Determination of Acetaldehyde levels in some dairy products

Dr. Dima Aldiab*

(Received 29 / 6 / 2024. Accepted 19 / 8 / 2024)

□ ABSTRACT □

Acetaldehyde is naturally found in many foods such as dairy products and coffee. It is also used as a flavoring agent in milk products, sweets and juices including soft drinks. Acetaldehyde is classified as carcinogen to humans (group B2) additionally it affects yogurt flavor. Yogurt is a widely consumed milk product in the local market and it is one of the important exposure sources to acetaldehyde. Yogurt is obtained by fermenting milk using specific bacterial strains of lactic acid bacteria that metabolize lactose and turn it into many products such as acetaldehyde. This study aims to determine the levels of acetaldehyde in some yogurt samples using the titration method. Acetaldehyde was not detected in samples of cow milk, both full fat or low fat. The amount of acetaldehyde in cow milk ranged between 1.34 and 41.26 mg/kg, in (Ayran) samples it ranged between 5.32 and 11.2 mg/kg, while (Labneh) samples contained 2.57 to 5.5 mg/kg, and finally sheep milk samples contained between 20.81and 40.53 mg/kg. The storage of Yogurt for a week resulted in a gradual decrease of acetaldehyde.

Keywords: acetaldehyde, sour milk, lactic acid bacteria

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***Associate Professor , Analytical and Food Chemistry Department, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Latakia, Syria. dima.aldyab@tishreen.edu**

تحديد سويات الأست الدهيد في بعض مشتقات الألبان

د. ديمة الدياب*

(تاريخ الإيداع 29 / 6 / 2024. قبل للنشر في 19 / 8 / 2024)

□ ملخّص □

يتواجد الأست ألدهيد بشكل طبيعي في كثير من الأغذية مثل منتجات الألبان والقهوة كما يستخدم كمادة منكهة في منتجات الحليب والحلويات والعصائر المختلفة بما في ذلك المشروبات الغازية. يصنف الأست ألدهيد على أنه مادة مسرطنة للإنسان ضمن المجموعة B2 كما أنه من العوامل المؤثرة على نكهة اللبن الرائب. يعتبر اللبن الرائب من مشتقات الحليب واسعة الانتشار في السوق المحلية وهو أحد المصادر الهامة للتعرض للأست ألدهيد. يتم الحصول على اللبن الرائب عبر تخمير الحليب باستخدام سلالات جرثومية محددة من جراثيم حمض اللبن التي تستقلب اللاكتوز وتحوله إلى عدة نواتج منها الأست ألدهيد. تهدف الدراسة إلى تحديد سويات الأست ألدهيد في بعض عينات اللبن الرائب ومنتجاته باستخدام طريقة المعايرة الحجمية. لم يتم الكشف عن وجود الأست ألدهيد في عينات الحليب البقري سواء كامل الدسم أو مخفض الدسم. تراوحت كمية الأست ألدهيد في عينات اللبن الرائب البقري بين 1.34 و41.26 ملغ/كغ، كانت في عينات العيران بين 5.32 و11.2 ملغ/كغ في حين احتوت عينات اللبنة على 2.57 حتى 5.5 ملغ/كغ، وأخيراً احتوت عينات لبن الغنم على 20.81–40.53 ملغ/كغ. أدت عملية تخزين اللبن الرائب لمدة أسبوع إلى انخفاض تدريجي في كمية الأست ألدهيد.

الكلمات المفتاحية: الأست ألدهيد، اللبن الرائب، جراثيم حمض اللبن

حقوق النشر :مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* أستاذ مساعد – قسم الكيمياء التحليلية والغذائية – كلية الصيدلة- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية**dima.aldyab@tishreen.edu**

مقدمة:

الأست ألدهيد أو الإيتانال أحد الألدهيدات التي توجد في كثير من الأغذية كالمشروبات الكحولية والعصائر والقهوة والأجبان وغيرها. يمكن أن يتشكل الأست ألدهيد أثناء العديد من النشاطات البشرية من خلال الاحتراق غير الكامل للمواد العضوية ووقود السيارات بالإضافة للانبعاثات الناتجة عن عمليات الإنتاج الصناعي مما يسهم في زيادة تركيزه في البيئة المحيطة إذ وجدت كميات قليلة من الأست ألدهيد في مياه الشرب والمياه السطحية (IARC 1988).

يتواجد الأست ألدهيد بشكل طبيعي في أغذية متنوعة مثل الفواكه وعصائرها ومنتجات الألبان وأنواع الخل المختلفة بالإضافة لوجوده في الشاي والمشروبات الكحولية حيث تعتبر الكربوهيدرات الركيزة الأساسية لتكوينه، كما يساهم استقلاب الأحماض الأمينية مثل الألانين في تكوينه (Liu and Pilone 2000). إضافة لما سبق، يتواجد الأست ألدهيد في الأطعمة نتيجة استخدامه كمادة منكهة (Lachenmeier *et al; 2020)* فهو يستخدم لهذا الغرض في منتجات الحليب والمعجنات والحلويات إضافة للعصائر والمشروبات المختلفة بما في ذلك المشروبات الغازية إذ يعطي الأسيت ألدهيد رائحة التفاح أو رائحة الفواكه الناضجة كما يستخدم كمادة حافظة في منتجات الفواكه (Jeong *et al.* 2015).

تعتبر مستحضرات التجميل من المصادر الأخرى لتعرض الإنسان للأست ألدهيد إلا أن المصادر الرئيسية تبقى دخان التبغ وأكسدة الإيثانول بعد استهلاك المشروبات الكحولية (Lachenmeier and Monakhov, *2011)*. يمكن أيضًا أن يتشكل الأست ألدهيد في الجسم الحي بواسطة البكتيريا التي تستقلب الإيثانول أو الكربوهيدرات في الجهاز الهضمي (Feron *et al;* 1991).

أظهرت التجارب التي أجريت على حيوانات التجربة أن الأست ألدهيد مادة مسرطنة (Soffritti *et al;* 2002) ووفقاً لوكالة الدولية لأبحاث السرطان فإنه ينتمي للمجموعة B2 أي من المحتمل أن يكون مسرطن للإنسان (IARC 1999)، إلا أن الوكالة الدولية لأبحاث السرطان في الآونة الأخيرة قد أدرجت الأست ألدهيد المرتبط باستهلاك المشروبات الكحولية في المجموعة الاولى أي أعلى مستوى الأدلة على أنها مادة مسرطنة للبشر (Secretan *et al;* 2009). تحدث السرطانات المسبَّبة بالأست ألدهيد بشكل رئيس في المريء والرأس والعنق (Lachenmeier *et al; 2009)*وتعتبر السرطنة ناتجة عن آلية سامة للجينات إذ يحدث الأست ألدهيد تغيرات في DNA سواء في المختبر أو في الجسم الحي(Theruvathu *et al;* 2005) .

تم تقدير التعرض للأست ألدهيد من الأطعمة من 3 ملغ إلى 200 ملغ/ يوم لشخص وزنه 75 كغ ومع ذلك ليس من الممكن حاليًا اقتراح عتبة واضحة أو حد أقصى يمكن تحمله، ولكن يجب تقييم التعرض بهدف تقييم المخاطر (Uebelacker and Lachenmeier, 2011) وهذا يتطلب الحصول على بيانات كثيرة، علماً أن المواصفة القياسية السورية وضعت حد أعلى للأست ألدهيد في المشروبات الكحولية وتحديداً العرق (م، ق، س، 2003/2478) في حين لم تتطرق لباقي المواد الغذائية.

يعتبر اللبن الرائب أحد مصادر التعرض لمركب الأست الدهيد. اللبن الرائب هو أحد مشتقات الحليب واسعة الانتشار ويستهلك بكميات كبيرة في السوق المحلية (Aldiab and Zayoud, 2018). يتم الحصول على اللبن الرائب عبر تخمير الحليب باستخدام سلالات جرثومية محددة من جراثيم حمض اللبن وهي *Lactobacillus delbrueckii* و *Lactobacillus bulgaricus إضافة إلى Streptococcus thermophiles* (Chaves *et al*, 2002), إن

الدور الرئيسي لهذه السلالات الجرثومية في إنتاج اللبن هو تحميض اللبن من خلال تحويل اللاكتوز إلى حمض اللبن ومن ثم تحقيق قوام اللبن المميز، كما تلعب السلالات الجرثومية السابقة دوراً في تطوير نكهة اللبن المميزة (Raya, 1986) إذ تعزى طعم ونكهة اللبن الرائب بشكل أساسي إلى وجود حمض اللبن والأست ألدهيد (Ott and Chaintreau, 1997).

أهمية البحث وأهدافه

أهمية البحث

تأتي أهمية البحث من الاستهلاك الواسع للبن الرائب ومنتجاته في مجتمعنا على اعتباره أحد مصادر التعرض لمركب الأست ألدهيد إذ يؤدي إلى تأثيرات سلبية على الصحة والخواص الحسية للأغذية، كما تأتي أهمية البحث من ضرورة مراقبة سويات الأست ألدهيد في الأغذية بشكل روتيني بهدف جمع بيانات عن التعرض له لتقييم المخاطر.

هدف البحث:

تحديد سويات الأست ألدهيد في بعض عينات اللبن الرائب ومنتجاته شائعة الاستخدام في سوريا.

طرائق البحث ومواده

الأجهزة والمواد المستخدمة:

مثفلة (Labofuge 200 Heraeus)، مجموعة من الأنابيب والستالات.

صوديوم بيسلفيت $NaHSO_3$ (TiTa BIOTech LTD, India) ، صوديوم تيوسلفات (شركة دمر، سوريا)، يود (Sharlau Chemie-S-A)، مطبوخ النشاء، ماء مقطر.

جمع العينات:

شملت الدراسة 50 عينة توزعت بين 25 عينة لبن رائب بقري، 3 عينات حليب بقري كامل الدسم، 3 عينات حليب بقري مخفض الدسم، 7 عينات لبنة من لبن رائب بقري، 6 عينات لبن عيران مصنع من لبن رائب بقري، 6 عينات لبن غنم. جمعت العينات السابقة من عدة محال تجارية في اللاذقية، بعض العينات كان مسوقاً بأسماء تجارية وبعضها لم يحمل اسم تجاري (لبن أو لبنه بلدي إضافة إلى لبن الغنم).

تحضير العينات:

تم تثفيل 100 غرام من عينات اللبن واللبن العيران مدة 10 دقائق بسرعة 4000 دورة بالدقيقة، أما عينات اللبنة فقد أخذ 15 غرام منها واضيف لها 15 مل من الماء المقطر مع المزج جيدا قبل عملية التثفيل. بعد التثفيل ثم التخلص من طبقة الدسم الطافية بملعقة ثم فصل الطبقة المصلية عن باقي الأجزاء بالإبانة ومن ثم الترشيح. حدد حجم الطبقة المصلية وأخذ منها 15 مل لإجراء المعايرة الحجمية. تم تحضير نموذج حليب يقارب وسط الحليب واللبن لاستخدامه كشاهد أو بلانك وذلك بأخذ 3 غ لاكت ألبومين (كممثل لبروتين الحليب) و 4 غ لاكتوز في 100 مل وقاء فوسفات 10 mM ، pH 6.8 (Meltretter, *et al.* 2007).

من أجل دراسة تغير كمية الأست ألدهيد المتشكل بمرور الزمن حضرت عينة لبن رائب بتخمير حليب البقر وتم تخزينها بدرجة حرارة +4 ، أخذ منها عدة أخيذات للتحليل بداية بنفس يوم التحضير وبعد مرور يوم، يومين، ثلاثة أيام وبعد مرور أيام سبعة أيام بحيث حضرت جميعها للمعايرة الحجمية كما ذكر في بداية الفقرة.

تطبيق المعايرة الحجمية:

تم تطبيق طريقة المعايرة الحجمية المعتمدة من قبل Association of Official Analytical Chemists (AOAC), حيث أخذ 15 مل من الطبقية المصلية التي حصل عليها بعد التثفيل وأضيف لها كمية زائدة محلول بيسلفيت الصوديوم M0.05 ثم الحضن في الظلام 30 دقيقة. تلا ذلك إضافة كمية زائدة من محلول اليود M 0.05 مع مطبوخ النشاء ليتفاعل اليود مع بيسلفيت الصوديوم المتبقي، ثم معايرة الزيادة من محلول اليود بمحلول ثيوسلفات الصوديوم M 0.05. حسبت تراكيز الأست ألدهيد بالقانون التالي:

تركيز الأست ألدهيد (ملغ/15 مل طبقة مصلية) = (استهلاك الثيوسلفات في العينة – استهلاك التيوسلفات في البلانك)/2 ×1.1 (AOAC, 1997)

تم حساب كمية الاسيت ألدهيد في 1 كغ من عينات اللبن أو 1 لتر من عينات العيران تبعاً لكمية اللبن أو العيران التي أعطت بالتثفيل 15 مل طبقة مصلية.

دقة الطريقة التحليلية:

تم اختبار دقة الطريقة التحليلية بدراسة التكرارية ضمن اليوم الواحد إذ كررت التجربة (من حيث التحضير والمعايرة الحجمية) ست مرات لعينة لبن بقري ثم حساب المتوسط حسابي والانحراف المعياري SD والانحراف المعياري النسبي RSD%. كما تم دراسة التكرارية بين الأيام بتكرار التجربة عدة مرات بأيام مختلفة من حيث التحضير والمعايرة الحجمية لعينة لبن بقري (مع حفظ ما تبقى منها في الثلاجة) ومن ثم حساب المتوسط حسابي والانحراف المعياري SD والانحراف المعياري النسبي RSD%.

النتائج والمناقشة

يظهر في الجدول 1 كميات الأست ألدهيد في عينات مشتقات الحليب المدروسة باستخدام طريقة المعايرة الحجمية حيث أظهرت دراسة التكرارية في يوم واحد والتكرارية بين الأيام امتلاك الطريقة التحليلية المتبعة لدقة جيدة إذ كان المتوسط الحسابي والانحراف المعياري 2.34 ± 28.75 ملغ/كغ و2.5 ±24.35 ملغ/كغ، أثناء دراسة التكرارية في يوم واحد والتكرارية بين الأيام، على التوالي.

تعتبر المعايرة الحجمية من الطرق الكيميائية القديمة المستخدمة لتحديد سويات الأسيت ألدهيد في الأغذية والمشروبات الكحولية وهي طريقة مرجعية تبعاً AOAC إذ يعتمد مبدأ هذه الطريقة على المعايرة بالرجوع للأست ألدهيد. تستخدم طريقة المعايرة الحجمية للتحديد الكمي للأست ألدهيد في كثير من الدول مثل كوريا (MFDS, 2016b) و اليابان و الولايات المتحدة الأمريكية (AOAC, 2000). يمكن أن يتم التحديد الكمي للأست ألدهيد بعدة طرائق أخرى من بينها التفاعل مع دي نيترو فينيل هيدرازين DNFH ثم التحليل بالكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC أو السبكتروفوتومتر، كما يمكن استخدام الكروماتوغرافيا الغازية إضافة إلى الطرق الإنزيمية (Shin and Lee 2019).

لم يتم الكشف عن وجود الأست ألدهيد في عينات الحليب البقري سواء كامل الدسم أو مخفض الدسم. تراوحت كمية الأست ألدهيد في عينات اللبن الرائب البقري بين 1.34 و41.26 ملغ/كغ، وكانت في عينات العيران بين 5.32 و11.2 ملغ/كغ وبين 2.57 حتى 5.5 ملغ/كغ في عينات اللبنة، وأخيراً احتوت عينات لبن الغنم على 20.81–40.53 ملغ/كغ. توافقت بعض النتائج في الدراسة الحالية مع ما تم ذكره في بعض الدراسات فقد وجدت دراسة أجريت عام 2011 أن عينات العيران تحتوي أست ألدهيد بكميات تراوحت بين 5.79–9.79 ملغ/كغ وكانت بين 6.05 إلى 17.42 ملغ/كغ في عينات اللبن البقري، أما اللبنة فتراوح الأست ألدهيد بين 0.12 إلى 2.05 ملغ/كغ (Uebelacker and Lachenmeier, 2011). في دراسة أخرى أجريت في تركيا وجدت كميات عالية من الأست ألدهيد وصلت إلى 82 مع/كغ (Güler *et al;* 2009)، أما الدراسة التي أجراها Stojanovska وزملاؤه فقد وجدت في اللبن البقري الرائب كميات قليلة لم تتجاوز 2.56 ملغ/كغ (Stojanovska *et al;* 2017).

جدول 1: كمية الأست ألدهيد في بعض مشتقات الحليب

اسم العينة	أست ألدهيد ملغ/كغ	اسم العينة	أست ألدهيد ملغ/كغ
لبن رائب بقري 1	24.02 ± 2.1	حليب بقري كامل الدسم 1	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 2	22.45 ± 1.97	حليب بقري كامل الدسم 2	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 3	27.5 ± 2.4	حليب بقري كامل الدسم 3	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 4	22.65 ± 1.85	حليب بقري قليل الدسم 1	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 5	6.29 ± 0.07	حليب بقري قليل الدسم 2	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 6	27.5 ± 2.55	حليب بقري قليل الدسم 3	لم يكشف عنه
لبن رائب بقري 7	13.1 ± 1.42	عيران 1	9.82 ± 0.08
لبن رائب بقري 8	21.02 ± 1.75	عيران 2	10.31 ± 0.05
لبن رائب بقري 9	29.41 ± 2.35	عيران 3	6.67 ± 0.05
لبن رائب بقري 10	26.33 ± 2.4	عيران 4	5.32 ± 0.04
لبن رائب بقري 11	34.57 ± 2.9	عيران 5	11.2 ± 0.1
لبن رائب بقري 12	41.26 ± 3.1	عيران 6	8.25 ± 0.06
لبن رائب بقري 13	11 ± 0.09	لبنة 1	3.67± 0.02
لبن رائب بقري 14	12.38 ± 1.1	لبنة 2	5.13 ± 0.033
لبن رائب بقري 15	7.24 ± 0.04	لبنة 3	5.5 ± 0.04
لبن رائب بقري 16	29.1 ± 2.15	لبنة 4	2.57 ± 0.15
لبن رائب بقري 17	22.65 ± 2.1	لبنة 5	2.93 ± 0.2
لبن رائب بقري 18	11 ± 1.06	لبنة 6	4.86 ± 0.33
لبن رائب بقري 19	4.78 ± 0.5	لبنة 7	5.37 ± 0.08
لبن رائب بقري 20	1.34 ± 0.01	لبن غنم 1	37.5 ± 2.9

لبن رائب بقري 21	8.33 ± 0.05	لبن غنم 2	33 ± 2.45
لبن رائب بقري 22	2.44 ± 0.01	لبن غنم 3	40.53± 3.25
لبن رائب بقري 23	9.89 ± 0.1	لبن غنم 4	20.81 ± 1.8
لبن رائب بقري 24	36.37 ± 2.95	لبن غنم 5	31.68 ± 0.25
لبن رائب بقري 25	14.98 ± 0.12	لبن غنم 6	28.25 ± 0.21

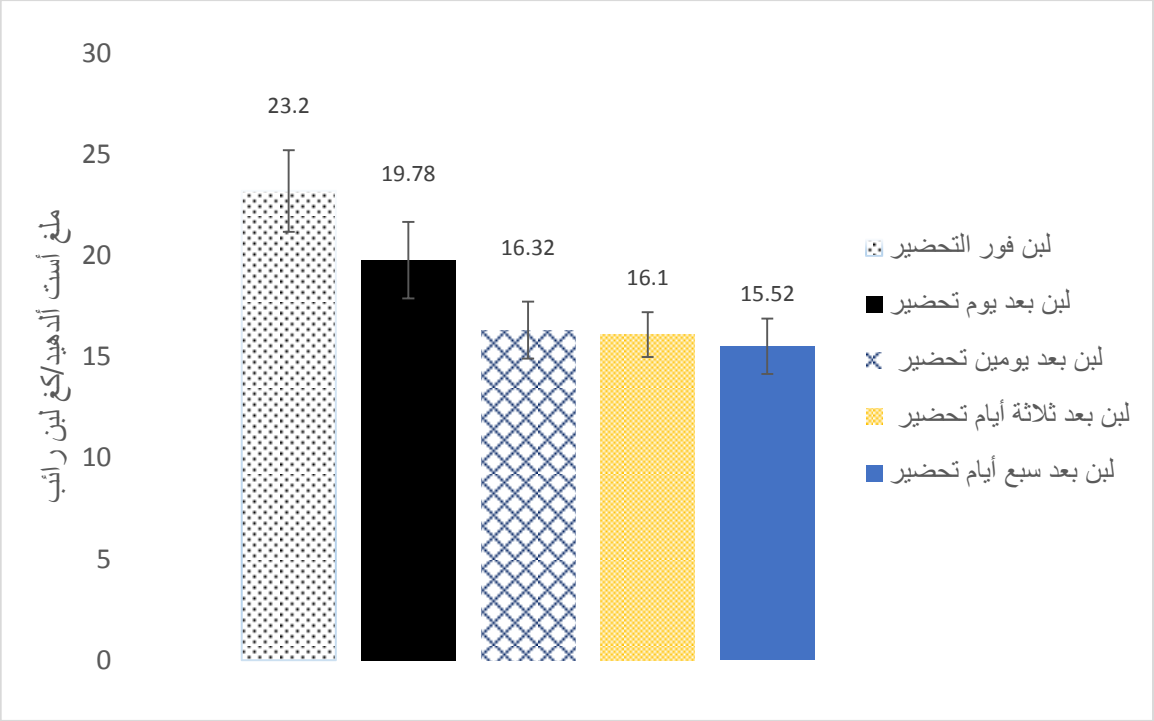
يتشكل الأست ألدهيد خلال تخمر اللبن بشكل مباشر من استقلاب اللاكتوز من قبل جراثيم حمض اللبن عبر نزع كاربوكسيل البيروفات، كما يمكن ان يتشكل كنتيجة لنشاط deoxyriboaldolase والذي يخرب التيميدين thymidine ويحوله إلى أسيت ألدهيد، أخيراً يمكن للعديد من الأحماض الأمينية أن تتحول إلى أست ألدهيد فعلى سبيل المثال يتحول التريونين إلى أست ألدهيد وغليسين عبر نشاط إنزيم threonine aldolase (Chaves *et al*, 2002). إن إنتاج الأست ألدهيد بجراثيم حمض اللبن يعتمد على نوع الجراثيم المستخدمة في التخمير إذ تذكر الدراسات أن أنواع *Lactobacillus delbrueckii* و *Lactobacillus bulgaricus* تنتجانه أكثر من *Streptococcus thermophiles* (Ott and Chaintreau, 1997)، كما يمكن لبعض السلالات الجرثومية من النوع ذاته أن تكون فعالة في إنتاج الأست ألدهيد أكثر من غيرها (Chaves *et al;* 2002) وهذا يمكن أن يفسر اختلاف كمية الأست ألدهيد في عينات اللبن المشمولة في الدراسة الحالية عما ذكر في الدراسات الرجعية.

احتوت عينات لبن الغنم إجمالاً على تراكيز أعلى من الأست ألدهيد مقارنة مع عينات اللبن البقري، تشترط المواصفة القياسية السورية للبن الغنم بقية جافة دسمة 13.5% (م، ق، س، 99/ 1983) كما إن المحتوى البروتيني الإجمالي في حليب الغنم أعلى من حليب البقر والمحتوى من الحمض الأميني التريونين سواء ضمن البروتين أو بالشكل الحر في حليب الغنم أعلى مقارنة مع حليب البقر (Landi *et al;* 2021) وكما ذكر سابقاً يتحول التريونين إلى أست ألدهيد عبر نشاط إنزيم threonine aldolase (Chaves *et al;* 2002) وهذا يمكن أن يفسر احتواء عينات لبن الغنم إجمالاً على تراكيز أعلى من الأست ألدهيد مقارنة مع عينات اللبن البقري.

احتوت كل من عينات العيران وعينات اللبنة كميات أقل من الأست ألدهيد مقارنة مع اللبن الرائب، عادة ما يتم تحضير العيران عبر إضافة الماء والملح إلى اللبن الرائب بحيث تصبح البقية الجافة اللا دسمة 5.5% كحد أدنى ويكون الدسم 1.8% كحد أعلى، بينما يسمح بإضافة ملح كلور صوديوم 1.8 % كحد أعلى (م، ق، س، 2912 /2004)، أي أن العيران يحوي كمية أقل من اللبن الرائب أي عصيات لبنية أقل وبالتالي أست ألدهيد أقل. تعرف المواصفة القياسية السورية اللبنة بأنها أحد منتجات الحليب المخمر المحضَر عن طريق تركيز اللبن الرائب عبر التخلص من قسم من مائه بالترشيح بحيث تصبح البقية الجافة الكلية في 22% كحد أدنى (م، ق، س 178 /1984)، بينما تسمح المواصفة السورية ببقية جافة كلية للبن الرائب كامل الدسم بمقدار 11.5% (م، ق، س، 99/ 1983)، ونظراً لانحلالية الأست ألدهيد في الماء فإن قسماً منه يتم التخلص أثناء عملية ترشيح أو تصفية اللبن الرائب وهذا يفسر احتواء عينات اللبنة على كمية أست ألدهيد أقل (2.57 حتى 5.5 ملغ/كغ) بالمقارنة مع اللبن الرائب (1.34 و 41.26 ملغ/كغ).

تذكر الدراسات أن الأست ألدهيد يتخرب أثناء التخزين ويتحول إلى مركبات أخرى مما يؤثر على الطعم كما أن تقبل طعم اللبن الرائب يعتمد على التوازن بين كميات حمض اللبن والأسيت الدهيد والأسيتون وحمض الخل وغيرها من

المركبات التي تتشكل وتختلف في كمياتها تبعاً لنوع الجراثيم المخمرة المستخدمة إضافة إلى سلالتها (Güler *et al;* 2009). لذلك أرادت الدراسة الحالية دراسة تأثير التخزين على الأسيت ألدهيد في اللبن الرائب البقري خلال أسبوع من تحضيره وتخزينه في درجة حرارة +4 كما يظهر في الشكل 1.



شكل 1: تغير كمية الأست ألدهيد المتشكل في اللبن الرائب البقري مع الوقت

لوحظ انخفاض تدريجي في كمية الأسيت ألدهيد بدءاً من اليوم الأول لتحضيره (23.2±2.02 ملغ/كغ) وحتى اليوم السابع (15.52 ±1.37 ملغ/كغ) وكان هذا الفرق ذا دلالة بعد يومين من التحضير (p–value < 0.05)، من جهة ثانية لم يلاحظ فرق ذي دلالة في الفترة الواقعة بين ثلاثة أيام وحتى أسبوع على تحضيره (p–value > 0.05). يمكن أن يعزى انخفاض كمية الأسيت ألدهيد أثناء التخزين إلى تحوله عبر الأكسدة إلى حمض الخل، كما يمكن أن يتحول إلى إيتانول بفعل إنزيم alcohol dehydrogenase والذي تفرزه الجراثيم المخمرة للبن (Stojanovska *et al;* 2017) علماً أن العصيات اللبنية تفرز كميات محدودة من هذا الإنزيم (Chaves *et al;* 2002). إن انخفاض كمية الأسيت ألدهيد أثناء التخزين يمكن أن يفسر التفاوت في كميات الأست ألدهيد في العينات المشمولة بدراستنا إذ يمكن أن تكون متفاوتة في فترة تحضيرها وتخزينها في البرادات، من جهة أخرى يمكن أن يسهم تغير كمية الأسيت ألدهيد مع التخزين في تغير طعم ونكهة اللبن الرائب بمرور الوقت ((Güler *et al;* 2009.

الاستنتاجات والتوصيات

- لم يتم الكشف عن وجود الأست ألدهيد في عينات الحليب البقري.
- تراوحت كمية الأست ألدهيد في عينات اللبن الرائب البقري بين 1.34 و41.26 ملغ/كغ، كانت في عينات العيران بين 5.32 و11.2 ملغ/كغ، في عينات اللبنة بين 2.57 حتى 5.5 ملغ/كغ بينما تراوحت في عينات لبن الغنم بين 20.81–40.53 ملغ/كغ.
- يؤدي تخزين اللبن إلى تناقص كمية الأسيت ألدهيد.
- توصي الدراسة بتحديد كمية الأست ألدهيد في أغذية أخرى مثل العصائر الطبيعية والمصنعة، الأغذية المعلبة إضافة إلى القهوة.
- توصي الدراسة بضرورة مراقبة سويات الأست ألدهيد في الأغذية بشكل روتيني بهدف تقدير التعرض له لتقييم المخاطر على الصحة.

References:

1- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 1997

2- Chaves, A. C. S. D. M. Fernandez, A. L. S. Lerayer,. Mierau, M. Kleerebezem, and J. Hugenholtz1. Metabolic Engineering of Acetaldehyde Production by *Streptococcus thermophiles.* APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Nov. 2002, p. 5656–5662

3- Dima Aldiab, Fatima Zayoud. detection of adulteration with urea in some local milk products. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies. Health sciences series. Vol (40). No 5. 2018.

4- Feron, V. J. Til, H. P. Woutersen, R. A. Cassee, F. R. and Van Bladeren P. J. Aldehydes: occurrence, carcinogenic potential, mechanism of action and risk assessment. *Mutation Research*, vol. 259, no. 3-4, pp. 363–385, 1991.

5- Güler Zehra, Abdulkadir Taşdelen, Hasan Şenol, Nurhan Kerimoğlu, Uğur Temel THE DETERMINATION OF VOLATILE COMPOUNDS IN SET-TYPE YOGURTS USING STATIC HEADSPACE GAS CHROMATOGRAPHIC METHOD. GIDA (2009)34(3): 137-142

6- IARC (1988). "Alcohol drinking." IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 44.

7- IARC working group on the evaluation of carcinogenic risks to humans, "Acetaldehyde," *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol. 71, pp. 319–335, 1999.

8- Jeong, H-.S., et al. (2015). "Validation and determination of the contents of acetaldehyde and formaldehyde in foods." Toxicological research **31**(3): 273-278.

9- Lachenmeier, D. W., et al. (2009). Carcinogenicity of acetaldehyde in alcoholic beverages: risk assessment outside ethanol metabolism. Addiction **104** (4): 533-550.

10- Lachenmeier D.W. and .Monakhova, B "Short-termsalivary acetaldehyde increase due to direct exposure to alcoholic beverages as an additional cancer risk factor beyond ethanol metabolism," *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, vol. 30, no. 1, Article ID 3, 2011.

11- Lachenmeier, D. W. Uebelacker, M. Hensel, K and Rehm, J. Acetaldehyde in human diet: an underestimated risk factor for cancer," *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, vol. 106, no. 1, pp. 30–35, 2010.
12- Landi Nicola, Ragucci Sara , Di Maro Antimo . Amino Acid Composition of Milk from Cow, Sheep and Goat Raised in Ailano and Valle Agricola, Two Localities of 'Alto Casertano' (Campania Region) Foods 2021, 10, 2431
13- Liu, S. Q. and G. J. Pilone (2000). "An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications." International journal of food science & technology **35**(1): 49-61
14- MFDS. Korean Food Standards Codex. Ministry of Food and Drug
Safety, Cheongju, Korea (2016b)
15- Meltretter, J., S. Seeber, et al. (2007). "Site-specific formation of Maillard, oxidation, and condensation products from whey proteins during reaction with lactose." J Agric Food Chem **55**(15): 6096-6103.
16- Ott, A., L. B. Fay, and A. Chaintreau.. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. J. Agric. Food Chem. 1997 .45:850–858.
17- Raya, R. R., M. C. Manca de Nadra, A. Pesce de Ruiz Holgado, and G. Oliver. 1986. Acetaldehyde metabolism in lactic acid bacteria. Milchwissenschaft 41:397–399.
18- Secretan, B. Straif, K. R. Baan et al. A review of human carcinogens—part e: tobacco, areca nut, alcohol, coal smoke, and salted fish. *Lancet Oncology*, vol. 10, no. 11, pp. 1033–1034, 2009.
19- Soffritti, M. F. Belpoggi, L. Lambertini, M. Lauriola, M. Padovani, and C. Maltoni, "Results of long-term experimental studies on the carcinogenicity of formaldehyde and acetaldehyde in rats," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 982, pp. 87–105, 2002.
20- Stojanovska Suzana, Aleksandar Krstanovski, Julijana Tomovska. RESEARCH OF ACETALDEHYDE QUANTITIES IN COMMERCIAL AND LABORATORY PRODUCED FERMENTED PRODUCTS. CBU INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATIONS IN SCIENCE AND EDUCATION MARCH 22-24, 2017, PRAGUE, CZECH REPUBLIC
21- Theruvathu, J. A. Jaruga, P. Nath,M.Dizdaroglu, R. G. and Brooks, P.J. "Polyamines stimulate the formation of mutagenic 1,*N*2/-propanodeoxyguanosine adducts from acetaldehyde," *Nucleic Acids Research*, vol. 33, no. 11, pp. 3513–3520, 2005
22- Uebelacker, M. and Lachenmeier D. W. Quantitative determination of acetaldehyde in foods using automated digestion with simulated gastric fluid followed by headspace gas chromatography. Journal of automated methods and management in chemistry **2011**.
23- المواصفة القياسية السورية للعرق 2003/2478
24- المواصفة القياسية السورية للبن الرائب رقم 99 لعام 1983
25- المواصفة القياسية السورية للبنة رقم 178 لعام 1984
26- المواصفة القياسية السورية للبن العيران رقم 2912 لعام 2004