دراسة تأثير استخدام الانيولين كبديل عن الدهون في الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية لجبن التشدر منخفض الطاقة

إيهاب محمود عبد الهادي*[1]، ريا هارون عمر* وكفاح سعيد دوش**
*كلية التقانة الزراعية/ جامعة النيلين
**كلية الزراعة/ جامعة بغداد

الخلاصة

نظراً لميل المستهلك إلى منتجات الألبان منخفضة الطاقة أجريت الدراسة الحالية وهدفها تصنيع جبن تشدر من حليب فرز باستخدام الانيولين كبديل عن الدهن إذ أضيف ثلاث تراكيز منه هي 1 و3 و5% غرام لكل كيلو غرام وتمثلت بالمعاملات A1 وA2 وA3 على التوالي إضافة إلى معاملة السيطرة الموجبة C+ التي صنع منها الجبن من حليب كامل الدسم ومعاملة السيطرة السالبة C- التي صنع منها الجبن من حليب فرز وأجريت الاختبارات الفيزيوكيميائية المتمثلة بالرطوبة والبروتين والدهون والسكريات والمواد الصلبة الكلية والنتروجين الكلي والنتروجين غير البروتيني وpH، وكذلك التقويم الحسي على المنتج بعد التصنيع مباشرةً وأثناء مدة الخزن على درجة حرارة (7 ± 1)مْ مدة 3 اشهر أثبتت النتائج ان معاملات جبن التشدر الخالية من الدهن امتازت بارتفاع محتواها الرطوبي مقارنة مع معاملة السيطرة الموجبة أما أثناء مدة الخزن حصل انخفاض بسيط في قيم الرطوبة لجميع المعاملات وكانت نسبة الدهن قد انخفضت بشكل كبير في جميع المعاملات المصنعة من الحليب الفرز مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة في حين ازدادت نسبة الدهن في جميع المعاملات أثناء مدة الخزن كما بينت النتائج ارتفاعاً في نسبة السكريات في جميع المعاملات التي أضيف إليها الانيولين مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة والسالبة وكانت نسب البروتين والنتروجين غير البروتيني وقيم pH متقاربة لجميع المعاملات وأثبتت النتائج ان زيادة نسبة الانيولين المضاف وبالأخص نسبة 5% غرام لكل كيلوغرام قد حسنت الخصائص الحسية لجبن التشدر الخالي من الدهن حيث حصلت على اعلى درجات التقويم الحسي وعلى كمية طاقة قليلة مقارنة مع معاملة C+.

الكلمات المفتاحية: التشدر منخفض الطاقة، الانيولين، الصفات الفيزيوكيميائية، الصفات الحسية

e-mail: hoobemahmood@yahoo.com

The Study of the effect of using inulin as fat replacer in the physico-chemical and sensory properties of low energy cheddar cheese

I. M. Abdulahdei*, R. H. Omar* and K. S. Doosh**
***College of Agricultural Technology/ University of neelain**
****College of Agriculture/ University of Baghdad**

Abstract

Due to the tendency of the consumer to use low-energy dairy products, the present study was designed to manufacture cheddar cheese from milk sort by using Inulin as an alternative to fat. Three concentrations of 1, 3 and 5 g/ kg were added, These were A1, A2 and A3, respectively, Positive C +, which makes cheese from whole-fat milk and C- negative control treatment, from which milk is made from milk sort. Physico-chemical tests were conducted for moisture, protein, fat, sugars, total solids, total nitrogen, non-protein nitrogen and pH, As well as the sensory evaluation of the product immediately after manufactureing and during the storage period at a temperature of (7 ± 1) m for 3 months. the results proved that the coefficients of lipid-free cheese were characterized by high moisture content compared to the treatment of positive control (during the

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

storage period there was a slight decrease in the moisture values for all the treatments) As for fat, it was observed a significant decrease in all milk-processed treatments compared with the positive control, while the percentage of fat increased in all the treatments during the storage period. Also The results showed an increase in sugar ratio in all the treatments added to the Inulin compared to the positive and negative control. The ratios of protein and non-protein nitrogen and pH values were close to all treatments. The results showed that the increase in the percentage of added inulin, especially 5%, improved the sensory characteristics of the lipid-free cheese, and a small amount of energy compared to C + treatment.

Keywords: Non fat Cheddar, Inulin, Fat replacer.

المقدمة

يلعب دهن الحليب دورا كبيرا في إحداث العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان منها أمراض القلب وتصلب الشرايين وضغط الدم وعد الدهن واحداً من مسببات السمنة التي اصبح خطرها متنامياً ليس فقط في الدول الغربية فحسب بل في اغلب دول العالم والتي لا يمكن السيطرة عليها إلا عن طريق الأنظمة الغذائية منخفضة الدهن أو المنتجات منخفضة السعرات الحرارية التي لها مردود إيجابي على صحة الإنسان (1)، وتعد منتجات الألبان من اكثر الخيارات الشائعة في خفض نسبة الدهن ومن خلال التجارب والدراسات السابقة وجد ان إزالة الدهن من منتجات الألبان يؤثر بشكل كبير على القوام والتركيب وذلك لانخفاض مجموع المواد الصلبة الكلية فيها والذي ينتج عنه منتجات ذات قوام ونسجة ضعيفة (2). لذلك اتجهت الدراسات الحديثة إلى استخدام بدائل الدهون في صناعة الألبان وذلك لما تملكه من خصائص حسية جيدة وتحسين القيمة الغذائية ولها دور فعال في خفض الطاقة والحصول على منتجات صحية وذلك لامتلاك هذه البدائل فعاليات بيولوجية أخرى أثبتتها الدراسات السابقة كدورها في تعزيز الجهاز المناعي وقيامها بعمل مضادات لحدوث anti-cancer(3). فقد استخدم (4) الانيولين كبديل عن الدهن في صناعة جبن التشدر ويعتبر الانيولين من الألياف الغذائية وهو عبارة عن سكريات متعددة غير قابلة للهضم من قبل أنزيمات الإنسان ولا يمتص من قبل الأمعاء الدقيقة ولكن يتم تخمره في القولون(3). تعد جبنة التشدر الأكثر شعبية في المملكة المتحدة حيث أنها تمثّل حوالي 51% من سوق الجبن السنوي في المملكة وهي جبنة صلبة القوام نسبياً ذات لون اصفر شاحب يميل إلى البياض أو أصفر أو برتقالي إن أضيفت لها الصبغات الملونة كالأناتو. ويكون الطعم حاداً أحياناً (حمضي). ويعود أصل هذا الجبن إلى قرية شيدر وهي قرية كبيرة في مقاطعة (Cedgemore) في الإقليم الإنجليزي (Somerset) (5)، نظراً لقلة الدراسات التي جرت في الوطن العربي أو العراق حول تصنيع جبن تشدر منخفض الطاقة أجريت الدراسة الحالية وبهدف إنتاج جبن تشدر خالي من الدهن منخفض السعرات الحرارية باستخدام الحليب الفرز وقد أضيفت إليه مواد بديلة عن الدهن المتمثلة بالانيولين ودراسة الصفات الفيزيوكيمياوية والحسية للمنتج المصنع وتم تقويمه حسياً بعد الإنتاج مباشرة وأثناء الخزن على درجة حرارة (7±1) مْ لمدة 3 اشهر.

المواد وطرائق العمل

استخدم حليب بقري خام خليط من معمل البان كلية الزراعة جامعة بغداد في تصنيع جبن التشدر (معاملة السيطرة الموجبة)، وقد فرز قسم منه واستخدم في تصنيع جبن (معاملة السيطرة السالبة)، أما حليب معاملات الجبن المضاف إليها الانيولين فقد كانت ماركة (Mesciengbiotecgnology) مصدرها (المملكة المتحدة) واستخدم في التصنيع بادئ جبن التشدر ماركة (SACCO) إيطاليا المنشأ.

- **تصنيع جبن التشدر**: تم استلام كمية من حليب الأبقار الخام الخليط Bulk milk من معمل الألبان– كلية الزراعة– جامعة بغداد. قسم الحليب إلى قسمين: القسم الأول لم يعرض إلى عملية فرز واستخدم في صناعة الجبن (معاملة السيطرة الموجبة) القسم الثاني تم فرزه وتقسيمة إلى أربعة أقسام ترك الجزء الأول دون أي إضافة واستخدم في صناعة الجبن (معاملة السيطرة السالبة) أما الثلاث أقسام أضيف مادة الانيولين بنسب مختلفة 1 و3 و5% وتمثلت بالمعاملات A1 وA2 وA3 على التوالي. تم تصنيع جبن التشدر وفقا للطريقة الموصوفة من قبل (6) وأجريت عملية التجنيس لحليب معاملة السيطرة الموجبة، وخلطت نماذج المعاملات المستبدل فيها الدهن بالخلاط الكهربائي لضمان امتزاج الانيولين مع الحليب بشكل جيد وعتقت في الثلاجة إلى اليوم التالي لضمان الإذابة الكاملة لبديل الدهن الانيولين ثم بستر حليب جميع المعاملات على درجة حرارة 63 مْ ولمدة 30 دقيقة. برد الحليب إلى 32 مْ وأضيف البادئ G_3 Mix6 بنسبة 1–2% المجهز من شركة Danisco culture الدانماركية المحتوي على بكتريا *Lactococcus lactis sub spl actis* و *Lactococcus. Lactis sub sp cremoris* . ترك الحليب مع البادئ لمدة 30 دقيقة على درجة الحرارة المذكورة وأضيفت المنفحة (أنزيم الكيموسين) بعد إذابتها بالماء المقطر وحسب تعليمات الشركة المنتجة وترك نصف ساعة لحين حصول التخثر ومن ثم قطعت الخثرة طوليا وعرضيا ثم تركت لمدة 5 دقائق دون تحريك قبل بدء عملية الطبخ حيث طبخت الخثرة مع الشرش وذلك برفع درجة حرارة الخثرة إلى 38مْ في 30 دقيقة تدريجيا حيث رفعت من 31 إلى 33 م خلال 15 دقيقة ثم من 33 إلى 38 م خلال 15 دقيقة الأخرى باستعمال البخار في فراغ الحوض وفي أثناء هذه العملية حركت الخثرة بهدوء واستمر تحريك الخثرة بعد الوصول إلى هذه الدرجة حتى أصبحت حموضة الشرش 0.18% استغرقت العملية 90 دقيقة وبعد ذلك صرف الشرش من الحوض ثم جمعت الخثرة على جانبي الحوض وعمل شرائح من الخثرة بحيث يكون طولها 15سم وسمكها 5 سم ثم بدأت عملية التشدرنة والمحافظة على درجة حرارة الطبخ 38 مْ مدة ساعتين مع التقليب المستمر وتكديس الشرائح بعضها على بعض على جانبي الحوض إلى أن تصل الحموضة النهائية للشرش الناضح من الخثرة 0.6–0.9% ووضعت الخثرة في قوالب مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ ومغلفة بالقماش على أن لا تقل درجة حرارة الخثرة عند التعبئة عن 25مْ ثم كبست الخثرة على مرحلتين المرحلة الأولى 1 كغم/ سم^2 لمدة (4 ساعات) ثم 20 كغم/ سم^2 لليوم التالي، وغلفت الأجبان بشمع البارافين المنصهر في 118مْ لمدة 5 ثوان ونضج الجبن في غرف تبريد متخصصة على درجة حرارة 7 ± 1مْ لمدة 3 أشهر.
- **الفحوصات الفيزيوكيمائية لجبن التشدر**: قدرت النسبة المئوية للرطوبة في جبن التشدر حسب ما جاء في الطريقة الموصوفة (7)، وقدر النيتروجين الكلي والنيتروجين غير البروتيني حسب الطريقة المذكورة في (8) وقدرت نسبة الدهن Fat بطريقة بابكوك حسب ما جاء في (9)، وقدر الأس الهيدروجيني pH باستعمال متحسس جهاز pH meter موديل211 نوع HANNA (Instruments Microprocessor) روماني المنشأ وضع مباشرة في عينة جبن التشدر بعد تخفيفها بقليل من الماء المقطر قبل القياس.
- **حساب قيم الطاقة الكلية**: حسبت قيم السعرات الحرارية الكلية بحسب طريقة Atwater (10) واستعملت في ذلك المعادلة الآتية: $K = [(C \times Fc) + (L \times F_1) + (P \times Fp)]$

حيث: K= الطاقة، F= المعامل لكل مكون وهو للبروتين Fp يكون 4.27 وللدهن F_1 يكون 9.02 وللكاربوهيدرات Fc يكون 4.10. وان P= نسبة البروتين غم/ 100غم. وL= نسبة الدهن غم/ 100غم. وC= نسبة الكاربوهيدرات غم/ 100غم.

- **التقويم الحسي للتشدر**: أجريت الاختبارات الحسية لنماذج جبن التشدر في قسم الصناعات الغذائية– كلية الزراعة– جامعة بغداد من قبل عدد من الأساتذة ذوي الاختصاص وفقا لاستمارة التقييم الحسي الموضوعة من قبل (11).

النتائج والمناقشة

- **نسبة الرطوبة:** يوضح الجدول (1) النسبة المئوية للرطوبة لكل من جبن معاملة السيطرة الموجبة C^+ والسالبة C^- ومعاملات لجبن التشدر المختلفة المضاف إليها الانيولين A1، A2 و A3 بالنسب 1، 3 و5% على التوالي إذ كانت قيمتها بعد التصنيع مباشرة للمعاملة C^+ هي 30.00% وللمعاملة C^- كانت 34.00% ويعود السبب في هذا الارتفاع إلى قلة المواد الصلبة الكلية بسبب اختزال الدهن فيها وهذا يتفق مع ما وجده (12) الذي بين ان اختزال الدهن يؤدي إلى ارتفاع محتوى الرطوبة في جبن التشدر قليل الدهن المصنع من الحليب الفرز وبلغت نسبة الرطوبة لمعاملات الجبن قليل الدهن المضاف إليه الانيولين 35.00 و36.00 و38.00% للمعاملات المذكورة سابقا على التوالي. يلاحظ من النتائج المعروضة في الجدول (1) وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في النسبة المئوية للرطوبة بعد التصنيع مباشرة لجميع المعاملات وكذلك هناك فروقات معنوية في المحتوى الرطوبي في نهاية الفترة الخزنية بين معاملتي السيطرة C^+ وC^- ومعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين التي امتازت بارتفاع محتواها الرطوبي ويعود السبب في ذلك إلى قابلية الغرويات المائية ومنها الانيولين على الارتباط بالماء وذلك من خلال مجاميع الهيدروكسيل OH الموجودة في تركيبها التي تزيد من قدرتها على ربط الماء مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة الخالية منه. وهذا يتفق مع ما وجده (13، 14) عند إضافة الانيولين كبديل عن الدهن في الجبن الطري المصنع من حليب فرز الذي أدى إلى رفع محتواه الرطوبي إلى 63.74% مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة والبالغة 59.00%. ومن ملاحظة النتائج الموجودة في الجدول نفسه ان هناك انخفاض في النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي أثناء الخزن في الجبن جميع المعاملات فكانت القيم بعد مرور 3 أشهر للمعاملة C^+ و C^- هي 28.30 و30.40%، على التوالي. ولمعاملات الجبن المضاف إليها الانيولين 32.00 و33.00 و34.30% على التوالي من المحتمل ان يعود السبب في ذلك إلى التبخر القليل الحاصل في الرطوبة وهذا يتفق مع ما وجده (13) الذي أشار إلى ان رطوبة جبن الطري المضاف إليهِ الانيولين بنسبة 2.0% لتحسين القوام قد انخفضت من 96.68 إلى 68.91% أثناء مدة الخزن البالغة 14 يوماً.
- **نسبة البروتين:** نتائج الجدول (1) توضح النسب المئوية للبروتين في جبن معاملة السيطرة C^+ وC^- ومعاملات الجبن قليل الدهن المضاف إليه الانيولين A1، A2 و A3 حيث كانت بعد التصنيع مباشرة للمعاملة C^+ هي 27.00% وهذه النتيجة مقاربة إلى ما وجدته (15) التي أشارت إلى ان نسبة البروتين في جبن التشدر 25.00%. بينما كانت نسبة البروتين للمعاملة C^- هي 35.00% وهذا الارتفاع في نسبة البروتين يكون على أساس الوزن الرطب في جبن المعاملة قليلة الدهن الخالية من إضافة البدائل يعود إلى تركيب الجبن الذي اصبح معظمهِ مشغولاً بالبروتين واللاكتوز والأملاح مع نسب قليلة من الدهن وان هذا يتفق مع ما وجده (16) في دراستهِ لجبن التشدر قليل الدهن حيث وجد أنّ نسبة البروتين في معاملة السيطرة السالبة الخالية من المضافات التي كانت ذات نسبة رطوبة 51.03% كانت 38.72% بينما كانت نسبة البروتين لمعاملة السيطرة الموجبة ذات نسبة رطوبة 35.49% هي24.39% ويلاحظ من نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين المعاملة C^+ وC^- ولم توجد مثل هذه الفروقات بين المعاملة C^+

والمعاملات المضاف إليها الانيولين في نسبة البروتين بعد التصنيع مباشرة إذ كانت 33.00 و32.00 و30.40% على التوالي للمعاملات السابقة، وكما يلاحظ ان هناك انخفاضاً في نسبة البروتين في المعاملات المضاف إليها الانيولين بشكل يتناسب طردياً مع الزيادة الحاصلة في تراكيز الانيولين المضاف ويعود ذلك إلى ان زيادة قدرة الإنيولين على الارتباط بجزيئات الماء وبالتالي يؤدي إلى ارتفاع المحتوى الرطوبي وبذلك يقلل من نسبة المواد الصلبة الكلية بما فيهم البروتين، وهذا يتفق مع ما وجده (13، 14، 17) الذين لاحظوا انخفاض نسبة البروتين في الجبن القليل الدهن بعد إضافة الانيولين. وتبين ان ارتفاع نسبة البروتين أثناء الخزن في جبن جميع المعاملات فكانت بعد مرور 3 اشهر لجبن المعاملة C^+ و C^- هي 27.40 و35.60% على التوالي وكانت للمعاملات المضاف إليها الانيولين هي 33.80 و31.80 و30.90% على التوالي.

جدول (1) التحليل الكيمياوي وقيم pH لجبن التشدر لمعاملة السيطرة الموجبة والسالبة وجبن المعاملات قليل الدهن المضاف إليه الانيولين بنسب مختلفة أثناء الخزن على درجة حرارة (7مْ±1) مدة 3 اشهر

المعاملة		عمر الجبن(يوم)	المكونات%						
			الرطوبة	البروتين	الدهن	السكريات	النتروجين الكلي	النتروجين غير البروتيني	pH
جبن السيطرة الموجبة C^+ positive control		1	30.00	27.00	27.00	13.40	4.23	0.068	5.7
		30	29.50	27.20	27.30	13.30	4.26	0.084	5.4
		60	29.25	27.30	27.40	13.34	4.28	0.110	5.2
		90	28.30	27.40	27.60	13.98	4.30	0.135	4.7
جبن السيطرة السالبة C– Negative control		1	34.00	35.00	2.00	24.40	5.48	0.085	5.37
		30	33.00	35.20	2.10	25.00	5.51	0.098	5.27
		60	32.00	35.50	2.40	25.20	5.56	0.121	5.12
		90	30.40	35.60	2.60	26.45	5.58	0.154	5.09
معاملات (Treatments) لجبن التشدر المضاف إليه الانيولين	A1 1%	1	35.00	33.00	1.40	26.10	5.17	0.043	5.3
		30	34.70	33.30	1.50	25.90	5.21	0.051	5.26
		60	33.80	33.40	1.70	26.40	5.24	0.078	5.23
		90	32.00	33.80	1.80	27.50	5.30	0.094	5.07
	A2 3%	1	36.00	32.00	1.30	26.50	5.01	0.053	5.32
		30	35.80	32.00	1.40	26.50	5.01	0.062	5.21
		60	34.20	32.60	1.80	26.80	5.10	0.081	5.20
		90	33.00	31.80	1.90	28.50	4.98	0.114	5.09
	A3 5%	1	38.00	30.40	1.10	27.70	4.76	0.059	5.33
		30	36.40	30.50	1.30	28.50	4.78	0.071	5.22
		60	35.20	30.80	1.60	28.50	4.82	0.101	5.18
		90	34.30	30.90	1.90	29.00	4.84	0.128	5.06
قيمة L.S.D		_	3.39	1.88	0.72	1.14	0.57	0.083	0.58

***كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات**

- **نسبة الدهن:** توضح نتائج الجدول (1) النسبة المئوية للدهن في جبن المعاملات المختلفة المذكورة سابقا حيث كانت نسبة الدهن بعد التصنيع مباشرة لجبن المعاملة +C هي 27.00% وهذه النتيجة مقاربة إلى ما وجده (18) لجبن التشدر والبالغة 32.00%، أما نسبة الدهن في جبن المعاملة C^- فكانت منخفضة جدا مقارنة بجبن المعاملة +C إذ بلغت 2.00% وانخفاض هذه النسبة بسبب ان جبن هذه المعاملة صنع من حليب فرز

أما نسبة الدهن في جبن باقي المعاملات المضاف إليه الانيولين فكانت 1.40، 1.30 و1.10% على التوالي تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) بين جبن المعاملة C^+ وجبن جميع المعاملات قليلة الدهن. كما يلاحظ من النتائج انخفاض نسبة دهن جبن المعاملات المضاف إليها الانيولين مقارنة مع المعاملة C^- ويعود سبب ذلك إلى زيادة تركيز المواد الصلبة عن طريق إضافة البدائل الدهنية إلى الحليب المعد لصناعة هذا النوع من الجبن الذي بدوره أدى إلى تقليل نسبة الدهن في الجبن الناتج عن طريق شغل مادة الانيولين المضافة لجزء كبير من حجم النموذج، وهذا يتفق مع ما وجده (13، 14) عند إضافة البدائل الدهنية إلى المواد الغذائية قليلة الدهن التي أدت إلى خفض نسبة الدهن في هذه المواد الناتج، أما أثناء الخزن فيلاحظ حصول ارتفاع في النسبة المئوية للدهن في جبن جميع المعاملات فكانت بعد مرور 3 اشهر لجبن المعاملة C^+ هي 27.60% ولجبن المعاملة C^- هي2.60% فيما كان جبن المعاملات المضاف إليه الانيولين فكانت النسب 1.80 و1.90 و1.90% على التوالي ويعود السبب في ذلك إلى الانخفاض الذي يحصل في نسبة الطوبة أثناء الخزن مما يؤدي إلى رفع نسبة المواد الصلبة الكلية ومن ضمنها الدهن.

- **نسبة السكريات:** يبين الجدول (1) نسبة السكريات في جبن المعاملات المختلفة المذكورة سابقا إذ كانت نسبته بعد التصنيع مباشرة لجبن المعاملة C^+ هي 13.40% أما لجبن المعاملة C^- فكانت 24.40% ويعود سبب زيادة تركيز نسبة السكريات في المعاملة C^- إلى زيادة نسبة المواد الصلبة حيث تعتبر السكريات جزء من المواد الصلبة الكلية وبسبب إزالة الدهن أدى إلى زيادة نسبة السكريات (14)، وكانت نسبة السكريات في جبن المعاملات المضاف إليه الانيولين 26.10 و26.50 و27.70% على التوالي وهذه الزيادة في نسبة السكريات تعود إلى سبب إضافة النسب المتفاوتة للانيولين كون الانيولين يحتوي على الفركتوز وهو من السكريات كما وجد زيادة في نسبة السكريات مع تقدم فترة الخزن لجميع المعاملات فكانت بعد مرور 3 اشهر من الخزن لجبن المعاملة C^+ و C^- هي 13.98 و26.45% على التوالي، حينما كانت المعاملات للجبن المضاف إليه الانيولين هي 27.50 و28.50 و29.00% على التوالي.
- **الرقم الهيدروجيني:** تبين النتائج في الجدول (1) قيم الأس الهيدروجيني لمعاملات الجبن المختلفة المذكورة سابقا حيث كانت قيم pH بعد التصنيع مباشرة للمعاملة C^+ هي 5.7 أما للمعاملة C^- فقد كانت 5.37 ولمعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين هي 5.3 و5.32 و5.33 على التوالي وتشير نتائج التحليل الإحصائي إلى عدم وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في قيم pH بين المعاملات المختلفة أما في أثناء الخزن فيلاحظ انخفاض في قيم pH لجميع المعاملات فكانت بعد مرور 3 أشهر لجبن المعاملات C^+ و C^- هي 4.7 و5.09 على التوالي أما لمعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين فكانت 5.07 و5.09 و5.06% على التوالي كما لوحظ وجود فروقات معنوية ضمن المعاملة الواحدة بين بداية ونهاية مدة الخزن ومن مجمل النتائج لم يتم ملاحظة وجود أي تأثير لإضافة الإنيولين على قيم pH وهذا يتفق مع ما وجده (13، 14، 17).
- **نسبة النتروجين الكلي:** تبين النتائج في الجدول (1) ان نسبة النتروجين الكلي بعد التصنيع مباشرة للمعاملة C^+ كانت 4.23% أما للمعاملة C^- فكانت 5.48% ولمعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين كانت 5.17 و5.01 و4.76% على التوالي حيث تم ملاحظة وجود فروقات معنوية بين معاملة الجبن للسيطرة الموجبة وجميع معاملات الجبن المضاف إليها الانيولين في نهاية مرحلة الخزن إذ بلغت قيمتها بعد مرور 3 أشهر للمعاملة C^+ و C^- هي 4.30 و5.58% على التوالي ولمعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين 5.30، 4.98 و4.84% على التوالي.

- **نسبة النتروجين غير البروتيني:** يبين الجدول (1) النسبة المئوية للنتروجين الغير البروتيني لجميع معاملات الجبن بعد التصنيع مباشرة التي كانت للمعاملة C^+ وC^- هي 0.068 و0.085% على التوالـــي ولمعاملات الجبن المضاف إليه الانيولين هي 0.043 و0.053 و0.059% على التوالي ويلاحظ هناك وجود فروقات معنوية في هذه النسب بين جميع المعاملات وهذا يتفق مع ما وجده كل من (15، 18) وكما يلاحظ ارتفاع هـــذه النسب أثناء مدة الخزن إذ كـــانت بعد مرور 3 أشهر للمعـــــاملة C^+ وC^- هـــي 0.135 و0.154% علـى التـوالي ولمعـاملات الجـبن المضـاف إليـه الانيـولين هـي 0.094 و0.114 و0.128% علـى التـوالي ويلاحظ وجود فروقات معنوية ضمن المعاملة الواحدة بين بداية ونهاية مدة الخزن لجميع المعاملات ويعود السبب في ارتفاع هذه النسب مع مدة الخزن إلى زيادة التحلل البروتيني الناتج عن فعل المتبقي من أنزيمات المنفحة من جهة ونشاط بعض الأحياء المجهرية المحبة للبرودة من جهة أخرى ويتفق هذا ما وجده (18).
- **التقويم الحسي:** يبين الجدول (2) نتائج التقويم الحسي لنماذج جبن معاملة السيطرة C^+ وC^- ونماذج جبن المعاملات المضاف إليها الانيولين A1 و A2 و A3 وبالنسب المذكورة سابقا بعد التصنيع مباشرة وأثناء الخزن على درجة حرارة (7 ± 1) مْ مدة 3 اشهر ويتضح من النتائج تفوق جبن معاملة السيطرة الموجبة C^+ في جميع صفات التقويم الحسي المدروسة والمذكورة أعلاه على المعاملة السيطرة C^- قليلة الدهن بسبب دور الدهن الفعال في إضفاء صفات اللون والطعم والنكهة والقوام الجيدة والمرغوبة من وجهة نظر المستهلك إذ اتصف لونها باللون الأبيض المصفر الفاتح الذي يشبع رغبة المستهلك ومعرفته للون الجبن الطبيعي المعهود لديه، هذا يتفق مع ما وجده (13، 14، 17). من تردي الخصائص الحسية للجبن القليل الدهن الخالي من البدائل الدهنية. وكما بينت النتائج بان جبن التشدر المضاف إليه الانيولين بنسبة 5% حصل على أعلى درجات التقويم الحسي فيما يخص القوام التي تكاد تكون مطابقة لصفات جبن معاملة السيطرة الموجبة مقارنة مع جبن معاملة السيطرة السالبة أما بالنسبة لصفة اللون فكانت معاملات الجبن المضاف إليها الانيولين ذات لون يقترب كثيرا من اللون الطبيعي لجبن معاملة السيطرة الموجبة وبشكل يتناسب طرديا مع زيادة نسبة الانيولين المضافة للجبن وصولاً إلى نسبة 5% التي حصل عندها على اعلى درجات تقويم اللون وهذا يتفق مع ما وجده (19) إذ تعمل جزيئات الانيولين الصغيرة كمراكز لتشتيت الضوء وبالتالي تقليل البياض، وبينت النتائج انه عند إضافة الانيولين للحليب المعد منه جبن التشدر عمل على تحسين خصائصه الحسية وبالأخص الطعم والنكهة وهذا ما يتفق مع ما وجده (13، 14، 19) ويتفق أيضاً مع ما وجده (20) الذي أشار إلى ان إضافة الانيولين حسنت من الملمس الدهني والطراوة لقوام الجبن واكسبه مذاقاً فموياً غنيا بالدهنية. ويتفـق كـذلك مع ما وجـــده (21) عند تقويم الجبن المصنع من الحليب الفرز المدعم بالانيولين الذي حصل على اعلى درجات التقويم الحسي وبالأخص صفة الطعم مقارنة مع معاملة السيطرة السالبة ان هذه الخاصية في تحسين المذاق الفموي للجبن هي نتيجة لقابلية الانيولين على تكوين بلورات دقيقة جداً عند إذابته في الحليب وهذه البلورات الصغيرة لا يمكن ان يتحسس بها المستهلك في الفم إلا أنها في الوقت نفسه تؤثر في إعطاء نعومة وكريمية للمنتج ويزداد هذا الطعم الكريمي بزيادة محتوى الجبن من الانيولين (22). فيما يخص صفة التماسك فكانت بأعلى درجات التقويم الحسي لمعاملات الانيولين وبالأخص عند نسبة الإضافة 5% وسبب ذلك تعود إلى قابلية الانيولين العالية على ربط الماء وحجزه في داخل الشبكة البروتينية وإعطاء ثباتية اكثر للمنتج مع عدم قابلية تكسر أو تفتت القالب وهذا ما يتفق عليه (13، 14). وفيما يخص صفة الفتحات فبينت النتائج انخفاض درجات تقييم هذه الصفة لمعاملة السيطرة السالبة ومعاملات إضافة الانيولين مقارنة بمعاملة السيطرة الموجبة عدى معاملة إضافة الانيولين عند نسبة 5% حيث كانت مماثلة مع معاملة السيطرة الموجبة وخصوصا مع

التقدم في فترة وفيما يخص نتائج تقييم صفة المرارة فكانت الدرجات الممنوحة لمعاملة السيطرة الموجبة والسالبة منخفضة وبالأخص مع الخزن مقارنة بما حصلت عليه معاملات الجبن المضاف إليه الانيولين التي كادت مرتفعة حتى على جبن معاملة السيطرة الموجبة وبالأخص المعاملة ذات نسبة الإضافة 5% من الانيولين، حيث لم تظهر صفة المرارة في فترة الخزن على درجة حرارة (1±7) مْ وهذا يتفق مع ما وجدته (1) ولا يتفق مع ما وجده (13).

جدول (2) التقويم الحسي لجبن التشدر السيطرة الموجبة والسالبة وجبن المعاملات قليل الدهن المضاف إليه نسب مختلفة من الانيولين أثناء الخزن على درجة حرارة (1±7) مْ مدة 3 اشهر

المعاملة		عمر الجبن (يوم)	اللون	النكهة	القوام	التماسك	الفتحات	المرارة	مجموع الدرجات من 60
جبن السيطرة الموجبة C^+ positive control		1	9.2	8	10	10	10	7	57.2
		30	9	9	7	7	10	5	47
		60	9	8	7	7	10	5	46
		90	9	9	10	9	8	6	54
جبن السيطرة السالبة C^- Negative control		1	6	7	7	8	6	7	41
		30	5	5	4	4	6.3	6	30.3
		60	6	7	6	5	5	8	37
		90	6	5	7	5	4	8	35
المعاملات (Treatments) لجبن التشدر المضاف إليه الانيولين	A1 1% 50غم	1	7	5	5	7	8	9	41
		30	6	6	6	5	5	7	35
		60	7	6	8	6	6	7	40
		90	6	6	6	5	5	7	35
	A2 3% 150غم	1	8	6	8	9	8	10	49
		30	9	6	7	7	9	9	47
		60	8	7	8	8	8	9	48
		90	8	8	8	9	9	9	51
	A3 5% 250 غم	1	8	10	9	9	10	10	56
		30	9	10	9	8	8	10	54
		60	9	10	10	9	10	10	58
		90	10	9	10	10	10	9	58
قيمةL.S.D		_	1.88	2.57	1.13	1.26	1.67	1.23	7.38

*كل رقم في الجدول يمثل معدلا لثلاثة مكررات

- **تقدير قيم الطاقة لجبن التشدر:** يوضح الجدول (3) قيم الطاقة لمعاملات جبن التشدر التي تتمثل بمعاملة السيطرة الموجبة C^+ والسالبة C^- والمعاملات المضاف إليها الانيولين A1 وA2 وA3 وبالنسب المذكورة سابقا حيث يتضح من النتائج ان اعلى قيمة طاقة كانت في المعاملة C^+ إذ بلغت 417.32 كيلو سعرة/ 100غم ويعود ذلك إلى ان هذه المعاملة مصنعة من حليب كامل الدسم في حين يلاحظ انخفاض قيمة طاقة معاملة السيطرة السالبة البالغة 271.74 كيلو سعرة/ 100غم وهذا يعود إلى ان جبن التشدر لهذه المعاملة مصنع من

حليب فرز أما قيمة الطاقة لجبن المعاملات A1 وA2 وA3 فكانت 261.91 و154.59 و258.80 كيلو سعرة/ 100غم على التوالي.

جدول (3) قيم الطاقة الكلية لنماذج معاملة جبن التشدر السيطرة الموجبة والسيطرة السالبة وجبن المعاملات treatments قليل الدهن المضاف إليه نسب مختلفة من الانيولين

المعاملة	نوع الطاقة			
	الطاقة من البروتين	الطاقة من الدهن	الطاقة من السكريات	مجموع الطاقة الكلية (كيلو سعرة/ 100غم)
السيطرة الموجبة C^+	116.14	246.24	54.94	417.32
السيطرة السالبة C^-	150.30	18.94	102.5	271.74
جبن مضاف إليه الانيولين بنسبة 1 A1%	142.19	13.53	106.19	261.91
جبن مضاف إليه الانيولين بنسبة 3 A2%	136.64	12.62	5.33	154.95
جبن مضاف إليه الانيولين بنسبة 5 A3%	130.23	11.72	116.85	258.80
قيمة L.S.D	4.37	9.69	7.34	7.47

***كل رقم في الجدول يمثل معدل لثلاثة مكررات**

يلاحظ من الجدول أعلاه ان هناك انخفاض كبير في قيمة الطاقة لجبن المعاملات المضاف إليها الانيولين مقارنة مع المعاملتين C^+ وC^- ويعود سبب ذلك إلى ارتفاع المحتوى الرطوبي في جبن المعاملات A1 وA2 وA3 والذي يعود إلى ما يمتلكه الانيولين من خاصية مسك الماء لكونه مادة كاربوهيدراتية شديدة الامتصاص للماء إضافة لكون جبن التشدر مصنع من حليب فرز.

المصادر

1. Meyer, D.; Bayarri, S.; Tarrega, A. & Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. Food Hydrocol., 25 (8): 1881- 1890.
2. Tansman, G. F. (2014). Exploring the nature of crystals in cheese through X- ray diffraction. M.S. thesis. The Faculty of the Graduate College of The University of Vermont.
3. Villegas, B. & Costell, E. (2007). Flow behavior of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. International Dairy J., 17 (7): 776- 781.
4. Kavas, G.; Oysun, G.; Kinik, O. & Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat White Pickled Cheese. Food Chem., 88: 381-388.
5. Harris, W. S.; Dayspring, T. D. & Moran, T. J. (2013). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new developments and applications. Postgrad Med., 125 (6): 100- 113.
6. Kosikowski, F. V. & Mistry, V. V. (1982). Cheese and Fermented Milk Foods. Vol. I: Origins and principles. Great Falls, Virginia,-USA: F.V. Kosikowski: L.C.C. Publishers. PP. 56, 147- 161.
7. A.O.A.C. (2008). Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed Official Methods of Analyse, Washington, D.C.
8. Ling, E. R. (2008). A textbook of dairy chemistry. Vol. II practical, Chapman and Hall. LTD, (London).

9. American Public Health Association (A.P.H.A.). (1978). Standard methods for the methods for examination of dairy products. 14th Ed. E.H. Marth, Washington, D.C. New York.
10. Cengiz, E. & Gokoglu, N. (2005). Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. Food Chem., 91: 443- 447.
11. Nelson, J. A. & Trout, G. M. (1956). Judging and dairy products. 4th ed. The Olsen Publishing Co., Milwaukee, Wis. 53212, USA.
12. Costa, N. E.; Hannon, J. A.; Guinee, T. P.; Auty, M. A. E.; McSweeney, P. L. H. & Beresford, T. P. (2010). Effect of exopolysaccharide produced by isogenic strains of *Lactococcus lactis* on half-fat Cheddar cheese. J. Dairy Sci., 93 (8): 3469- 3486.
13. البدراني، ضياء إبراهيم. (2016). تصنيع منتجات الألبان قليلة الطاقة عن طريق استخدام بدائل الدهون ودراسة خصائصها الفيزيائية والتغذية. كلية الزراعة- جامعة بغداد، ص 18-19، 89-91.
14. حمه، ديار حسن. (2011). تأثير استخدام الانيولين كبديل للدهن والسكر في إنتاج بعض الأغذية المصنعة. كلية الزراعة- جامعة السليمانية، ص 3، 14-16، 47.
15. دوش، كفاح سعيد. (2007). تنقية وتوصيف بعض بروتيزات خلايا الدم البيضاء المتعددة الأشكال النووية المعزولة في حليب الأبقار المصابة بالتهاب القرع ودراسة دورها في انضاج جبن الشدر. كلية الزراعة- جامعة بغداد، ص 33-36، 78-82.
16. Kumar, R. (2012). An Investigation into Improvement of Low Fat Cheddar Cheese by the Addition of Hydrocolloids. M. S. Thesis. The Graduate School, University of Minnesota. PP. 67-68.
17. Yahyavi, F. and Kalajahi, S. E. M. (2014). A Study of the Possibility of Low- Fat Feta Cheese Production Using Dietary Fiber. Adv. Environ. Biol., 8 (11): 1245- 1249.
18. El- Soda, M. (2014). Production of low fat cheddar cheese made using exopolysaccharide-producing cultures and selected ripening cultures. Adv. Microbiol., 4 (4): 986- 995.
19. Buriti, F. C. A. (2005). Development of symbiotic cream cheese. Master Dissertation, University of São Paulo, Faculdade de Ciência Farmacêutica, São Paulo. PP. 76-77.
20. Miočinović, J.; Pudja, P.; Radulović, Z.; Pavlović, V.; Miloradović, Z.; Radovanović, M. & Paunović, D. (2011). Development of low fat UF cheese technology. Mljekarstvo, 61 (1): 33-44.
21. Rashidi, H.; Mazaheri- Tehrani, M.; Razavi, M. A. & Ghods-Rohani, M. (2015). Improving Textural and Sensory Characteristics of Low- Fat Feta Cheese Made with Fat Replacers. J. Agr. Sci. Tech., 17 (1): 121- 132.
22. Guggisberg, D.; Cuthberth-Steven, J.; Piccinali, P.; Bütikofer, U. & Eberhard, P. (2009). Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. Int. Dairy J., 19 (2): 107- 115.