المتوسطة السلسلة وهي احماض دهنية غير ذائبة في الجزء المائي اي تتحسسها طريقة BDI بشكل جيد لذلك تكون قيم ADV اعلى وهذا ينطبق على باقي المدد الخزنية حيث كانت القيمة بعد مرور يومين من الخزن 1.36و 2.11 وبعد مرور ثلاثة ايام هي 1.55 و 2.35 وبعد اربعة ايام هي 1.79 و 2.75 ملي مكافئ / 100 غم دهن على الترتيب تتطابق قيم وسلوك ADV التي تم التوصل لها في هذه الدراسة مع ما وجد سابقا (4 و14) . من مجمل النتائج يمكن القول ان هنال تطور واضح في قيم المعاملتين الاان مقدار التطور الحاصل في قيم المعاملة الثانية أعلى من قيم المعاملة الاولى وهذا يعود الى الاسباب المذكورة سابقا اضافة الى ان الحوامض الدهنية C10 – C16 شكلت 47.15 % من المجموع الكلي للحوامض الدهنية في الحليب البقري هذا مما يجعل قيم ADV في حليب المعاملة الثانية أعلى من حليب المعاملة الاولى .لذا فان الدراسة الحالية تؤكد اهمية اعتماد النظافة في الحد من التلوث المكروبي الذي يساعد في تطور حموضة الدهن .

المصادر

1- عباس ، كفاح سعيد . 1988. دراسة في التحلل الدهني لبعض منتجات الالبان. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

2- عبد الغني ، عطاالله حميد . 1984. دور التهاب الضرع في تحلل دهن حليب الابقار.رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

3-Deeth, H.G. and C.H.Fitz-Gerald.1976. Lipolysis in dairy products a review. Aust J Dairy Tech.31:53-60.

4- Hanuš, O.; J. Vegricht ; J. Frelich; A. Macek; M. Bjelka; F. Louda; L. Janů1.2008. Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. Czech J. Anim. Sci. 53: 17-30.

5- Hilton, C.D.2006.Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. International Dairy J. 16:555 - 562.

6- Kaylegian, K. E.; J. M. Lynch; J. R. Fleming and D. M. Barbano. 2007. Lipolysis and proteolysis of modified and producer milks used for calibration of mid-infrared milk analyzers. J. Dairy Sci. 90:602–615.

7 - Kelly, A. L. and P. F. Fox. 2006. Indigenous enzymes in milk:

A synopsis of future research requirements .Int Dairy J .10:1016 -1018.

8 - Kelly, A. L.; F. O 'Flaherty and P. F. Fox. 2006. Indigenous enzymes in milk: A brief overview of the present state of knowledge. Int. Dairy J .10: 19-22.

9 - MCCARTHY, R. D., S. PATTO AND L. EVANS .1960 .Structure and synthesis of milk Fat. II. Fatty acid distribution in the triglycerides. J. Dairy Sci., 43: 1196- 1200.

10 - Morley, N. and A. kuksis .1972. Positional specificity of Lipoprotein lipase. The J of Biol Chem. 247:6389 -6393.

11 -Nilsson, P.E.; E.Torbjorn; P.B.Elfrage; T.Olivecrona and B.Bargstrom .1973. Positional specificity of purified milk Lipoprotein lipase. The J Biol Chem. 248:6734-6737.

12 - ROBERT G. JENSEN and ROBERT E. PITAS. 1976. Milk Lipoprotein Lipases: A review. J. Dairy Sci. 7:1203-1214.

13 - SAS.2001.SAS/STAT Users Guide : SAS Personal of computers .Release .6012.SAS Inst.Inc.Cary,N.C.,USA.

14 - Soyeurt. H; P. Dardenne, F. Dehareng;G. Lognay ; D. Veselko; M. Marlier; C. Bertozzi; P. Mayeres and N. Gengler. 2006. Estimating fatty acid content in cow milk using mid-infrared spectrometry. J. Dairy Sci. 89:3690–3695.