تحديد مستويات شوارد النتريت في بعض أنواع اللحوم المسوّقة في شمال غرب سوريا وتقييم المخاطر الصحية

صالح نجار، د. حسين العمر، د. أحمد حلبي

الصحة العامة وسلامة الغذاء، كلية الصيدلة، جامعة ادلب

https://orcid.org/0009-0003-9481-3335

الملخص:

يُعد النتريت من أبرز المضافات الغذائية المستعملة في صناعة اللحوم، إلا أن وجوده بتراكيز تتجاوز الحدود المسموح بها قد يشكل تهديدًا صحيًا للمستهلكين، لارتباطه بالتأثيرات المسرطنة، ونظراً لتزايد معدلات الإصابة بالسرطان خلال السنوات الأخيرة، وتزامن ذلك مع ظروف الحرب وضعف الرقابة الغذائية، برزت الحاجة إلى إجراء دراسة لتحديد مستويات النتريت في بعض منتجات اللحوم المُصنّعة والمسوقة في الأسواق المحلية، وتناولت الدراسة مجموعة من عينات اللحوم المصنّعة شائعة الاستهلاك، ولتحقيق ذلك، طُبقت طريقة غريس المعدّلة بالاعتماد على السلفانيلاميد و(NED)، وبلغ عدد العينات المدروسة 72عينة، جُمعت من مناطق جغرافية محددة خلال الفترة الممتدة بين كانون الثاني وآذار 2023. وقد جرى تحديد مستويات النتريت بواسطة تقانة الامتصاص الطيفي(Spectrophotometry). أظهرت النتائج أن جميع عينات اللحوم المصنّعة احتوت على تراكيز من النتريت، إلا أنها كانت أقل من الحد المسموح به (100 ملغ/كغ) وفق المعايير الأوروبية .علاوة على ذلك، أُجري تقييم لمخاطر التعرض الاستهلاكي للنتريت، إذ أظهر مؤشر الخطر (HQ < 1)عدم وجود مخاطر صحية متوقعة على المستهلكين للحوم المصنّعة المتداولة في شمال غرب سوريا.

كلمات مفتاحية: النتريت، لحوم مسوقة، جهاز UV-Vis، مخاطر صحية.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

"Determination of Nitrite Ions Levels in Some Types of Meat Marketed in Northwest Syria and Assessment of Health Risks"

Saleh Najjar
Public Health and Food Safety, Faculty of Pharmacy, Idlib University

Abstract:

Nitrite is among the most prominent food additives used in meat processing. However, their presence in concentrations exceeding permissible limits may pose a health threat to consumers due to their association with carcinogenic effects. Given the increasing rates of cancer in recent years, coinciding with wartime conditions and weakened food safety regulations, the need arose to conduct a study to determine nitrite levels in some processed meat products marketed locally. The study examined a group of commonly consumed processed meat samples. To achieve this, the modified Grace method based on sulfanilamide and NED was applied. The number of samples studied was 72, collected from specific geographical areas between January and March 2023. Nitrite levels were determined using spectrophotometry. The results showed that all processed meat samples contained nitrite concentrations, but these were below the permissible limit (100 mg/kg) according to European standards. Furthermore, an assessment of consumer exposure risks to nitrites was conducted, and the risk index (HQ < 1) indicated no anticipated health risks to consumers of processed meat sold in northwest Syria.

Keywords: nitrites, marketed meat, UV-Vis device, health risks

1. المقدمة Introduction

يتزايد اهتمام المستهلكين في الوقت الراهن بعملية تصنيع الطعام سواءً من حيث تناول أغذية ذات قيمة غذائية عالية أو من حيث التأثيرات الجانبية للمضافات الغذائية على صحتهم. وقد ارتبطت مشكلات صحية عدّة باستهلاك بعض المضافات الغذائية مثل المواد الحافظة (Ahamed *et al*., 2025) ومنها أملاح النتريت.

إنّ استعمال أملاح النتريت بوصفه مواداً حافظة في صناعة منتجات اللحوم، هو أمرٌ شائعٌ منذُ زمن بعيد لأنها تحمي الطعام من الفساد الجرثومي، إذ تقلل هذه الأملاح النشاط المائي وتمنع نمو الأحياء الدقيقة التي تفسد الغذاء إذ تقوم بمنع نمو الجراثيم خاصة عصية المطثية الوشيقية *Clostridium Botulinum* المسببة للتسمم الوشيقي، كما تضاف أملاح النتريت إلى اللحوم المصنعة لأسباب أخرى إذ تعطي اللحوم اللون الأحمر عن طريق تشكيل مركب نتروزيل ميوغلوبين، كما يحافظ النتريت على النكهة المميزة كونه يمنع تزنخ اللبيدات من ثمّ فإنّ له أثراً مضاداً للأكسدة (Connaître, 2022).

يرتبط النتريت مع خضاب الدم ليشكل الميت هيموغلوبين الذي تقل قدرته على نقل الأكسجين إلى الخلايا، كما يرتبط النتريت مع الأمينات الثانوية مشكلاً مركبات النتروزأمين المسرطنة إذ بيّنت دراسات عدة أنّ التعرض المتكرر للنتريت يؤدي إلى سرطانات القناة الهضمية، أورام الدماغ، اللوكيميا وأورام الأنف والحنجرة عند الإنسان (Aline Bonifacie a b, 2024).

إضافة لما سبق حظيت دراسة مركبات النتريت باهتمام كبير من الباحثين والمختصين في مجالات مختلفة مثل المراقبة الغذائية والصحة العامة إثر اكتشاف التأثير المسرطن لمركبات ثنائي ألكيل نتروزأمين والمركبات الأخرى الناتجة عنها. على الرغم من أنّ سمية شاردة النتريت على مستوى الجملة الدموية معروفة منذ زمن بعيد إلّا أنّ وظيفتها

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

في تشكيل مركبات N– نتروزأمين يُعد الأكثر خطورةً على صحة المستهلك، تتشكل هذه المركبات عن طريق ارتباط شوارد النتريت مع الوظائف الأمينية الثانوية الموجودة بشكل طبيعي في بروتينات الوجبة الغذائية. وبما أنّ البروتينات مهمة جداً وأساسية للكائن الحي كان لابد من تركيز الجهود للحد من وجود شاردة النتريت في الغذاء. (Connaître, 2022)

من جهة أخرى أظهرت الأكاديمية الوطنية للعلوم (NAS) National Academy of Science في أمريكا أنّ الخضراوات توفّر حوالي 80% من كمية النتريت التي يتناولها الناس بشكل طبيعي، في حين توفّر مياه الشرب حوالي 13% أمّا باقي النتريت في النظام الغذائي فيأتي من منتجات أخرى مثل اللحوم المصنّعة والألبان (Chbani .(Diya, 2018

وتُعد منتجات اللحوم المُصَنّعة والمُعَلّبة مصدر غذاء مهم لشريحة كبيرة من السكان في مناطق شمال غرب سوريا، وذلك نظراً لتوفرها وبأسعار مناسبة للوضع المعيشي. لكن مع تزايد مصادر إنتاج هذه المعلبات وفي ظل ضعف الإجراءات المتخذة من قبل الجهات ذات الصلة لضبط إنتاج هذه المواد وعدم وجود آليات واضحة للتحقق من مستويات النتريت في عينات اللحوم المصنعة المختلفة المنشأ، تمّ حُدّدَ في هذه الدراسة مستويات النتريت في العينات المأخوذة.

1.1. الأدوات والطرق المستعملة Apparatus and Materials Used

في هذه الدراسة استُعملت مجموعة من المواد والأجهزة والأدوات الآتية:

1.1.1. الأجهزة والأدوات Apparatus and Tools

استُعملت الأجهزة والأدوات المخبرية ذات المواصفات الآتية:

- جهاز مطيافية الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية UV-Vis Spectrophotometer طراز (DR 4000)، أحادي الحزمة، مزود بخلية كوارتز أبعادها cm (1×1) لقياس الطيف المدروس في المجال ما بين 200 حتى 800 نانومتر، صنع الصين.
- ميزان تحليلي حساس بدقة 0.001 ± م إنتاج شركة (DENSI) طراز (HYZ 420 A) - صنع في تركيا.
- حمّام مائي بالأمواج ما فوق الصوتية Ultra Sonic إنتاج شركة (ALEX YL12) صنع الصين.
- مثقلة أنابيب طراز (800D): صنع في مصر.
- ماصات حجمية آلية متغيرة الحجم (ميكروبيبت) 1000-100) µl(100-5) µl(إنتاج شركة Isolab.
- دوارق حجمية دقيقة مختلفة السعة وأدوات مخبرية زجاجية مختلفة (وبيشر، أنابيب اختبار وتثفيل، أرلنماير، أسطوانة مدرجة، قمع ترشيح).

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

2.1.1. المواد الكيميائية Chemical Materials

فيما يخص المواد المستعملة والمحاليل التي حُضّرَت والكواشف المساعدة في تمام العمل فقد استُعملت مجموعة من المواد نذكر منها في الجدول رقم (1):

الجدول (1): المواد الكيميائية المستعملة في الدراسة

الرقم	المادة الكيميائية	الصيغة الكيميائية	النقاوة wt%	الشركة المصنّعة	بلد المنشأ
1	Sodium Nitrite	$NaNO_2$	99%	Beyanlab Laboratuvar Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti	Turkey
2	4-aminobenzenesulfonamide	$C_6H_8N_2O_2S$	99.7%	Wako Pure Chemical Industries, Ltd	Japan
3	Potassium hexacyanidoferrate(II)	$K_4[Fe(CN)_6].3H_2O$	99%	Merck chemical company	Germany
4	Hydrochloric Acid	HCl	37%	Tekkim Kimya Sanayi ve Ticaret Limited Sirketi	Turkey
5	N-(1-Naphthyl) ethylenediamine di hydrochloride	$C_{12}H1_4N_2$	95%	Wako Pure Chemical Industries, Ltd	Japan
6	Distilled water	H_2O			محضّر حديثاً في المختبر

3.1.1. عينات اللحوم المصنّعة Processed Meat Samples

تتوافر أنواع عدّة من اللحوم المصنعة في السوق المستوردة بما في ذلك اللانشون، مرتديلا، نقانق الدجاج واللحم، ودُرسَت 72 عينة من أنواع اللحوم المصنعة منها 30 عينة لانشون و6 مرتديلا و9 عينات نقانق و6 عينات برغر و21 عينة لحم محلي التحضير كما هو مبيّن في الجدول رقم (2)، وجُمعَت العينات من مراكز رئيسة (مولات) من منطقة الدانا وسرمدا وإدلب ومعرتمصرين وشملت العينات أصنافاً مختلفة لكل نوع من أنواع اللحم المصنّع الذي سبق ذكره لتغطية أكبر قدر ممكن من منتجات اللحوم المصنعة المستوردة والمصنّعة محلياً والمنتشرة في شمال غرب سوريا، وقد حُفظت العينات في درجة حرارة الغرفة (درجة حرارة ما بين 15 – 25 درجة مئوية والرطوبة ما دون 60%).

الجدول (2): وصف اللحوم المصنعة المدروسة

العينة المدروسة	نوع اللحم	الطبخات	مكان الصنع	مصرّح على لصاقة العبوة باحتوائه على النتريب	تاريخ الإنتاج وتاريخ انتهاء الصلاحية
L1	لحم بقري	RA6101 2281	لبنان	+	2023/11/29 – 2021/11/30
L2	لحم بقري	RA6101 2514	لبنان	+	2023/11/29 – 2021/11/30
L3	لحم بقري	RA6101 1325	لبنان	+	2023/11/29 – 2021/11/30
L4	لحم بقري	122199	تركيا	+	2024/07/17 – 2022/07/18
L5	لحم بقري	122190	تركيا	+	2024/07/17 – 2022/07/18

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

L6	لحم بقري	122174	تركيا	+	2024/07/17 – 2022/07/18
L7	لحم دجاج	FC1305 2293	لبنان	+	2024/01/02 – 2022/01/02
L8	لحم دجاج	FC1305 2288	لبنان	+	2024/01/02 – 2022/01/02
L9	لحم دجاج	FC1305 2276	لبنان	+	2024/01/02 – 2022/01/02
L10	لحم دجاج	01(05-06) A	تركيا	+	2024/04/04 – 2022/04/05
L11	لحم دجاج	01(05-06) A	تركيا	+	2024/04/04 – 2022/04/05
L12	لحم دجاج	01(05-06) A	تركيا	+	2024/04/04 – 2022/04/05
L13	لحم دجاج	P010722 SN:22179	تركيا	+	2024/06/27 – 2022/06/28
L14	لحم دجاج	P010722 SN:22200	تركيا	+	2024/06/27 – 2022/06/28
L15	لحم دجاج	P010722 SN:22190	تركيا	+	2024/06/27 – 2022/06/28
L16	لحم دجاج	E 003	تركيا	+	2023/10/18 – 2021/10/19
L17	لحم دجاج	E 004	تركيا	+	2023/10/18 – 2021/10/19
L18	لحم دجاج	E 007	تركيا	+	2023/10/18 – 2021/10/19
L19	لحم دجاج	62(03-06) A	لبنان	+	2024/03/02 – 2022/03/03

L20	لحم دجاج	62(03-A (05	لبنان	+	2024/03/02 – 2022/03/03
L21	لحم دجاج	62(03-A (08	لبنان	+	2024/03/02 – 2022/03/03
L22	لحم دجاج	2218200	تركيا	+	2024/11/11 – 2022/11/10
L23	لحم دجاج	2218211	تركيا	+	2024/11/11 – 2022/11/10
L24	لحم دجاج	2218210	تركيا	+	2024/11/11 – 2022/11/10
L25	لحم دجاج	A 002	الأردن	+	2023/12/01 – 2021/12/02
L26	لحم دجاج	A 002	الأردن	+	2023/12/01 – 2021/12/02
L27	لحم دجاج	A 002	الأردن	+	2023/12/01 – 2021/12/02
L28	لحم دجاج	L005055	تركيا	+	2023/09/01 – 2021/09/02
L29	لحم دجاج	L005005	تركيا	+	2023/09/01 – 2021/09/02
L30	لحم دجاج	L005065	تركيا	+	2023/09/01 – 2021/09/02
L31	لحم دجاج	(19-22) A	تركيا	+	2024/07/21 – 2022/07/22
L32	لحم دجاج	(15-22) A	تركيا	+	2024/07/21 – 2022/07/22
L33	لحم دجاج	(18-22) A	تركيا	+	2024/07/21 – 2022/07/22

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

L34	لحم دجاج	A 003	تركيا	+	2024/08/02 – 2022/08/03
L35	لحم دجاج	A 006	تركيا	+	2024/08/02 – 2022/08/03
L36	لحم دجاج	A 002	تركيا	+	2024/08/02 – 2022/08/03
L37	لحم دجاج	A 003	تركيا	+	2024/10/26 – 2022/10/07
L38	لحم دجاج	A 005	تركيا	+	2024/10/26 – 2022/10/07
L39	لحم دجاج	A 009	تركيا	+	2024/10/26 – 2022/10/07
L40	لحم دجاج	9 45125	تركيا	+	2024/03/16 – 2022/03/15
L41	لحم دجاج	9 45130	تركيا	+	2024/03/16 – 2022/03/15
L42	لحم دجاج	9 45136	تركيا	+	2024/03/16 – 2022/03/15
L43	لحم بقري	2246	تركيا	–	2023/09/02 – 2022/09/03
L44	لحم بقري	2240	تركيا	–	2023/09/02 – 2022/09/03
L45	لحم بقري	2254	تركيا	–	2023/09/02 – 2022/09/03
L46	لحم بقري	2200	تركيا	–	2023/07/18 – 2022/07/17
L47	لحم بقري	2230	تركيا	–	2023/07/18 – 2022/07/17

L48	لحم بقري	2235	تركيا	–	2023/07/18 – 2022/07/17
L49	لحم دجاج	C23092068	تركيا	+	2024/04/30 – 2023/04/29
L50	لحم دجاج	C23084309	تركيا	+	2024/04/30 – 2023/04/29
L51	لحم دجاج	C23254670	تركيا	+	2024/04/30 – 2023/04/29
L52	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L53	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L54	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L55	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L56	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L57	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

L58	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L59	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L60	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L61	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L62	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L63	برغر لحم دجاج	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L64	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L65	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L66	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية

L67	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L68	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L69	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L70	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L71	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية
L72	برغر لحم أغنام	غير مذكور رقم الطبخة	شمال غرب سوريا	–	غير مذكور مدة الصلاحية

وحددت منظمة الصحة العالمية WHO وهيئة الخبراء المشتركة للمضافات الغذائية الكمية The Joint Expert Committee on Food Additives)) JECFA المقبولة ADI (Acceptable Daily Intake) من النتريت 0-0.07 mg/kg من وزن جسم الإنسان أي حوالي 4.2 mg/day لشخص يبلغ 60 kg، مع التركيز أنّ هذه المعايير لا تطبق على الرضع أقل من 3 أشهر.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

2.1. طريقة العمل Method

1.2.1. تحضير المحاليل Preparation of Solutions

i. محلول نتريت الصوديوم الأم 100 mg / 100 ml:

وُزِنَ ما يُكافئ 100 mg من نتريت الصوديوم الجاف بدقة كافية ثمّ نُقلت إلى دورق حجمي سعة 100 ml وأُضيف إليها كمية من الماء المُقطر حتى الدائرة العيارية للحصول على التركيز المطلوب. نُقل المحلول إلى عبوة ضغط مناسبة وأُضيف إليه 1 ml من الكلوروفورم للحفظ.

ii. محاليل نتريت الصوديوم العيارية:

حُضّرتْ سلسلة من المحاليل العيارية لنتريت الصوديوم تراكيزها 0.75 - 0.50 - 0.25 1 mg / L - وذلك بأخذ أحجام مناسبة من تركيز المحلول الأم 1 mg / 1 ml ونقلها لدوارق حجمية سعة كل منها 50 ml والتمديد بالماء المقطر حتى الدائرة العيارية للحصول على التراكيز المطلوبة.

iii. محلول حمض كلور الماء (5N):

مُدّدَتْ 44.5 ml من حمض كلور الماء المركز (37% wt ،1.19 g / ml) في كمية كافية من الماء المقطر في دورق حجمي سعة 100 ml، ثمّ أُكمل الحجم بالماء المقطر حتى الدائرة العيارية.

iv. محلول كاريز I (0.2M):

حُلَّ 10.6 g من هكزا سيانو فرات البوتاسيوم تري هيدرات في كمية كافية من الماء المقطر ضمن دورق حجمي عاتم سعة 100 ml ثمّ أُكمل الحجم بالماء المقطر حتى الدائرة العيارية. حُفظ هذا المحلول بعيداً عن الضوء. (Chbani Diya, 2018)

v. الكاشف اللوني I (0.01M):

حُلَّ 0.2 g من السلفانيلاميد في 80 ml ماء مقطر ضمن دورق حجمي سعة 100 ml مع التسخين قليلاً على حمام مائي واستعمال جهاز الأمواج فوق الصوتية لتسهيل

انحلاله، يُبَرّد المحلول ثم يُرشح عند الضرورة، يضاف بعد ذلك 10 ml من حمض كلور الماء 5N ثم يكمل الحجم بالماء المقطر حتى 100 ml. يحفظ هذا المحلول ضمن زجاجة عاتمة لمنع الأكسدة. (Chbani Diya, 2018)

vi. الكاشف اللوني II (0.004M):

حُلَّ 0.1 g من N-(1-naphtyl) -ethylenediamine di hydrochloride (NED) في كمية كافية من الماء المقطر ضمن دورق حجمي سعة 100 ml ثمّ أُكمل الحجم بالماء المقطر حتى الدائرة العيارية. (Chbani Diya, 2018)

2.2.1. تحضير العينة Sample Preparation

أُفرغَ محتوى عبوة العينة كاملةً ضمن هاون بورسلان ثمّ سُحقت بشكل جيّد وبعدها وُزن 10 g منها ووضعت في بيشر سعة 250 ml وأُضيف لها كمية من الماء المُقطر مع التحريك لمدة ربع ساعة، بعدها رُشّحت العينة ونُقلت الرشاحة إلى دورق حجمي سعة 100 ml وأُكمل الحجم بالماء المُقطّر حتى الدائرة العيارية وبذلك أصبحت العينة جاهزة للقياسات اللاحقة.

3.2.1. طريقة غريس لتحديد نتريت الصوديوم

Grice's Method for Determining Sodium Nitrite

i. تحضير المحلول للقياس:

- أُخذ 1 ml من محلول النتريت إلى أنبوب اختبار نظيف.
- أُضيف 1 ml من الكاشف اللوني I.
- أُضيف 0.6 ml من محلول حمض كلور الماء 5N.
- وُضع أنبوب الاختبار في مكان مظلم لمدة 5 min.
- بعد خمس دقائق أُضيف 0.1 ml من محلول الكاشف اللوني II.

ii. قيست امتصاصية المحلول المُعقّد الناتج من الخطوات السابقة عند الطول الموجي 540 nm وذلك بعد التصفير على المحلول الشاهد (البلانك) الذي

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

حُضّر باتباع الخطوات نفسها السابقة عدا الخطوة الأولى أي بدون إضافة محلول النتريت.(Chbani Diya, 2018)

– **مكان تنفيذ الدراسة:** أُجريت الدراسة العملية وجميع التجارب المتعلقة بهذا البحث في مخبر الدراسات العليا في كلية الصيدلة.

3.1 التأكد من صحة الطريقة في تحديد النتريت

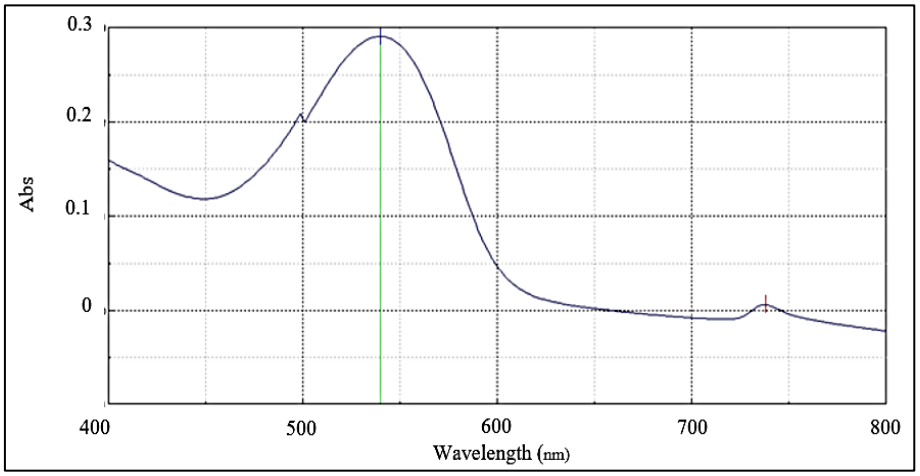
Verification of the Accuracy of the nitrite determination method

1.3.1 تحديد طول موجة الامتصاص الأعظمي

Determine the wavelength of maximum absorption

حُدّدَ طول موجة الامتصاص الأعظمي (λ max) للمعقد الناتج عن تفاعل غريس وذلك بأخذ محلول نتريت الصديوم تركيزه 2ppm ثمّ تطبيق خطوات طريقة غريس للحصول على المعقد الناتج ومن ثمّ مسح الطيف ضمن المجال (400-800) nm بعد إجراء تصفير الجهاز على البلانك كما يُبيّن الشكل رقم (1) إذ يلاحظ

من المنحني أنّ المعقد يمتلك امتصاصاً أعظمياً عند الطول الموجي (λ max 540 nm) كما هو متوافق مع الطريقة المرجعية.



الشكل (1): طيف المُعَقّد الناتج عن تفاعل غريس

2.3.1. المنحني العياري والخطية Standard Curve and Linearity

حُضِّرتْ سلسة عياريّة من محاليل النتريت انطلاقاً من محلول نتريت الصوديوم والبوتاسيوم، وحُضّر كل تركيز ثلاث مرات ومن ثمّ أُجري التفاعل من طريقة غريس للمحاليل السابقة، ثمّ قيست الامتصاصية عند طول الموجة 540 nm للمحاليل ومن ثمّ حُسبت متوسط قيم الامتصاصية.

ويُبيّن الجدول رقم (3) نتائج التحديد الكمّي الإحصائيّة لمحاليل السلسلة العيارية إذ لم تتجاوز قيمة الانحراف المعياري النسبي المئوي القيمة لأدنى تركيز وهذا يؤكّد دقة النتائج.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

الجدول (3): العوامل الإحصائية لمحاليل السلسة العيارية

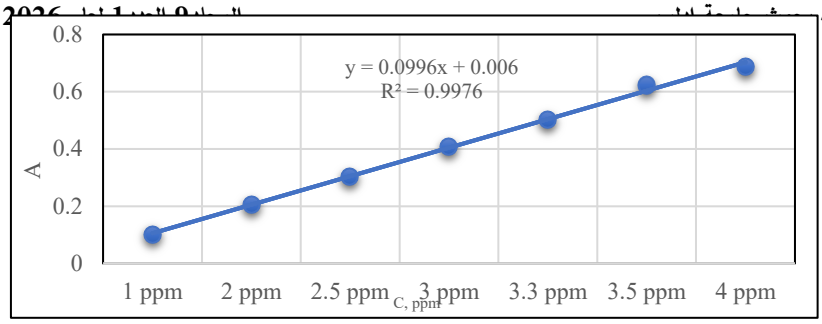
المعامل Parameter	المحلول المقاس الناتج عن تفاعل نتريت الصوديوم بطريقة غريس
المجال الخطي ppm	1-4
معادلة المستقيم	$y = 0.0996x + 0.006$
ميل المستقيم $M^{-1}.Cm^{-1}$	$m = 0.0996$
معامل الارتباط الخطي	$R^2 = 0.9976$
حد الكشف* LOD ppm	LOD =0.00008 mg/kg
حد القياس الكمي LOQ ppm	LOQ= 0.0002 mg/kg

ثمّ دُرست العلاقة بين قيمة الامتصاصية المتوسطة بدلالة التركيز كما يُبيّن الشكل رقم (2).

إذ تُبيّن النتائج أنّ امتصاصية المعقد الناتج عن تفاعل غريس كانت متناسبة طرداً وخطياً مع تركيز نتريت الصوديوم ضمن المجال ppm (1-4) وكانت معادلة المستقيم:

$$y = 0.0996x + 0.006$$

إذ y تعبّر عن قيمة الامتصاصية، x تعبّر عن تركيز نترتيب الصوديوم مقدراً بـ ppm، R^2 معامل الارتباط الخطي لنقاط المستقيم وقد بلغت قيمته 0.9976 وهو يدل على قوة المنحني الخطي وإمكانية اعتماده للتحليل الكمي.



الشكل (2): المنحني العياري لنتريت

3.3.1. دراسة الدقة لطريقة غريس المتبعة لتحديد نتريت الصوديوم

Accuracy Study of the Grice Method for the Determination of Sodium Nitrite

قُيّمت دقة طريقة غريس المتبعة لتحديد النتريت من خلال تحديد ثلاث مكررات لستة تراكيز مختلفة من النتريت إذ تقع ضمن نفس المجال الخطي وذلك من خلال حساب الانحراف المعياري والانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%، وتُبيّن النتائج الموضّحة في الجدول رقم (4) أنّ طريقة غريس لتحديد تركيز النتريت تتميّز بتكرارية جيدة حيث كانت أكبر قيمة لـ RSD%=3.4.

الجدول (4): اختبار التكرارية لطريقة تحديد تركيز نتريت الصوديوم

تركيز النتريت المأخوذ ppm	المتوسط الحسابي للنتريت المحدد $\bar{x}$ ppm, n=6	الانحراف المعياري SD± ppm	الانحراف المعياري النسبي RSD%*
1	1.02	0.035	3.44
2	1.89	0.064	3.38
2.5	2.26	0.075	3.31
3.3	3.15	0.081	2.57
3.5	3.25	0.089	2.73
4	3.99	0.134	3.35

*الانحراف المعياري النسبي = (الانحراف المعياري/ الوسط الحسابي) × 100%.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

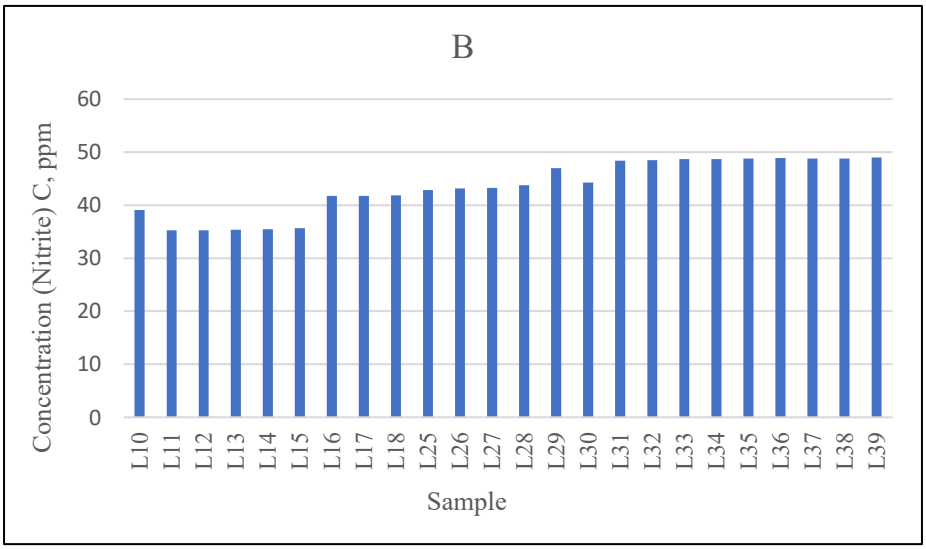
4.1. تحديد تراكيز النتريت في العينات المدروسة

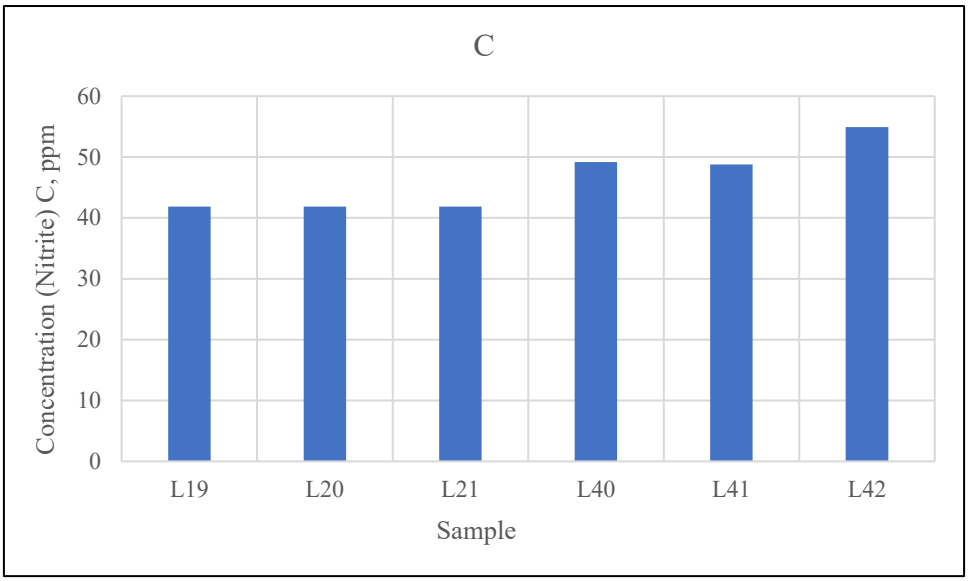
Determination of nitrite concentrations in the studied samples

بعد أن أُجريت الدراسة التحليلية لطريقة غريس لتحديد النتريت في العينات المختلفة، قيست تراكيز النتريت في العينات التي جُمعت وإدراجها في الأشكال (3-8)، إذ قيست ثلاث مكررات لكل عينة ومن ثمّ حساب متوسط تركيز النتريت

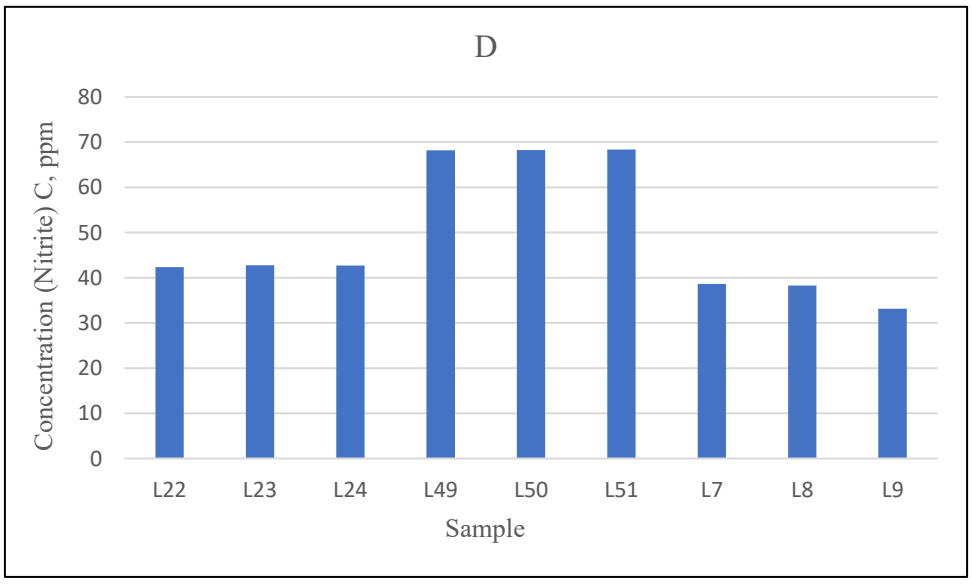
الشكل (3): المخطط البياني (A) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات لانشون (لحم بقري)

الشكل (4): المخطط البياني (B) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات لانشون (لحم دجاج)



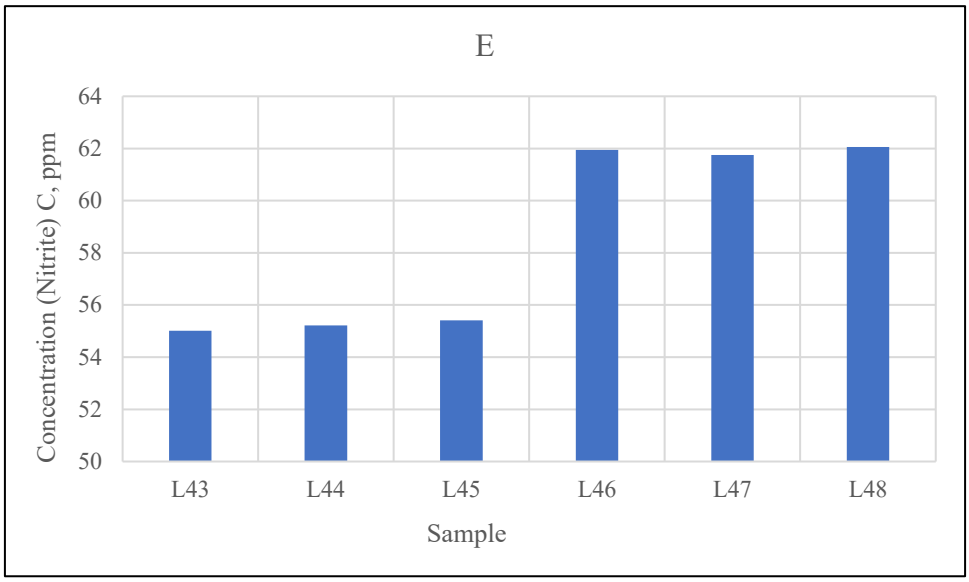


الشكل (5): المخطط البياني (C) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات مرتديلا (لحم دجاج)

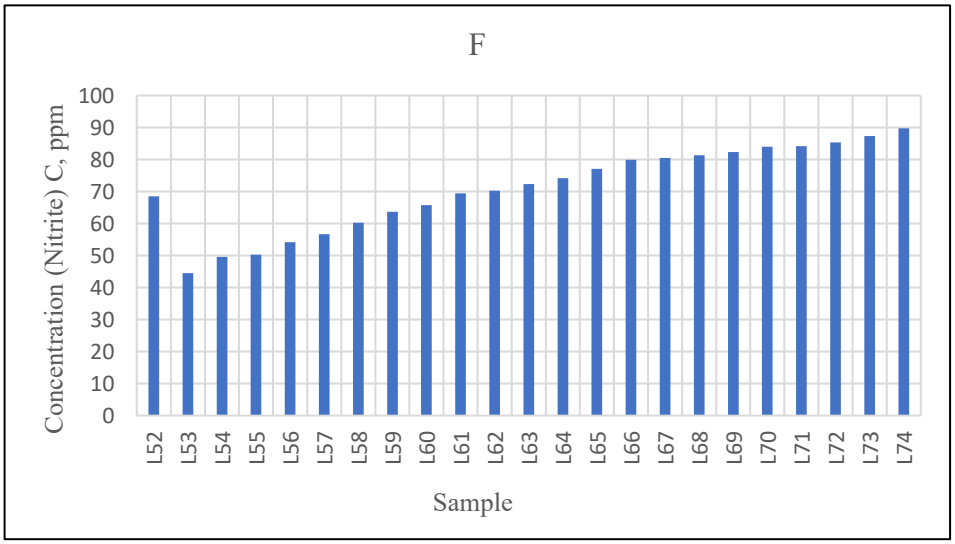


الشكل (6): المخطط البياني (D) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات نقانق

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08



الشكل (7): المخطط البياني (E) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات برغر (مستوردة)



الشكل (8): المخطط البياني (F) يوضحّ نتائج التحديد الكمّي للنتريت في عينات برغر (مُصنّعة محلياً)

بينت النتائج أن العينات جميعها حاوية على نتريت إذ تراوحت تراكيزها بين 31-89.78 mg/kg (أقل من الحد المسموح 100 mg/kg). توافقت نتائج هذه الدراسة مع أبحاث عدّة إذ أظهرت أن تراكيز النتريت أقل من الحد الأعلى المسموح به. على سبيل المثال بيّنت دراسة أُجريت في السودان عام 2017 أنّ تراكيز النتريت في منتجات اللحوم المصنعة كانت جميعها أقل من الحد الأقصى السوداني (100 mg/kg) (Adam *et al*., 2017)، كما وجدت دراسة أُجريت في برونای على أنواع مختلفة من اللحوم المصنعة مثل النقانق والسلامي والسجق عام 2020، أنّ تراكيز النتريت كانت ضمن الحدود المسموح إضافتها للحوم. (Abd Hamid *et al*., 2020).

وتجدر الإشارة إلى أنّ اختبار كروسكال–ويلس (Kruskal–Wallis Test)هو أحد الاختبارات الإحصائية غير المعلمية التي تُستعمل عندما نريد مقارنة أكثر من مجموعتين مستقلتين من البيانات، لمعرفة إن كانت تأتي من نفس التوزيع (أي لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات) أو أن هناك اختلافًا بينها، وهو الامتداد غير المعلمي لاختبار ANOVA أحادي الاتجاه (One-way ANOVA)، ولكنه لا يشترط أن تكون البيانات موزعة طبيعيًا، بل يعتمد على رتب البيانات بدلاً من القيم نفسها.

5.1. تقييم المخاطر في العينات اللحوم المُصَنّعة المسوقة شمال غرب سوريا

Risk Assessment of Processed Meat Samples Marketed in Northwest Syria

بناءً على النتائج التي حُصِلَ عليها من تحديد تراكيز النتريت في العينات المدروسة والتي عُرِضَتْ، ويُبيّن الجدول رقم (5) قيم ADI وHQ للفئات العمرية المختلفة للمستهلكين.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

الجدول (5): قيم ADI وHQ للفئات العمرية المختلفة للمستهلكين

وزن المستهلك kg	أكبر قيمة وأصغر قيمة مقاسة للنتريت في العينة mg/kg	العينة	ADI (mg/kg) per day	HQ*
60	(49 – 31.50)	لانشون	0-0.07	0-0.7
60	(51.71 – 41.87)	مرتديلا	0-0.07	0-0.7
60	(62.05 – 55.02)	برغر	0-0.07	0-0.7
60	(68.37 – 38.65)	نقانق	0-0.07	0-0.7
60	(89.78 – 44.50)	عينات مصنعة محلياً	0-0.07	0-0.7
70	(49 – 31.50)	لانشون	0-0.07	0-0.7
70	(51.71 – 41.87)	مرتديلا	0-0.07	0-0.7
70	(62.05 – 55.02)	برغر	0-0.07	0-0.7
70	(68.37 – 38.65)	نقانق	0-0.07	0-0.7
70	(89.78 – 44.50)	عينات مصنعة محلياً	0-0.07	0-0.7
80	(49 – 31.50)	لانشون	0-0.07	0-0.7
80	(51.71 – 41.87)	مرتديلا	0-0.07	0-0.7
80	(62.05 – 55.02)	برغر	0-0.07	0-0.7
80	(68.37 – 38.65)	نقانق	0-0.07	0-0.7
80	(89.78 – 44.50)	عينات مصنعة محلياً	0-0.07	0-0.7

* HQ = Estimated (Acceptable) Daily Intake / Reference Dose or Reference Concentration

HQ = 0.07 / 0.1= 0.7

6.1. الاستنتاجات Conclusions

1) استُعملت طريقة غريس لتحديد مستويات شوارد النتريت في اللحوم المصنعة، وقد أثبتت أنها طريقة تحليلية صحيحة امتازت بخطوات علمية جيدة سيما أنها حققت دراسة الخطية، الدقة، الاسترداد وحدود الكشف.
2) إنّ جميع العينات المدروسة تحوي على النتريت بتراكيز تراوحت mg/kg (31.5 – 89.78) وهي أقل من الحد المسموح به 100 mg/kg
3) تراكيز النتريت في جميع عينات البرغر المصنعة يدوياً تراوحت mg/kg (44.5 – 89.78) وهي أقل من الحد المتبقي المسموح به ولكنها بنسبة أعلى من العينات المصنعة في المعامل.
4) نسب فقد مستويات نتريت الصوديوم خلال عملية الحفظ لا تتعلق بمستويات نتريت الصوديوم المقاسة عنج فتح العبوة.
5) يُمكن استهلاك اللحم المُصنع بعد ثلاثة أيام من فتح العبوة ووضعها في البراد لعدم وجود فروق معنوية بتراكيز نتريت الصوديوم ($t<4303$)، بينما تتغير التراكيز بشكل معنوي بدءاً من اليوم العاشر لفتح العبوة ($t>4303$).
6) عند حساب HQ المُختص بتقييم المخاطر في العينات، وُجد أنّ القيمة هي أقل من 1 لجميع العينات مما يعكس سلامة مؤقتة.

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

التوصيات Recommendations

- التوسع في دراسات تشمل مياه الشرب والخضار والأسماك المعلبة كمصادر أخرى للنتريت، لتكوين صورة متكاملة عن التعرض الكلي.
- فرض اختبارات إلزامية لمصنّعي اللحوم المحليين وتدريبهم على طرق الإضافة الصحيحة والآمنة للنتريت، ومراجعة اللوائح التنظيمية المحلية وتوحيدها مع المعايير الأوروبية، مع تحديد مستويات خاصة للمنتجات الموجهة للأطفال.
- تفعيل وظيفة البلديات والمجالس الصحية في مراقبة الأسواق الشعبية ومصانع الأغذية اليدوية.
- دعم وتعميم استعمال طرق تحليل اقتصادية وفعالة مثل "تفاعل غريس المطور" في مخابر المحافظات.

References المراجع

- Abd Hamid, N. F. H., Khan, M. M., & Lim, L. H. (2020). Assessment of nitrate, nitrite and chloride in selected cured meat products and their exposure to school children in Brunei Darussalam. Journal of Food Composition and Analysis, 91. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103520
- Abdel-Moemin, A. R. (2016). Analysis of the content, colourants, fats, nitrate and nitrite in advertised foods and biological fluids of Egyptian children. British Food Journal, 118(11), 2692–2709. https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2016-0125
- Adam, A. H. B., Mustafa, N. E. M., & Rietjens, I. M. C. M. (2017). Nitrite in processed meat products in Khartoum, Sudan and dietary intake. Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance, 10(2), 79–84. https://doi.org/10.1080/19393210.2016.1256352
- Ahamed, Z., Saifullah, M., Shellie, R. A., & Stanley, R. A. (2025). Volatilomics in meat research: Species authentication, quality assessment & adulteration detection. In Food Research International (Vol. 214). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116690
- Aline Bonifacie a b, L. A. a, T. S. a, S. B. a, A. D. a, M. K. a, G. N. c, A. P. c, V. S.-L. a, L. T. a. (2024). Chemical effects of nitrite reduction during digestion of cured cooked and recooked meat on nitrosation, nitrosylation and oxidation.
- Al-Shuibi, M., & Al-Abdullah, B. (2002). Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella Author links open overlay panelA. 62, 473–478. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00041-4Get
- Bahadoran Z., Mirmiran P., Jeddi S., Azizi F., Ghasemi A., Hadaegh F., (2016). " Nitrate and nitrite content of vegetables,

تاريخ إيداع البحث:2026/01/19
تاريخ قبوله للنشر :2026/04/08

fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats". Journal of Food Composition and Analysis 16: 1-40.

- Barcellos, de M. D. G. K. G. S. J. (2014). Processed meat products: consumer trends and emerging markets.
- Boudko Sergei, & Engel Jürgen. (2004). Structure formation in the C terminus of type III collagen guides disulfide cross-linking.
- Butler A., Feelisch M. (2008). "Therapeutic uses of inorganic nitrite and nitrate: From the past to the future". Circulation 117: 2151- 2160.
- Carlström, M. (2021). Nitric oxide signalling in kidney regulation and cardiometabolic health. In Nature Reviews Nephrology (Vol. 17, Issue 9, pp. 575–590). Nature Research. https://doi.org/10.1038/s41581-021-00429-z
- Chbani Diya. (2018). Determination of nitrite and nitrate ions levels in some types of processed meats marketed locally. Determination of nitrite and nitrate ions levels in some types of processed meats marketed locally.
- Choi K.K., Fung K.W. (1980). "Determination of Nitrate and Nitrite in Meat Products by Using a Nitrate Ion-selective Electrode". Analyst 10: 241-245.
- Chou, S.Y., Grossman., M., Saffer, H., 2003, An economic analysis of adult obesity results from the behavioral risk factor surveillance system, Journal of health economics, 23 (3), 565-587.
- Connaître. (2022). Évaluation des risques liés à la consommation de nitrates et nitrites. www.anses.fr