

درجة حرارة ومدة استخلاص جيلاتين عظام الأبقار وخواصه الوظيفية والحسية

عودة فنيخر الدليمي

ايمان جابر جاسم العطار*

استاذ مساعد

مدرس مساعد

قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة بغداد

attar.eman@yahoo.com

المستخلص

هدف هذا البحث استغلال عظام الأبقار المجوفة كمادة اولية في انتاج نوعيات جيلاتين مختلفة وذلك بعد اجراء عمليات تحضيرية مسبقة للعظام وتجهيتها لتصبح جاهزة للاستخلاص في درجات حرارة من 60-90 °م واستمرار عملية الاستخلاص لكل درجة حرارية لمدد زمنية مختلفة من 2-20 ساعة لكل معاملة وبعد الاستخلاص تجري عملية تصفية وترشيح وتركيز للمحاليل الجيلاتينية المستخلصة ويتم تجفيفها وطحنها كل على انفراد حسب درجة حرارة الاستخلاص ومدة الاستخلاص، تمت دراسة الخواص الوظيفية والحسية لكل نوع من الانواع المنتجة. لوحظ من النتائج المستحصل عليها ان درجة حرارة الاستخلاص ومدة الاستخلاص وتداخلاتها أثرت معنوياً في كمية الحاصل. كذلك أتصفت جميع عينات الجيلاتين المنتجة بخواص وظيفية جيدة و مشابه لحد ما النموذج التجاري وخصوصاً قابلية الذوبان واللزوجة وامتصاص الماء والزيت والمقدرة العالية على تكوين هلام عند تركيز تراوح ما بين 2-3% حسب درجة حرارة الاستخلاص. بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فرق معنوي لتأثير العوامل المدروسة في نسبة ذوبان الجيلاتين وفي كمية الماء الممتص وكمية الزيت الممتص، في حين اظهرت النتائج وجود فروق معنوية لتأثير العوامل المدروسة في قيمة اللزوجة كما اظهرت نتائج التقويم الحسي ان جميع انواع الجيلاتين اتصفت بخواص حسية جيدة من حيث اللون والرائحة والطعم وكان لدرجة حرارة الاستخلاص مع اطالة مدة الاستخلاص تأثير معنوي في لون مسحوق الجيلاتين الذي يتغير من شفاف الى شفاف مصفر الى ان يصبح بنياً غامقاً خلال مراحل الاستخلاص الاخيرة. خلصت هذه الدراسة الى امكانية انتاج جيلاتين ذو خواص وظيفية جيدة خلال مراحل الاستخلاص المبكرة (60 و 70 °م) ولجميع مدد الاستخلاص من تلك الانواع المنتجة خلال مراحل الاستخلاص الاخيرة (80 و 90 °م).

الكلمات المفتاحية: عظام الأبقار، استخلاص الجيلاتين، تركيبه الكيميائي، خواصه الوظيفية، التقويم الحسي.

*البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الأول.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(2): 241-250, 2013 Al-Attar & Al-Delimi

EXTRACTION TEMPERATURE AND PERIOD OF COWS' BONES GELATIN AND IT' S FUNCTIONAL AND SENSORY PROPERTIES

Eman J. J. Al-Attar*

Ouda F. Al-Delimi

Assistant Instructor

Assistant Professor

Dept. Food Science – college of Agriculture – University of Baghdad

attar.eman@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this study was to utilize hollow cows' bones as a raw material in production of different kinds of gelatin. The processing methods included, preparation of bones to be ready for extraction process at elevated temperature of (60, 70, 80 and 90) C° for different periods between (2-20) hours for each treatment. After the extraction, clarification, filtration and concentration of gelatinous extract was carried out, drying and then milling carried out according to temperature and extraction period. The obtained results showed significant affect on yield for extraction temperature and period and also for the interaction between the examined factors. All gelatin produced characterized with good functional properties being compatible with commercial gelatin, particularly the solubility, viscosity and water and oil absorption, high gel formation capacity at 2-3% according to extraction temperature, and the results showed insignificant differences for interaction for all examined factors for gelatin solubility and water and oil absorbed. While the results showed that significant differences for interaction effect for examined factors on viscosity. The organoleptic tests revealed that all kinds of gelatin had characterized with good properties such as color, odor and taste, the elevated temperature and prolonged extraction changed gelatin color from transparent to yellowish, light brown and eventually dark brown. The results revealed the types gelatin produced during early extraction stage at 60 and 70 C° for all extraction periods, gave better functional properties than that types produced during final extraction stage at 80 and 90 C°.

Keywords: cows' bone, gelatin extraction, chemical composition, functional properties, sensory evaluation.

*Part of M. Sc. Thesis of the first author.

المقدمة

الجيلاتين هو منتج عضوي طبيعي وبروتين غذائي نحصل عليه من تحلل الكولاجين الموجود في اوتار وعظام وجلود الحيوانات المستأنسة (28). ويعرف الجيلاتين بحالته الجافة بأنه مادة شفافة عديمة اللون وحياتياً اصفر فاتح ليس له طعم ورائحة، غير ذائب بالمذيبات العضوية وله القدرة على الانتفاخ عند وضعه في ماء بارد، اذ يمتص ما يعادل (10-15) مرة بقدر كميته ماء مكوناً كتلة ذات قوام متماسك شبيه بالجلي (1). وعلى الرغم من وجود بوليمرات (غرويات) عديدة لها القدرة على تكوين الهلام مثل البكتين والأكار والنشا الا أن الجيلاتين اظهر خواصاً وظيفية فريدة من نوعها في قابليته على التحول الحراري الى هلام وقدرته على الازابة والتصلب لعدة مرات من دون ضرر او تحطم (9). وبسبب هذه الخواص فقد اصبحت للجيلاتين استخدامات واسعة ليس فقط في الصناعات الغذائية وأن ما في بعض التطبيقات العملية مما ادى الى تزايد نسبة الجيلاتين المستهلكة سنوياً في كافة انحاء العالم، ففي مجال الصناعات الغذائية استعمل الجيلاتين لزيادة المحتوى البروتيني في الأغذية من جهة ومن جهة اخرى يستعمل لوظيفته المهمة في تحويل الخواص الفيزيائية للأغذية التي تتضمنه فهو يستطيع تحسين المطاطية وتثبيت قوام المنتجات الغذائية، اذ بلغت نسبة الجيلاتين المستهلكة في التصنيع الغذائي 65 % من الانتاج السنوي، أما في مجال الصيدلة فيستخدم الجيلاتين بحدود 10% سنوياً في صناعة الكبسولات وتغليف أقراص الدواء، وفي مجال التصوير Photographic يستخدم حوالي 20 % لعمل أغشية خارجية لأفلام واوراق التصوير لحمايتها من الجفاف والضوء والاكسجين، وفي تطبيقات صناعية مختلفة يستعمل ما يقارب 5% من الانتاج السنوي للجيلاتين (19) و(11). ونظراً لأهمية الجيلاتين الغذائية والصناعية للأسباب انفة الذكر، ولاستيراد كميات كبيرة من هذه المادة بالعملة الصعبة من خارج القطر وخصوصاً ان بعض انواع الجيلاتين مصدرها الخنزير وهو محرم عندنا كمسلمين، ولهذا هدفت الدراسة الى انتاج الجيلاتين من مواد اولية متوفرة ورخيصة الثمن عظام الأبقار المجوفة وبكلفة انتاجية منخفضة وصولاً الى ظروف مثلى لإنتاج افضل نوعيات

جيلاتين وذلك من خلال دراسة المحتوى الكيميائي والخواص الوظيفية والحسية لهذا المنتج.

المواد والطرائق

المادة الخام: تشمل المادة الخام الأولية لإنتاج الجيلاتين في هذا البحث على عظام الأبقار المجوفة والتي تم الحصول عليها من أسواق بغداد المحلية، وبعد جمع العينات تم تنظيفها وازالة الأوساخ والقطع غير العظمية منها وتقطيعها بوساطة منشار كهربائي ويديوي الى قطع صغيرة وغسلت بالماء جيداً ووضعت في اكياس نايلون وحفظت بالتجميد في درجة -18 °م لحين الاستخلاص. بسبب وجود املاح الكالسيوم (فوسفات وكاربونات الكالسيوم) في تركيب العظام التي تعطيها قوة وصلابة وتعيق عملية استخلاص البروتين من العظام، لذلك يستوجب ازالة هذه الأملاح باستعمال حامض لاعضوي مثل حامض الهيدروكلوريك المخفف 6% للحصول على عظام مزال منها الأملاح المعدنية تسمى (Ossein) تغسل بعد ذلك بالماء الجاري ثم يضاف لها محلول قاعدي مخفف من NaOH لمعادلة pH الأوسين ومن ثم سله بالماء الجاري للتخلص من آثار الحامض والقاعدة.

الجيلاتين التجارية: تم استعمال جيلاتين مختبري مستورد من

شركة BDH Chemicals Ltd

المواد الكيماوية: جميع الكيماويات التي تم استعمالها في هذا البحث هي من النوع التحليلي Analar .

تصميم التجربة: تضمنت التجربة استعمال عظام الأبقار (Ossein) كمصدر لإنتاج الجيلاتين، وتضمنت عشرة معاملات زمنية (2، 4، 6، 8، 10، 12، 14، 16، 18، 20) ساعة وكل معاملة زمنية تضمنت اربع معاملات حرارية متتابع (60، 70، 80، 90 °م) وبعد جمع السائل المستخلص كل حسب وقته ودرجة حرارته ومن ثم التصفية والترشيح والتجفيف والحصول على أنواع مختلفة من الجيلاتين، وخضعت هذه الأنواع لتحاليل كيميائية ودراسة خواصها الوظيفية والحسية لمعرفة تأثير درجة حرارة الاستخلاص والفترة الزمنية للاستخلاص على جودة ونوعية المنتج النهائي.

التحاليل الكيماوية: تم أخذ مكررين عشوائيين لكل عينة عند اجراء التحاليل الكيماوية للعظام المجوفة حيث قدرت الرطوبة

المدرسة باستعمال اختبار اقل فرق معنوي عند مستوى $P < 0.05$.

النتائج والمناقشة

تبين النتائج في الجدول 1 المحتوى الكيميائي لعظام الأبقار المجوفة المستعملة لإنتاج الجيلاتين قيد الدراسة، ويتضح من الجدول ان نسبة الرطوبة والبروتين والدهن والرماد 9.60 و 20.80 و 10.50 و 58.9% على التوالي، إذ بلغت نسبة البروتين في العظام المجوفة 20.8% وهي مقاربة للنسبة التي حصل عليها Caldironi و Ockerman (6). أما نسبة الرماد فقد بلغت 58.9% في وهذه النسبة مقاربة للنسبة التي حصل عليها Field وآخرون (10).

جدول 1. التركيب الكيميائي لعظام الأبقار المجوفة

الفحوصات	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الرماد %
عظام مجوفة	9.60	20.80	10.50	58.90

ويتضح من الجدول 2 وجود فرق معنوي $p < 0.05$ لتأثير فترة الاستخلاص في نسبة حاصل الجيلاتين المنتج، إذ نلاحظ زيادة كمية الحاصل بشكل مستمر مع زيادة فترة الاستخلاص عند درجة حرارة 60 و 70 و 80 °م، إذ تزداد نسبة الحاصل من 0.50% و 2.57% و 8.95% بعد 2 ساعة استخلاص ليصل الى 4.50% و 5.27% و 8.95% بعد 20 ساعة استخلاص وعلى التوالي. وقد يعزى ارتفاع نسبة الحاصل مع زيادة فترة الاستخلاص الى تحلل أكبر كمية من المادة الكولاجينية وتحولها الى جيلاتين وهذا يتفق مع ما ذكره king (20). وايضاً يعود سبب ارتفاع نسبة الحاصل مع ارتفاع درجة حرارة الاستخلاص الى زادة معدلات الكولاجين المتحطم مما يسبب ارتفاع كمية البروتين المستخلص وهذا يتفق مع ما ذكره Singh و Fonkwe (11). أما في حالة رفع درجة حرارة الاستخلاص الى 90 °م نلاحظ تزايد كمية الحاصل تدريجياً مع زيادة فترة الاستخلاص الى حد 8 ساعات إذ بلغت 9.48% ثم تبدأ بالانخفاض عند درجة الحرارة نفسها لتصل الى 8.00% بعد 20 ساعة من الاستخلاص. ويعزى سبب انخفاض نسبة الحاصل عند الزيادة المستمرة لدرجة حرارة وفترة الاستخلاص الى تحلل وتحول اغلب المواد الكولاجينية الى جيلاتين في ساعات

وذلك بوزن 2 غرام من العينة وتجفيفها في فرن كهربائي نوع Memmert وفي درجة حرارة 105 °م ولمدة 18 ساعة (3). أما البروتين فقد تم تقدير نسبة النتروجين الكلي استناداً الى الطريقة المذكورة في AOAC (4). وباستعمال طريقة Micro kjeldahle وقد استعمل معامل التحويل 6.25 لاستخراج نسبة البروتين الكلي. وقُدِّرت نسبة الدهن للمادة الخام وفقاً للطريقة المذكورة في AOAC (4). وباستخدام جهاز (Soxhlet extraction units) وقد استغرقت عملية الاستخلاص أكثر من 4 ساعات باستخدام المذيب العضوي Petroleum ether الذي درجة غليانه (40-60 °م). وتم تقدير نسبة الرماد للمادة الخام وذلك بحرق العينات الجافة في فرن الترميد Muffle Furnace نوع Carbolite في درجة حرارة 500 °م ولحين اتمام الحرق وثبات وزن الرماد وحسب ما ذُكر في 757BS (5).

حساب كمية الحاصل: تم حساب النسبة المئوية لحاصل أنواع الجيلاتين المستحصل عليه (24).

قياس الخواص الوظيفية: تم دراسة عدد من الخصائص الوظيفية لجميع انواع الجيلاتين المحضر (40 نوع) اضافة الى الجيلاتين التجاري للمقارنة. وقد تم قياس هذه الخواص تحت ظروف ثابتة مع اختلاف انواع الجيلاتين للوصول الى أفضل نوعية جيلاتين تعطي أفضل النتائج بالمقارنة مع الجيلاتين التجاري. كالدوبانية اتبعت طريقة Hindi و-AL Douri (13). وتكوين الهلام اتبعت طريقة Miller و Groninger (22). واللزوجة وامتصاص الماء وامتصاص الزيت اتبعت طريقة Sathe و Salunkhe (27). والاستحلاب Emulsification اتبعت طريقة Jasim (16). والرغوة Foaming اتبعت طريقة Jasim وآخرون (17).

التقويم الحسي لمسحوق الجلاتين المحضر: تم اجراء التقويم الحسي (اللون Color والرائحة Odor والطعم Taste) لجميع عينات الجيلاتين المحضرة من قبل بعض الاشخاص من اعضاء الهيئة التدريسية وطلبة الدراسات العليا في كلية الزراعة جامعة بغداد.

التحليل الاحصائي: استخدم البرنامج SAS (26) لدراسة تأثير فترة الاستخلاص ضمن كل درجة حرارة وكذلك درجة حرارة الاستخلاص لكل فترة وذلك باستخدام التصميم التام التعشبية وقورنت الفروق المعنوية بين متوسطات العوامل

الجدول 2. تأثير درجة الحرارة ووقت الاستخلاص في النسبة المئوية لحاصل جيلاتين المنتج

ساعات الاستخلاص	حرارة الاستخلاص (م°)				LSD %5
	90	80	70	60	
2	7.21	6.60	2.57	0.50	2.24*
4	7.85	6.55	2.85	1.12	2.72*
6	8.52	7.16	3.14	1.84	3.03*
8	9.48	7.80	3.37	2.23	3.47*
10	9.40	8.20	3.65	2.33	3.53*
12	9.27	8.77	3.87	2.70	3.16*
14	8.87	9.23	4.05	3.25	3.08*
16	8.56	9.30	2.20	3.68	3.19*
18	8.21	9.17	4.46	3.95	2.86*
20	8.00	8.95	5.27	4.50	2.67*
LSD %5	NS	*1.52	* 1.09	* 1.65	---

الجدول 3. تأثير درجة الحرارة ووقت الاستخلاص في النسبة المئوية لذويان الجيلاتين المنتج

ساعات الاستخلاص	حرارة الاستخلاص (م°)				LSD %5
	90	80	70	60	
2	96.41	96.75	96.88	96.92	NS
4	96.35	96.70	96.85	96.91	NS
6	96.30	96.67	96.82	96.87	NS
8	96.25	96.62	96.78	96.83	NS
10	96.20	96.58	96.74	96.83	NS
12	96.12	96.53	96.70	96.80	NS
14	95.86	96.49	96.65	96.79	NS
16	95.76	96.45	96.61	96.77	NS
18	95.70	96.40	96.59	96.75	NS
20	95.65	96.35	96.57	96.73	NS
LSD %5	NS	NS	NS	NS	---

الاستخلاص المبكرة الى ان تبلغ كمية الحاصل اعلى ما يكون ثم تبدأ تتخفف في ساعات الاستخلاص المتأخرة مع استخدام درجات حرارية عالية (14). ويلاحظ من الجدول 3 وجود انخفاض غير معنوي $p < 0.05$ في النسبة المئوية لذويان الجيلاتين المنتج كلما زادت فترة الاستخلاص وارتفعت درجة حرارة الاستخلاص، اذ بلغ أعلى نسبة مئوية لقابلية الجيلاتين المنتج عند حرارة 60 م° ولفتره 2 ساعة 96.92% وأدناها للجيلاتين المنتج عند درجة حرارة 90 م° ولفتره استخلاص 20 ساعة 95.65%. وقد يعزى سبب انخفاض نسبة ذويان مسحوق الجيلاتين بزيادة فترة الاستخلاص وارتفاع درجة حرارة الاستخلاص الى عدة اسباب منها قد يكون بسبب تحطم المواد غير المستخلصة خلال مراحل الاستخلاص للدرجات الحرارية السابقة مما يؤدي الى انخفاض ذويان الجيلاتين (14) أو قد يكون بسبب زيادة حجم حبيبات مسحوق الجيلاتين الناتج بمراحل الاستخلاص الأخيرة التي تعمل على انخفاض قابلية ذويان الجيلاتين في حين يستطيع الماء ان يتخلل عبر ذرات مسحوق الجيلاتين الناعمة ليكون اكثر تعرضاً للأحماض الأمينية المحبة للماء مما يؤدي الى زيادة قابلية ذويان الجيلاتين بالماء (23). وعند مقارنة قابلية ذويان الجيلاتين قيد الدراسة مع قابلية ذويان الجيلاتين التجاري، وجد انهما متقاربتان، إذ بلغت قابلية ذويان الجيلاتين التجاري 96.5%.

يبين الجدول 4 ان لجميع انواع الجيلاتين قيد الدراسة القدرة على تكوين الهلام عند تراكيز مختلفة تراوحت ما بين 1-3 %، اذ يلاحظ من الجدول أن زيادة تركيز الجيلاتين يؤدي الى زيادة القدرة على تكوين هلام صلب ومتماسك، وكذلك يتضح من الجدول ان لظروف الاستخلاص تأثيراً على كفاءة الجيلاتين لتكوين الهلام، ففي حالة استخراج الجيلاتين الغذائي في درجة حرارة 60 و70 م° فيفضل زيادة فترة الاستخلاص الى اكثر من 8 و6 ساعات على التوالي لضمان الحصول على جيلاتين ذي هلام متماسك عند تراكيز منخفضة (1%). اما في حالة الجيلاتين المستخرج في درجات حرارة عالية ولفترات زمنية طويلة، فان القدرة على تكوين الهلام تضعف وخصوصاً عند استعمال تراكيز منخفضة (اقل من 3%) وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما توصل اليه Hinterwaldner (14). وقد يرجع سبب عدم تكون الهلام او ضعف خثرة الهلام مع زيادة درجة حرارة وفترة الاستخلاص الى التحطم الحراري للبروتين وتغير طبيعته مما يؤدي الى انخفاض مقدرته على تكوين الشبكة الليلية التي تكون هي الاساس في تكوين الهلام (18). ومن الحسابات العملية التي توصلت اليها الدراسة الحالية تبين ان التركيز الامثل لتكوين هلام صلب ومتماسك ولكافة انواع الجيلاتين قيد الدراسة هو 2-3 % وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل اليه Singh وFonkwe (11). وعند مقارنة قابلية تكوين الهلام في الجيلاتين قيد الدراسة مع الجيلاتين التجاري

جدول 4. قابلية الجيلاتين المنتج على تكوين الهلام باستخدام ثلاثة تراكيز مختلفة

حرارة الاستخلاص (°م) التركيز %	60			70			80			90		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
ساعات الاستخلاص	2	2	2	2	2	0	2	1	0	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	0
4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
8	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	2	2	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2
14	2	2	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2
16	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	2
18	2	0	0	2	1	0	2	2	2	2	2	2
20	2	0	0	2	1	0	2	2	2	2	2	2

0=عدم تكوين الهلام 1=هلام شبه متصلب 2=هلام متماسك

جدول 5. تأثير درجة الحرارة ووقت الاستخلاص في لزوجة * الجيلاتين المنتج

LSD %5	حرارة الاستخلاص (°م)				ساعات الاستخلاص
	90	80	70	60	
NS	4.20	5.25	5.35	4.70	2
NS	4.10	5.00	5.50	5.05	4
0.894 *	3.80	4.80	5.70	5.20	6
0.906 *	3.75	4.65	6.25	5.50	8
1.16*	3.50	4.40	6.40	5.80	10
1.42*	3.40	4.30	6.55	6.25	12
1.30 *	3.25	4.15	6.80	6.40	14
1.85*	3.05	4.00	7.10	6.60	16
2.17 *	2.70	3.70	7.40	6.90	18
2.23*	2.50*	3.40	7.60	7.20	20
---	1.47*	1.05*	1.79*	2.88*	LSD %5

الدراسة مع لزوجة الجيلاتين التجاري، وجد ان لزوجة الجيلاتين المنتج كانت مقاربة لدرجة كبيرة للزوجة الجيلاتين التجاري التي بلغت 11.440 مليوبيز. يتبين من الجدول 6 وجود تأثير معنوي $P < 0.05$ لفترة الاستخلاص في كمية الماء الممتص من قبل مسحوق الجيلاتين المنتج إذ تزداد مع زيادة فترة الاستخلاص عند درجة حرارة 60 °م و 70 °م إذ بلغت كمية الماء الممتص 4.70 و 5.35 مل/غم جيلاتين منتج بعد 2 ساعة استخلاص على التوالي لتصل الى 7.20 و 7.60 مل/غم جيلاتين منتج بعد 20 ساعة استخلاص على التوالي، وقد يعود سبب ارتفاع قابلية امتصاص الماء من قبل الجيلاتين المنتج عند درجة حرارة 70 °م الى ان الجيلاتين عند استخلاص على في هذه الدرجة الحرارية سيحتوي على تركيز عالٍ من البروتين ذي الوزن الجزيئي العالي اكثر مما للجيلاتين المنتج عند 60 °م في حين يكون البروتين في الجيلاتين المنتج عند 80 و 90 °م ذا وزن جزيئي منخفض، وعند مقارنة كمية الماء الممتص من قبل الجيلاتين قيد الدراسة مع الجيلاتين التجاري لوحظ ان كمية الماء الممتص من قبل الجيلاتين المنتج عند درجات حرارة 60 و 70 °م كانت مقاربة من كمية الماء الممتص من قبل الجيلاتين التجاري والتي بلغت 8.2 مل/غم جيلاتين. بسبب تعرضه للتسخين في درجات حرارة عالية تؤدي الى تحطمه مما يؤدي

كانت مقاربة جداً إذ كان أفضل تركيز لتكوين هلام متماسك هو 2%، تشير النتائج في الجدول 5 الى وجود ارتفاع غير معنوي $p < 0.05$ لقيم اللزوجة في عينات الجيلاتين المستخلصة عند درجة حرارة 60 °م و 70 °م مع زيادة الفترة الزمنية للاستخلاص إذ بلغت لزوجة الجيلاتين المستخلص على 60 °م ولمدة 2 ساعة 11.247 مليوبيز لترتفع الى 11.410 مليوبيز بالنسبة للجيلاتين المستخلص عند 70 °م ولمدة 20 ساعة. بينما نلاحظ انخفاض غير معنوي < 0.05 في لزوجة عينات الجيلاتين المستخلصة عند المعاملتين الحراريتين الأخيرتين 80 °م و 90 °م إذ تبدأ بالانخفاض التدريجي من 11.285 مليوبيز بعد فترة 2 ساعة من الاستخلاص عند 80 °م الى 10.588 مليوبيز بعد فترة 20 ساعة من الاستخلاص عند 90 °م وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما وجد Lee وآخرون (21) عند استعمال درجات حرارة عالية جداً لإنتاج الجيلاتين يعطي جيلاتين ذا لزوجة منخفضة، وان هذا الاختلاف في لزوجة الجيلاتين قد يعود الى قابلية ذوبانه في الماء، إذ أن زيادة ذوبان البروتينات تزيد من لزوجتها، فضلاً عن ذلك فأن وجود جزيئات غير ذائبة ولو بكميات قليلة تقلل من لزوجة الجيلاتين (16). وعند مقارنة لزوجة الجيلاتين قيد

المتص بالارتفاع التدريجي مع زيادة فترة الاستخلاص من 1.65 مل/غم جيلتين منتج عند درجة حرارة 60 °م ولفترة استخلاص 2 ساعة الى ان تصل 2.35 مل/غم جيلتين منتج عند درجة حرارة 70 °م ولفترة 20 ساعة، بينما نلاحظ حصول انخفاض غير معنوي في كمية الزيت الممتص من قبل الجيلتين المنتج خلال مرحلتي الاستخلاص الأخيرة 80 و 90 °م إذ بدأت بالانخفاض من 1.70 مل/غم جيلتين منتج عند درجة حرارة 80 °م ولفترة 2 ساعة لتصل الى 0.90 مل/غم جيلتين منتج عند درجة حرارة 90 °م ولفترة 20 ساعة، وقد يعزى سبب اختلاف كمية الزيت الممتص من قبل عينات الجيلتين المختلفة الى انه خلال مراحل الاستخلاص الأخيرة سوف تعمل درجات الحرارة العالية الى تغيير طبيعة البروتين وكذلك تزيد من خشونة حبيبات الجيلتين مما يؤدي الى قلة كمية الزيت الممتص من قبل هذه الحبيبات (25).

الجدول 7. تأثير درجة الحرارة ووقت الاستخلاص في كمية الزيت الممتص * للجيلتين

LSD %5	حرارة الاستخلاص (°م)				ساعات الاستخلاص
	90	80	70	60	
NS	1.55	1.70	1.85	1.65	2
NS	1.50	1.75	1.90	1.60	4
NS	1.45	1.60	1.95	1.70	6
NS	1.40	1.65	1.95	1.85	8
0.452*	1.30	1.50	2.05	1.85	10
0.618*	1.20	1.40	2.15	1.90	12
0.557*	1.15	1.40	2.25	1.95	14
0.745*	1.00	1.35	2.25	2.00	16
0.859*	0.95	1.30	2.30	2.05	18
0.657*	0.90	1.20	2.35	2.15	20
---	NS	NS	NS	NS	LSD %5

وأيضاً لم يلاحظ وجود فرق معنوي لتأثير تداخل درجة حرارة الاستخلاص في كمية الزيت الممتص ولفترات الاستخلاص المبكرة 2، 4، 6، 8 ساعات بينما كان هناك تأثير معنوي لدرجة حرارة الاستخلاص في كمية الزيت الممتص من قبل الجيلتين المنتج في فترات الاستخلاص المتأخرة 10، 12، 14، 16، 18 و 20 ساعة. وعند مقارنة كمية الزيت الممتص من قبل الجيلتين قيد الدراسة مع الجيلتين التجاري، لوحظ أن كمية الزيت الممتصة من قبل الجيلتين

الجدول 6. تأثير درجة حرارة ووقت الاستخلاص في كمية الماء الممتص * للجيلتين المنتج

LSD %5	حرارة الاستخلاص (°م)				ساعات الاستخلاص
	90	80	70	60	
NS	11.216	11.285	11.292	11.247	2
NS	11.195	11.277	11.301	11.258	4
NS	11.099	11.260	11.320	11.275	6
NS	11.005	11.247	11.329	11.280	8
NS	10.950	11.230	11.338	11.296	10
NS	10.856	11.222	11.353	11.310	12
NS	10.803	11.216	11.361	11.319	14
NS	10.707	11.205	11.375	11.329	16
NS	10.669	11.168	11.388	11.338	18
NS	10.588	11.136	11.410	11.348	20
---	NS	NS	NS	NS	LSD%5

* تم قياسها بالمليوبيز

الى اعطاء جيلتين منخفض الجودة، وهذا التفسير يتفق مع ما ذكره Singh و Fonkwe (11). بينما كان هناك انخفاض معنوي $P < 0.05$ لكمية الماء الممتص من قبل مسحوق الجيلتين المنتج عند درجة حرارة 80 و 90 °م اذ بلغت كمية الماء الممتص 5.25 و 4.20 مل/غم جيلتين منتج بعد 2 ساعة استخلاص على التوالي لتنخفض الى 3.40 و 2.50 مل/غم جيلتين منتج بعد 20 ساعة استخلاص، وقد يعزى سبب هذا الانخفاض في كمية الماء الممتص من قبل عينات الجيلتين الى تغيير طبيعة البروتين خلال مراحل الاستخلاص الأخيرة وكذلك تعتمد كمية الماء الممتص على حجم حبيبات مسحوق الجيلتين التي تلعب دوراً مهماً في كمية الماء الممتص فالحبيبات الكبيرة اقل قدرة على امتصاص الماء من الحبيبات الناعمة وهذا ما يحصل للجيلتين المستخلص درجات حرارة عالية ولفترات طويلة (25). وأيضاً نلاحظ من الجدول عدم وجود فروق معنوية لتأثير ارتفاع درجة حرارة الاستخلاص 60، 70، 80، 90 °م في كمية الماء الممتص في فترات الاستخلاص المبكرة اذ بلغت 4.70، 5.35، 5.25 و 4.20 مل/غم جيلتين منتج بعد 2 ساعة استخلاص على التوالي. وبلغت 5.05، 5.50، 5.00، و 4.10 مل/غم جيلتين منتج بعد 4 ساعات استخلاص على التوالي. تشير نتائج الجدول 7 الى حصول ارتفاع غير معنوي $P < 0.05$ لتأثير فترات استخلاص الجيلتين في كمية الزيت الممتص من قبل الجيلتين المنتج عند درجة حرارة استخلاص 60 و 70 °م اذ تبدأ كمية الزيت

بالفقاعة الهوائية ويسمح ببقاء الهواء داخله لفترة طويلة تطول بزيادة نسبة الجيلاتين المستعمل وهذا التفسير يتفق مع ما ذكره King (20). عند استعمال الجيلاتين لإنتاج حلوى Marshmallow. اما بالنسبة لثبات الرغوة فأن الجدول يبين مقدرة انواع الجيلاتين المستخلصة خلال المعاملات الحرارية 60 و 70 °م على تكوين رغوة أكثر ثباتاً من انواع الجيلاتين الاخرى 80 و 90 °م التي تتناقص، رغوتها المتكونة بسرعة اكثر من الانواع السابقة الذكر، وقد يعزى السبب في ذلك الى تركيب البروتين ودرجة حرارة استخلاصه فان استخلاص الجيلاتين في درجات حرارة عالية يؤدي الى انخفاض خواصه بسبب تغير طبيعة البروتين وانخفاض وزنه الجزيئي (19).

جدول 8. حجم الرغوة المتكونة للجيلاتين المنتج وباستخدام

تركيز 1%

الوقت (دقيقة)	60	70	80	90	حرارة الاستخلاص (°م)
5	0	5	0	5	0
2	132	71	135	74	139
4	136	73	140	75	144
6	142	74	145	75	147
8	147	76	152	77	155
10	153	77	158	78	160
12	162	79	164	82	165
14	167	81	170	83	171
16	175	83	176	84	177
18	182	84	186	84	189
20	189	85	191	87	193

يوضح الجدول 9 التقويم الحسي لبعض الخواص الحسية (اللون والرائحة والطعم) لمسحوق الجيلاتين المحضر من عظام الابقار المجوفة، اذ كان لجميع عينات الجيلاتين المحضرة بالمعاملة الحرارية 60 و 70 °م لون متدرج ما بين الرائحة والطعم، وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما ذكر في الموصفة القياسية العراقية للجيلاتين المستعمل في الاغذية (15). اما بالنسبة لعينات الجيلاتين المحضرة بالمعاملة الحرارية 80 و 90 °م فقد كان لها لون متدرج ما بين (اصفر - اصفر غامق - بني فاتح - بني غامق) وايضاً كانت عديمة الطعم والرائحة. وكان لدرجة حرارة الاستخلاص تأثير كبير في الخواص الحسية لمسحوق الجيلاتين، اذ يلاحظ انه

المنتج عند درجات الحرارة 60 و 70°م كانت مقارنة لكمية الزيت الممتص من قبل الجيلاتين التجاري والتي بلغت 2.4 مل زيت/غم جيلاتين. ولقد كان لجميع انواع الجيلاتين القدرة على تكوين مستحلب عند استعمال (1غم من العينة مع 50مل من الماء المقطر و 10 مل زيت زهرة الشمس) وبعد اجراء الخفق الجيد لهذه النماذج تم الحصول على مستحلب ثخين القوام ذي لون ابيض وعند متابعة ثباتية المستحلب بعد كل ساعة ولحد 24 ساعة وجد ان المستحلب ذو ثباتية عالية ولن يحصل فيه انكسار الا مع العينات الجيلاتينية التي استخرجت عند درجات حرارة عالية 80 و 90 °م وباستعمال فترات استخلاص طويلة اكثر من 6 ساعات فقد كانت لها خواص استحلاب ضعيفة اذ كان للمستحلب لون بني وزمن انكسار المستحلب بلغ عدة ساعات (2-4 ساعات) ويعمل ذلك بأن ثباتية الاستحلاب تزداد بزيادة ذوبان البروتينات وبالعكس ويلاحظ انكسار المستحلب عندما يكون البروتين قليل الذوبان لان عمل البروتينات (مواد الاستحلاب) سيخفض الشد السطحي لاحد السوائل اكثر من الاخر ومنع قطرات السائل الواحد من الارتباط مع بعضها (7). وقد لوحظ ايضاً عند مقارنة نتائج الاستحلاب للجيلاتين المحضر باستعمال درجات حرارة 60 و 70 °م مع الجيلاتين التجاري وجد ان له خواص استحلاب مقارنة جداً لاستحلاب الجيلاتين قيد الدراسة. يبين الجدول 8 حجم الرغوة عند تركيز 1% للجيلاتين المحضر لفترات زمنية مختلفة وعند درجات حرارية مختلفة اذ اعطت جميع انواع الجيلاتين رغوة عالية وذات ثباتية جيدة عند مقارنتها مع رغوة الجيلاتين التجاري التي كانت مقارنة لبعض انواع الجيلاتين قيد الدراسة وكما موضح ذلك في الجدول. ولقد تم استعمال فترتين لقياس حجم الرغوة الاولى مباشرة بعد تكون الرغوة (وقت الصفر) والثانية بعد خمس دقائق من تكوينها ويمكن ملاحظة تناقص حجم الرغوة مع مرور الوقت من دون تلاشيتها وجاءت هذه نتيجة متفقة مع ما ذكرته الموسوي (2). عند دراستها خواص الرغوة البروتينية لمخلفات المجازر. نلاحظ من الجدول ان حجم الرغوة يزداد مع زيادة تركيز البروتين في مراحل الاستخلاص جميعها وقد يرجع سبب زيادة الرغوة بزيادة تركيز البروتين الى مقدرة البروتين في انخفاض الشد السطحي لمحلول الجيلاتين الذي يعمل على تكوين غشاء متماسك يحيط

جدول 9. التقييم الحسي لمسحوق الجيلاتين المحضر من عظام الأبقار المجوفة

الخواص الحسية			ساعات الاستخلاص	حرارة الاستخلاص (°م)
اللون	الرائحة	الطعم		
شفاف	عديم الرائحة	عديم الطعم	2	60
شفاف	عديم الرائحة	عديم الطعم	4	
شفاف مصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	6	
شفاف مصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	8	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	10	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	12	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	14	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	16	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	18	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	20	
شفاف	عديم الرائحة	عديم الطعم	2	70
شفاف مصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	4	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	6	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	8	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	10	
اصفر فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	12	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	14	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	16	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	18	
اصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	20	
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	2	80
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	4	
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	6	
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	8	
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	10	
أصفر غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	12	
أصفر غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	14	
بني فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	16	
بني غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	18	
بني غامق	رائحة خفيفة	عديم الطعم	20	
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	2	90
أصفر	عديم الرائحة	عديم الطعم	4	
أصفر غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	6	
بني فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	8	
بني فاتح	عديم الرائحة	عديم الطعم	10	
بني غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	12	
بني غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	14	
بني غامق	عديم الرائحة	عديم الطعم	16	
بني غامق	رائحة خفيفة	عديم الطعم	18	
بني غامق	رائحة خفيفة	عديم الطعم	20	

الرائحة والطعم، بينما الاستخلاص الاخير يعطي جيلاتين ذا نقاوة منخفضة (8). نستنتج من الدراسة الى ان أفضل ظروف لاستخلاص الجيلاتين من العظام المجوفة الكبيرة هي استعمال درجات حرارة واطئة 60 و 70 °م مع اطالة فترة الاستخلاص لزيادة كمية الحاصل مع الحفاظ على جودة الجيلاتين المنتج ليكون أكثر استعمالاً في الأنظمة الغذائية، أما الجيلاتين المستخلص في درجات حرارة 80 و 90 °م يعد من الأنواع التي تستعمل للأغراض الصناعية وذلك بسبب انخفاض خواصها الوظيفية. واخيراً نوصي بإمكانية استعمال عظام الأبقار المجوفة بإنتاج جيلاتين متعدد الاستعمالات والاستفادة من الدهن المزال خلال مراحل تهيئة العظام للاستخلاص في تحضير الدهون الغذائية وكذلك الاستفادة من بقايا الاستخلاص بعد تجفيفها لاستعمالها كمصدر للبروتين في تغذية الحيوانات.

كلما ارتفعت درجة حرارة الاستخلاص وزادت فترة الاستخلاص ادى ذلك الى انتاج جيلاتين ذي لون غامق، وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما حصل عليها Fonkwe و Singh (11). ويرجع سبب انخفاض خواص الجيلاتين بارتفاع درجة حرارة الاستخلاص الى تحطم المواد غير المستخلصة وكذلك الى تحلل الجيلاتين المستخلص مما يؤدي الى ظهور مواد تسبب عكارة اللون وقد اشار (19) Jones الى امكانية التخلص من هذه المواد من خلال التنقية باستعمال الطرد المركزي، بينما قام Tsokov و Nedkov (28) بتنقية المحاليل الجيلاتينية من المواد الغريبة المسببة للعكارة باستعمال فوسفات الكالسيوم Calcium Phosphat لإزالة الدقائق غير الذائبة واستعمال الفحم المنشط activated Carbon كمادة ماصة للرائحة. وبصورة عامة، الاستخلاص المبكر يعطي جيلاتين ذا لون فاتح وعديم

REFERENCES

- 1- Al-Aswad, M.B. 1980. Meat Science and Technology. Ministry of Higher Education and Scientific Research. Dar El-Kotub Publishing Co. University of Mosul. pp.190-201.
- 2- Al-Mousawy, A.H.J. 1988. Chemical Composition and Functional Properties of Protein Concentrates from Slaughterhouses. M.Sc.Thesis. Food Technology, College of Agriculture, University of Basrah., p.67-69.
- 3- A.O.A.C.1975. Official Methods of Analysis, 13th edn, Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., p. 929-931.
- 4- A.O.A.C.1980. Official Methods of Analysis, 13th edn, Association of Official Analytical chemists, Washington, D.C., pp.656.
- 5- British Standards 757: 1975. Methods of Sampling and Testing Gelatin. BSL. p 17.
- 6- Caldironi, H. A and H. W. Ockerman. 1982. Bone and plasma protein extracts in Sausages. J. Food Sci. 47: 1622-1625.
- 7- Choi, S. S. and J. M. Regenstein. 2000. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. J. Food Sci. 65(2): 194-199.
- 8- Committee on Textbooks of the American Meat Institute, 1958. By-product of meat packing industry. Institute of Meat Packing, University of Chicago, Chicago, pp.43.
- 9- Courts, A. 1980. Properties and uses of gelatin. In. R. A. Grant, editor. Applied Protein Chemistry. Applied Science Publishers Ltd, London. p. 1-30.
- 10- Field, R.A., M.L.Riley., F.C. Mello., M.H. Corbridge and A.W. Kotula. 1974. Bone composition in cattle, pigs, sheep and poultry. J. Animal Sci. 39: 493.
- 11- Fonkwe, L.G. and R. K. Singh .1997. Production and characterization of gelatinous protein extracts from turkey deboned residue. Process Biochemistry. 32(4): 309-318.
- 12- Gomez-Guilin, M. C. and P. Montero. 2001. Extraction of gelatin from megrim skins with several organic acid. J. Food Sci. 66 (2): 213-216.
- 13- Hindi, M. J. and S. K. AL-Douri. 1987. Processing of fish protein concentrate from *H. fossilis*. Iraqi J. Agri. Sci. Zanco. 5: 31-39.
- 14- Hinterwaldner, R. 1977. Technology of gelatin manufacture. In. A. G. Ward; A. Courts, editors. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic Press. pp. 315-364.
- 15- Iraqi Standards Institution. 1992. Standards Institution of Edible Gelatin No. 1619.
- 16- Jasim, M. A. 1983. Functional Platen from Fish Waste. Ph.D. thesis "Loughborough University of Technology". England, pp.61.
- 17- Jasim, M. A.; A. A. Sahi and J. A. Faris. 1988. Studies on the functional properties and Composition of dried Cat fish *Silurus glavis* Products. Marina Mesopotamia. 3: 31-42.
- 18- Johnston- Bank, F. A. 1990. Gelatin. In. P. Harris, editor. Food Gels London: Elsevier Applied Science, pp. 233-289.
- 19- Jones, N.R. 1977. Uses of gelatin in edible products. In. A.G. Ward; A Courts., editors. The Science and Technology of Gelatin. New York: Academic press. pp.365-394.
- 20- King, W. 1969. Gelatin In. M. Glicksman, editor. Gum Technology in the Food Industry. New York: Academic press. pp. 359-397.
- 21- Lee, M. H., Y. H. Kim and, M. S. Chung 1987. Quality comparison of gelatins manufactured from raw and scalded pig skins. Korean. J. Food Sci. and Technol. 19 (2): 102-106.
- 22- Miller, R. and H. S. Groninger. 1976. Functional properties of enzyme- modified a culated fish protein derivative. J. Food Sci. 41: 268-271.
- 23- Montero, P.; C. Alvarez; M. A. Marti and A.J. Borderias. 1995. Plaice skin collagen extraction and functional properties. J. Food Sci. 60 (1): 1-3.
- 24- Nicolas- Simonnot, M. O. ; V. Treguer; J. P. Leclerc; M. Sardin; J. P. Brajoux; J. Moy and G. Takerkart, 1997. Experimental study and modeling of gelatin production from bone powder: elaboration of an overall kinetic scheme for the acid process. Chemical Engineering Journal. 67: 55-64.
- 25- Ockerman, H. W. and C. L. Hansen. 1988. Animal By-product Processing. Gillis Harwood International Publishes in Science and Technology. p.79-83.
- 26- SAS, 2004. SAS User's Guide Personal Computer. Inst. Cary, N.C. USA.
- 27- Sath, S. K. and D. K. Salunkhe. 1981. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) proteins: emulsion,

foaming, viscosity and gelatin properties. J. Food Sci. 46: 71-74.
28- Tsokov, S. and p. Nedkov. 1996. Clarification and raising the gelling ability of

gelatin solutions. J. Biotechnology and biotechnological equipment (Bulgaria). 10 (1): 59-64.