# دراسة مقارنة السلوك اللزوجة/المطاطية ودرجة الانصهار أثناء التسخين لبعض اصناف الجبن نصف الجاف والجاف

[1]**شيماء محمد حمدي** ، [2]محمود ميلم ، [1]خالد عباس
[1]قسم الالبان- كلية الزراعة، - جامعة الفيوم
[2]معهد بحوث تكنولوجيا الاغذية - مركز البحوث الزراعية – الجيزة

| مكان النشر | Egyptian Journal of Dairy Science 44(2): 117-124 (2016) |
|---|---|

**الخلفية:** في الأونة الأخيرة زاد استهلاك الجبن وتغير نمط إستهلاكها من جبن تؤكل مباشرة إلي إضافتها للعديد من الأطباق الغذائية culinary dishes والوجبات السريعة (مثل البيتزا – المكرونة – سندوتشات البرجر والكريب ... الخ) بهدف تحسين طعم ونكهة هذه الأطباق الغذائية وتتميز الجبن المستخدمة في هذه الأطباق بأن لها خصائص وظيفية معينة specific functionality (من مطاطية ومرونة وانصهار ... الخ) تميزها عن غيرها من الجبن عند إضافتها إلي الأطباق الغذائية الساخنه مثل البيتزا وغيرها فتضيف للمنتج الغذائي قبول جيد لدي المستهلكين لهذه الأطباق. وهناك العديد من الجبن تستخدم لهذا الغرض منها الموزاريلا والشيدر والامنتال والكومتي والكونتال والسان نكتير وغيرها.

وبصفة عامة توصف الجبن بان لها خصائص viscoelastic properties أي لها خواص المواد Viscous وخواص المواد elastic وعند تعريضها للتسخين تتحول تدريجيا لتسلك سلوك مشابة للسوائل Liquid-like behavior وتكتسب الجبن خصائص viscous flow وتعكس دارسة الـ viscoelastic behavior للجبن أثناء التسخين خواصها functionality عند أنصهارها في الأطباق الغذائية الساخنة ويحدد مدي إمكانية إستخدامها في العديد من Food applications وتعتبر softening and melt/flow characteristics من أهم الصفات المميزة للجبن عند إستخدامها كـ ingredient في التطبيقات الغذائية.

ومن أهم الطرق التي تسخدم علي نطاف واسع في دراسة الـ viscoelastic properties للمواد الغذائية هي طريقة dynamic rheological method حيث يتم وضع عينة الجبن (سمكها 2 مم وقطرها 20 مم) بين two parallel plates (أحداهما علوي متحرك والاخر سفلي ثابت يتم تسخينه بواسطة مرور ماء ساخن به تدريجيا من 20 إلي 80°م في خلال 20 ق) ثم يتحرك plate العلوي بقوة 0.5 نيوتن و تردد ثابت مقداره 1 هرتز ( 1 Hz) علي عينة الجبن ويبدأ الجهاز في تسجيل التغيرات الحادثة في التركيب البنائي للجبن cheese matrix عند تسخينها تدريجيا من 20 إلي 80°م خلال مدة 20 ق لنحصل في النهاية علي بعض البيانات المتمثلة في الآتي:

- **G`** وهو مقياس لقوة الروابط الداخلية في التركيب البنائي للجبن cheese structure أو ما يعرف بالـ Strength of the gel وهو دليل للمرونة Index of elasticity .

- **G``** وهو مقياس لمقدار الطاقة المخزنة في الجبن وتتخذ كدليل للـ index of viscosity .

- **Tan delta** وهي مقياس لل Meltability of cheese ويحدث ذلك عندما تتساوي قيم G``=G` وتعبر القيمة العظمي للـ $\text{Tan delta}_{max}$ عن مقياس للـ Flowability of cheese.

- **(G*)** Complex modulus تعبر عن مقياس للـ cheese firmness.

ومن الطرق الآخري المستخدمة في دراسة الـ viscoelastic properties قياس softening and dropping points للجبن حيث يتم وضع عينة الجبن المراد اختبارها في sample cup بها فتحة سفلية قطرها 2.8 مم وفتحة أخري قطرها 6.35مم ، ثم توضع هذه الـ sample cup في فرن الجهاز لرفع درجة حرارة الجبن من 30 إلي 100°م بمعدل 2 °م في الدقيقة ويسجل الجهاز درجة الحرارة التي تبدأ عندها الجبن في النعومة والتدفق وأيضا يسجل درجة الحرارة التي تبدأ فيها عينة الجبن في السقوط من فوهة اداة وضع العينة.

dropping point (تعرف علي أنها درجة الحرارة التي يحدث عندها سفوط القطرة الأولى من العينة الموجودة في كأس العينة قطر فوهته 2.8 مم). softening point (تعرف على أنها درجة الحرارة التي بدأ فيها أول قطرة من العينة في التدفق من فتحة كأس العينة قطر فوهته 6.35 مم).

**<u>يهدف البحث</u> إلي** دراسة مقارنة لسلوك المرونة واللزوجة لبعض أنواع من الجبن الجاف (الامنتال ، الكومتي) والنصف الجاف (الموزاريلا ، الراكليت) وذلك أثناء التسخين من 20 الي 80°م باستخدام طريقة dynamic rheology Method وطريقة Softening and dropping point وتحليل النتائج أحصائيا بأستخدام طريقة تحليل التباين Anova وطريقة تحليل المكون الرئيسي Principal Component Analysis وتقييم cheese functionality من حيث درجة أنصهار الجبن cheese matrix melting ، والقابلية للتدفق flowability.

**<u>خطة الدراسة:</u>** تم تجميع 4 أنواع تجارية من الجبن المسواه الناتجة من مصانع مختلفة وهما كالتالي: الجبن الركلت (4 عينات) ، الموزاريلا (2 عينة) ، الجبن الكومتي (4 عينات) ، الجبن الامنتال (4 عينات) وتم تحليل الجبن محل الدراسة كيميائيا (الرطوبة ، الدهن ، البروتين ، النتروجين الذائب في الماء) وريولوجيا (بمعرفة G`, G``, Tan delta, G*) باستخدام طريقة dynamic rheology Method وتقدير نقاط softening and dropping points .

وتم تحليل النتائج المتحصل عليها من الطريقتين (dynamic rheological and softening & dropping points) أحصائيا باستخدام طريقة تحليل التباين Anova analysis لمعرفة مدي وجود فروق معنوية بين متوسطات العينات للجبن محل الدراسة ، ولمعرفة مدي التباين أو التشابة بين أصناف الجبن محل الدراسة تم تطبيق طريقة تحليل المكون الرئيسي principal component analysis (PCA) علي القيم الريولوجية للجبن الاربعة محل الدراسة.

تقوم الفكرة الأساسية في تحليل المكونات الرئيسية PCA على تلخيص أكبر قدر ممكن من المتغيرات في مجموع الصفات المقاسة والتي تسهم في معرفة مدي التشابة أو الاختلاف بين العينات المدروسة وأيضا معرفة من المسئول الاول عن هذه الاخترف

او التشابة. وتمثيل الاختلاف والتباين بين عينات المدروسة في شكل رسم Maps ، حيث يقوم بتحويل هذه المتغيرات المترابطة ضمنا ولو بشكل جزئي إلى مجموعة أصغر بكثير من المتغيرات المستقلة التخيلية وتسمي عادة بالمكونات الرئيسية principal component وتحسب أساسا من المتغيرات الأصلية بنسب ومقادير تزيد أو تنقص بحسب دور وتأثير كل منها ، لتصف في نهاية المطاف أكبر قدر ممكن من المعلومات الموجودة في المجموعة الأصلية من البيانات التي لدينا.

**النتائج: التغيرات الحادثة في Viscoelastic parameters نتيجة التسخين:**

جميع عينات الجبن الأربعة تسلك نفس الاتجاه نحو أنخفاض قيم (G` and G``) و ارتفاع قيم Tan delta مع أرتفاع درجة حرارة التسخين وهذا دليل علي فقد قوة الروابط الداخلية لشبكة الكازين نتيجة التسخين وتحولها من صورة elastic solid إلي صورة cheese melted.

و سجلت الجبن الكومتي أعلي قيم في G` من الجبن الاخري حيث أتصفت بتركيب قوي مقارنة بالجبن الأخري محل الدراسة. بينما سجلت الجبن الموزاريلا قيم (G` and G``) أقل من الجبن الأخري وهذا يدل علي أن لها تركيب ضعيف weaker matrix strengthوتبدو more liquid like character .

**وقد تبين من نتائج Anova** إلي وجود اختلاف معنوي بين الجبن الموزاريلا والجبن الأخرى من حيث قيم Viscoelastic parameters علي درجات الحرارة المختلفة حيث أتصفت الجبن الموزاريلا بتركيب أكثر سيولة more liquid character أثناء التسخين من الجبن الآخري التي كانت تتصف بتركيب قوي strong gel ، وكان هناك فرق معنوي بين الجبن الموزاريلا والراكليت بالنسبة cheese matrix melting من ناحية وبين الجبن الامنتال والكومتي من ناحية أخري حيث حدث انصهار وتدفق للجبن الموزاريلا والراكليت علي درجات حرارة أقل من الجبن الاخري محل الدراسة.

**للتمييز بين الجبن الأربعة على أساس قيم التغيرات الحادثة في Viscoelastic parameters أثناء التسخين تم تطبيق PCA على قيم Viscoelastic parameters للجبن الأربعة**.:

**وتبين من تطبيق طريقة تحليل المكون الرئيسي** (شكل رقم 2 بالبحث) علي بيانات القيم الريولوجية أثناء التسخين أن معظم التغيرات الحادثة في Viscoelastic parameters للجبن أثناء التسخين من 20 إلي 80 °م تحدث في المدي من 20 إلي 40 °م حيث تسلك الجبن سلوك يشابة elastic solid علي درجات حرارة أقل من 40°م وتبدأ الجبن في التحول إلي سلوك يشابة viscous liquid بعد 40°م نتيجة انفصال الدهن من protein matrix وزيادة mobility of protein phase وفقد الرطوبة.

وقد أمكن باستخدام هذا الـ PCA تميز عينات الجبن إلي مجموعتين (موضح بشكل 3 بالبحث) : المجموعة الأولي تمثل الجبن الجاف (الامنتال والكومتي) وتقع في الجانب الموجب بالنسبة للمكون الاساسي الأول $PC_1$ (شكل 2) وأتصفت هذه المحموعة من الجبن بتركيب قوي وصلب يشابه more solid-like behaviour ، المجموعة الثانية تمثل الجبن النصف جاف (الموزاريلا

والراكليت) ووقعت في الجانب السالب في PCA plot وأتصفت هذه المجموعة بتركيب ضعيف يشابة more liquid-like behaviour.

**الاستنتاج :** تشير هذه النتائج إلي إختلاف التغيرات في Viscoelastic parameters أثناء التسخين يعزي إلي إختلاف التركيب البنائي cheese matrix structure للجبن الأربعة حيث أنصهرت وتدفقت الجبن الموزاريلا عند درجات حرارة أقل من الجبن الثلاثة الأخري وكانت الجبن الكومتي والامنتال تحتاج إلي درجات حرارة أعلي من الموزاريلا وتوسطت الجبن الراكليت بينهما. وربما تكون هذه المعلومات مفيده لمصنعي فطائر البيتزا عندا استخدام مخاليط الجبن علي فطائر البيتزا أو في الأطباق الغذائية الساخنه.