التحري عن فول الصويا في منتجات اللحوم المصنعة في السوق السورية باستخدام تقنية الـ PCR

بنان أحمد بشير الشيخ

باحث مساعد ، دكتوراه في علوم الأغذية،مخبر الحيويات الطبية والحيوانية، الهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، سوريا

البريد الالكتروني: banan981.alshaikh@damascusuniversity.edu.sy

الملخص

تعد حماية المستهلكين من ممارسات غش اللحوم ومن منتجات لحوم ذات بطاقات بيان مضللِة أو خاطئة، دائماً من القضايا المهمة التي تحث السلطات القانونية والباحثين على تطوير تقنيات مختلفة لكشف الغش وضمان جودة المنتجات. تستخدم بروتينات فول الصويا على نطاق واسع في منتجات اللحوم المستحلبة نظراً لخصائصها الوظيفية التي تساعد على تحسين العمليات التكنولوجية وتقلل من تكاليفها.

جُمعت احدى وعشرون عينة عشوائية من منتجات اللحوم المصنعة (بسطرمة، روستو، سلامي، نقانق، لانشون، هوت دوغ) من السوق المحلية في العام 2022 للكشف عن فول الصويا، وتم التحقق من وجود فول الصويا في منتجات اللحوم من خلال تضخيم مورثة اللكتين المميزة لفول الصويا.

أظهرت النتائج أن إحدى عشر عينة كانت إيجابية لمورثة اللكتين ومتوافقة مع بطاقة البيان الخاصة بها من حيث وجود فول الصويا، ست منها أشارت بطاقة البيان الخاصة بها الى وجود بروتين نباتي دون تحديد فول الصويا، بينما كانت ستة من العينات المدروسة لا تحوي فول الصويا ومتوافقة مع بطاقة البيان الخاص بها، أربع عينات كانت سلبية لمورثة اللكتين وغير متوافقة مع بطاقة البيان الخاصة بها.

الكلمات المفتاحية: غش اللحوم، بطاقة البيان، منتجات اللحوم المصنعة، فول الصويا، مورثة اللكتين.

ورد للنشر بتاريخ: 21 / 4 / 2026

قبل للنشر بتاريخ : 1 / 6 / 2026

2026 © المؤلف (المؤلفون).هذا المقال منشور بنظام الوصول المفتوح بموجب ترخيصCC BY-NC-SA 4.0

Investigating the Presence of Soybeans in Processed Meat Products in The Syrian Market Using PCR Technique

Banan Ahmad Basheer Alshaikh

Research Assistant, Biomedical and Animals Lab, National Commission for Biotechnology, Damascus, Syria
Email: banan981.alshaikh@damascusuniversity.edu.sy

Abstract

Protecting consumers from meat adulteration actions and from false or mislabeled meat products, were always critical concerns that prompts legal authorities as well as many researchers to develop different analytical methods to detect adulteration and ensure products quality. Soy proteins are widely used in emulsified products manufacturing due to their functional properties which help improve technological processes and reduce their formulation cost.

Twenty-one samples of processed meat products (pastrami, rosto, salami, sausage, luncheon, hotdog), were randomly collected from local markets in 2022, to detect the presence of soybeans. The presence of soybean in meat products was verified by amplifying lectin gene, soy-specific gene.

The results showed that eleven samples were positive for the lectin gene and were identical to their respective food labels in terms of soybean presence, six of them ,had a label indicating the presence of a vegetable protein without specifying soybeans. While six of the studied samples did not contain soy and were consistent with their labeling, and four samples were negative for the lectin gene and were not identical to their respective food labels.

Keywords: Meat adulteration, Food label, Processed meat products, Soybean lectin gene.

Received : 21/4/2026

Accepted : 1/6/2026

© 2026 Author(s). This article is published under the Open Access License CC BY-NC-SA 4.0

المقدمة والدراسة المرجعية:

تعد اللحوم ومصنعات اللحوم جزءاً أساسياً من الحصص الغذائية التي يستهلكها الناس في أغلب دول العالم. تحتوي اللحوم على البروتينات والأحماض الأمينية الأساسية بالإضافة إلى المعادن والفيتامينات الضرورية لنمو أعضاء الجسم في كل من البلدان المتقدمة والنامية (Cascella et al, 2018, 1; Zheng et al, 2019, 55). وعلى الرغم من وجود قوانين وطنية ودولية مختلفة للإشراف على جودة وسلامة اللحوم ومنتجاتها، إلا أن غش اللحوم لا يزال منتشراً على مستوى العالم(Li et al, 2020, 2256).

يتضمن الغش في اللحوم: استخدام أنواع لحوم ذات قيمة تجارية منخفضة، وجود أنواع غير مُعلنة، استبدال البروتينات الحيوانية بأخرى نباتية، ووضع بطاقات بيان غير صحيحة أو مُضللة (Kitpipit et al, 2013, 33; Cheng et al, 2014, 30).

تستخدم بروتينات فول الصويا (*Glycine max*) على نطاق واسع في منتجات اللحوم وبخاصة المنتجات المستحلبة نظراً لخصائصها الوظيفية الفريدة التي تساعد على تحسين العمليات التكنولوجية المستخدمة في تصنيع منتجات اللحوم وتقليل تكاليفها كالقدرة على ربط الماء وربط الدهون والاستحلاب والميزات الحسية كالمظهر والصلابة والملمس وخصائص التقطيع (Belloque et al, 2002, 507; Criado et al, 2005, 987; Elsanhoty, 2013, 231). كما أن دمج بروتينات فول الصويا مع البروتينات الحيوانية يقلل من تكاليف الانتاج ويساعد على توفير منتجات لحوم صحية أكثر عن طريق تقليل المحتوى الكلي للدهون. إنّ إضافة البروتينات النباتية إلى المنتجات الغذائية بدون الإشارة اليها بشكل واضح في بطاقة البيان، يمكن أن يؤدي إلى الإضرار بصحة بعض المستهلكين، خاصة عندما تكون من المواد المسببة للحساسية لدى بعض الأشخاص كبروتينات فول الصويا (Castro-Rubio, et al, 2005, 220; Ulca, Balta & Senyuva, 2014, 261).

تم تطوير العديد من الطرائق للكشف عن فول الصويا في الأغذية أهمها: الطرائق المعتمدة على البروتين والطرائق المعتمدة على الدنا. إن تمسخ البروتين في ظل المعاملات الحرارية القاسية أثناء عملية تصنيع الأغذية وبخاصة منتجات اللحوم يقلل من دقة الكشف عن البروتينات من خلال التقنيات المعتمدة على البروتين، ويجعل مثل هذه التقنيات غير مناسبة للكشف عن البروتينات الحيوانية والنباتية المضافة لخلطات اللحوم المصنعة (Li et al., 2020, 2256). تستخدم الطرائق المعتمدة على الدنا تفاعل الPCR وقد أثبتت الدراسات أن هذه الطرائق أكثر حساسية وموثوقية للتحري عن الأنواع الحيوانية والنباتية الداخلة في منتجات اللحوم المصنعة (Gryson, Messens & Dewettinck, 2004, 1357; Elsanhoty, 2013, 231; Ulca, Balta & Senyuva, 2014, 261; Grohmann et al, 2019).

تهدف هذه الدراسة الى الكشف عن وجود فول الصويا في منتجات اللحوم المصنعة في السوق السورية عن طريق تضخيم مورثة اللكتين المميزة لفول الصويا (House Keeping gene) من خلال تطبيق تقنية تفاعل البوليميراز التسلسلي المحدد للنوع Species-Specific PCR.

مواد البحث وطرائقه:

مكان إجراء البحث:

تم اجراء البحث في قسم الحيويات الطبية والبيطرية في الهيئة العامة للتقانة الحيوية.

جمع العينات:

تم جمع 21 عينة بشكل عشوائي من منتجات اللحوم المصنعة والموجودة في أسواق مدينة دمشق في العام 2022 ويوضح الجدول (1). معلومات بطاقة البيان للعينات المدروسة

الجدول (1): معلومات بطاقة البيان للعينات المدروسة.

رمز العينة	العينة	معلومات بطاقة البيان
1	بسطرمة	لحم بقري، طحين القمح، خالية من لحم الخنزير ومشتقاته.
2	روستو	لحم هبرة بقري، المنتج مع مواد رابطة، خالية من لحم الخنزير ومشتقاته.
3	روستو	لحم بقر، نشاء، بروتين الصويا.
4	سلامي	لحم بقري، بروتين نباتي، خالية من لحم الخنزير ومشتقاته.
5	نقانق بقر	لحم بقر.
6	نقانق دجاج	لحم دجاج.
7	لانشون	لحم دجاج80%، نشاء القمح، بروتين الذرة المهدرج.
8	لانشون	لحم81%(بقر،حبش،دجاج)، نشاء البطاطا، دقيق الخردل.
9	لانشون	دجاج 80%، نشاء البطاطا.
10	لانشون	لحم80% (بقر ودجاج)، نشاء البطاطا، بروتين الصويا المركز.
11	لانشون	لحم80% (70%بقر، 10%دواجن)، نشاء البطاطا، بروتين الصويا، نسبة الدهن لاتقل عن 10%، نسبة البروتين 12%.
12	لانشون	لحم دجاج، نشاء، بروتين نباتي.
13	لانشون	لحم بقر ودجاج، بروتين الصويا.
14	لانشون	لحم بقر ودجاج، بروتين الصويا ، كمية لحم الدجاج أكبر من كمية لحم البقر، خالية من لحم الخنزير ومشتقاته.
15	لانشون	لحم دجاج مسحوب العظم آلياً، نشاء، بروتين الصويا، خالي من لحم الخنزير ومشتقاته.

16	لانشون	لحم دجاج منزوع العظم آلياً، بروتين الصويا، بروتين الصويا.
17	لانشون	لحم بقري ولحم دجاج، نشاء، بروتين الصويا.
18	لانشون	لحم دجاج، ماء، نشاء، بروتين نباتي.
19	هوت دوغ	70%لحم بقرو10%لحم دواجن، 10%دهن، نشاء، بروتين الصويا، 11%بروتين.
20	هوت دوغ	80%لحم دجاج، نشاء البطاطا، بروتين الحليب، محلول بروتين نباتي.
21	هوت دوغ	لحم دجاج، بروتين نباتي.

استخلاص الدنا:

أُستخدم مسحوق فول الصويا كمادة مرجعية معتمدة أوروبياً (Certified Reference Materials (CRM وهي عبارة عن مسحوق فول الصويا المجفف المحتوي على فول الصويا كشاهد إيجابي(ERM-BF410ak) (Elsanhoty, 2013, 231). تم استخلاص الدنا الكلي من العينات المدروسة باستخدام 50 ملغ من العينة وطاقم استخلاص الدنا (QIAamp Blood MiniKit) من شركة (Qiagen, Germany)، وباتباع تعليمات الشركة الصانعة الخاصة بعزل الدنا من الأنسجة مع اجراء بعض التعديلات: زيادة تركيز بروتيناز K حتى يصل الى 6 ميكروغرام/ميكروليتر، تمديد فترة الحضن بحيث أصبحت طوال الليل، ومضاعفة كمية المحلول الواقي AL (AL Buffer) المضافة (Alshaikh, 2015, 709) . تم أيضاً استخلاص الدنا من المواد المرجعية باستخدام 50 ملغ ووفق تعليمات الشركة الصانعة لطاقم عزل الدنا من الأنسجة النباتية (Wizard DNA Purification) من شركة (Promega, USA). تم قياس كمية ونوعية الحمض النووي المستخرج عن طريق جهاز المطياف الضوئي UV Spectrophotometer (Hitachi, Japan) عند طول الموجة 260 nm و 280 nm وفق (Sambrook et al, 1989). رُحلت الدنا المستخلصة كهربائياً على هلامة آغاروز1% بإضافة 1 غ آغاروز إلى 100 مل محلول منظم TBE 0.5X (45mM Tris, 45mM boric Acid, 1mM EDTA, (pH:8)) وصبغت بالايثيديوم بروميد.

تضخيم الدنا والرحلان الكهربائي:

استخدم زوج المرئسة النوعية (GM03/GM04) لتضخيم مورثة اللكتين Lectin gene المميّزة لفول الصويا (House Keeping Gene) من شركة (Eurofins genomics, Germany) للكشف عن فول الصويا وحلت

المرئسات بمحلول موقي (Tris-Cl 10mM EDTA 1mM) لتصبح بتركيز 10 ميكرومولار والجدول رقم (2). يبين تسلسل ومواصفات مرئس مورثة ليكتين المدروسة

الجدول (2): تسلسل مرئس مورثة اللكتين المدروسة والوزن الجزيئي للحزمة المتوقعة.

المرئس	المورثة المستهدفة	التسلسل	درجة حرارة التحام المرئس Tm	الوزن الجزيئي للحزمة	المرجع
GM03\GM04	Lectin gene	5`-GCC CTC TAC TCC ACC CCC ATC C -3` 5`-GCC CAT CTG CAA GCC TTT TTG TG -3`	58°C	118 bp	(Meyer et al, 1996, 339; Elsanhoty, 2013, 231)

للكشف عن فول الصويا فقد تكوّن مزيج تفاعل الـ PCR من 12.5 ميكروليترمن المزيج الرئيسي (master mix)، 3 ميكروليتر من مزيج المرئسة المسؤولة عن تضخيم مورثة اللكتين بتركيز 10 ميكرومولار و5 ميكروليتر دنا معزول بحيث تكون كمية الدنا في التفاعل 100 نانوغرام وأُكمل حجم التفاعل إلى 25 ميكروليتر حجم نهائي في ابنوب 2.0 مل ووضعه في جهاز المدور الحراري (Eppendorf, Germany) وفق برنامج الدورات الحرارية التالية: 95 °م لمدة 5 دقيقة تبعها 40 دورة حرارية (95 °م لمدة 30 ثانية، 58 °م لمدة 30ثانية، 72 °م لمدة 45 ثانية) ثم 72 °م لمدة 7 دقيقة للاستطالة النهائية.

تم الترحيل الكهربائي للدنا المستخلص على هلامة آغاروز 2% (بإضافة 2غ آغاروز إلى 100 مل محلول منظم X 0.5 TBE (45mM Tris, 45mM Boric Acid, 1mM EDTA (pH:8)) بفرق كمون 100 فولط لمدة ساعة ومن ثم التلوين بالايثيديوم بروماید.

النتائج والمناقشة:

استخلاص الدنا من العينات المدروسة:

أظهرت النتائج أن طريقة استخلاص الحمض النووي المستخدمة في هذه الدراسة باستخدام طاقم العزل من شركة كياجين الخاص بالأنسجة الحيوانية (Qiagen)، وطاقم العزل من شركة بروميغا الخاص بالأنسجة النباتية (Promega) قد سمحت بنجاح استخلاص الحمض النووي لفول الصويا القابل للتضخيم من عينات اللحوم المصنعة ومن عينات فول الصويا المجفف المرجعية (CRM)، النتائج غير موضحة بالصور. تعد كفاءة استخلاص الحمض النووي أمراً بالغ الأهمية للكشف عن مكونات العينة بالـ PCR نظراً لوجود العديد من العوامل التي تمنع تضخيم الحمض

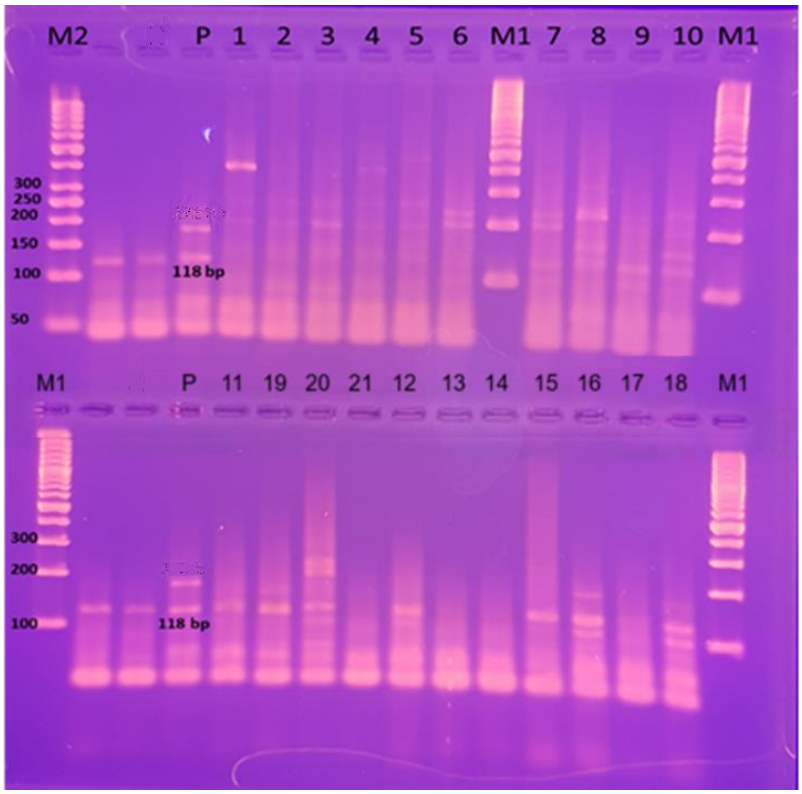
النووي في المواد الغذائية ذات المعالجات المعقدة والقاسية كمصنعات اللحوم وتشمل المعالجات الحرارية القاسية والضغط المرتفع ومعالجة الأس الهيدروجيني والمواد الكيميائية المضافة وغيرها والتي تؤدي الى تفكك الدنا مما يؤثر سلباً على تحديد هوية الأنواع الحيوانية والنباتية وحتى اكتشاف المواد المعدلة وراثياً (Hübner , Studer & Lüthy, 1999, 353; Anklam et al, 2002, 214; Moriuchi et al, 2007, 191; Xia et al, 2019; Du, Chen & Zhang, 2021, 127582).

تضخيم مورثة اللكتين والكشف عن فول الصويا:

يسمح تفاعل الـ PCR بالتضخيم الانتقائي لتسلسلات معينة من الحمض النووي في خليط من تسلسلات الحمض النووي الأخرى، وبالتالي يمكن الكشف عن مورثة اللكتين الخاصة بفول الصويا لتعطي عصابة بطول 118 bp (Meyer, 1996, 339; Forte et al., 2005, 535).

أظهرت نتائج الرحلان الكهربائي على هلامة الأغاروز 2% أن 11 عينة من أصل 21 عينة: عينات اللانشون (7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 18) وعينات الهوت دوغ (19, 20) كانت ايجابية لمورثة اللكتين نظراً لوجود الحزمة ذات الوزن الجزيئي 118 bp التي تشير الى وجود مورثة اللكتين وهذا يعني وجود فول الصويا كأحد مكوناتها ولكن 6 منها (7, 8, 9, 12, 18, 20) أشارت بطاقة البيان الخاصة بها الى وجود بروتين نباتي دون الاشارة الى وجود فول الصويا كما في الشكل رقم (1)، وهذا يخالف القواعد الغذائية التي تنص على ضرورة توضيح وجود الصويا في بطاقة البيان لأن فول الصويا يعد واحداً من مسببات الحساسية الغذائية لبعض الأشخاص حتى وإن كان وجوده بنسب ضئيلة جداً لما لذلك من عواقب صحية خطيرة (European Commission regulation, 2003; European Commission regulation, 2007, 11). كما أظهرت النتائج أن 6 عينات: بسطرمة (1)، روستو (2, 3)، سلامي (4)، نقانق(5, 6) و هوت دوغ (21)، لا تحوي فول الصويا ومتوافقة مع بطاقة البيان الخاص بها، بينما كانت 4 عينات: روستو (3) و اللانشون (13, 14, 17) لا تحوي فول الصويا وغير متوافقة مع بطاقة البيان، إذ تشير بطاقة البيان الخاصة بها إلى وجود فول الصويا كأحد مكوناتها ، وهذا يتوافق مع دراسة تمت في البرتغال عند تطبيق طرائق الـ PCR على 18 عينة سجق تجاري لمنتجات اللحوم في البرتغال حيث تم تأكيد وجود فول الصويا المعلن في 9 عينات وكذلك وجود فول الصويا في 4 عينات غير معلن عنه (Soares et al, 2010, 2581)، وفي اسبانيا أيضاً تمت دراسة استقصائية للمنتجات الغذائية الاسبانية حيث احتوت 7 منتجات من أصل 10 منتجات لحوم مختلفة على فول صويا غير مصرح عنه (Espiñeira et al, 2010, 426) كما في الشكل رقم (1).

وهذا يتوافق أيضاً مع نتائج دراسة سابقة تمت في السعودية بإجراء مسح لمنتجات اللحوم المصنعة لـ 72 عينة باستخدام تفاعل الـ PCR لتضخيم مورثة اللكتين في فول الصويا والكشف النوعي عن الكائنات المعدلة وراثياً وكانت جميع العينات ايجابية لمورثة اللكتين (Elsanhoty, 2013, 231).



الشكل (1): الرحلان الكهربائي لناتج تضخيم تفاعل Species-specific PCR لمورثة اللكتين للعينات المدروسة على هلامة آغاروز 2% (فرق الكمون 100 فولط ولمدة 90 دقيقة). P: شاهد إيجابي لفول الصويا، M1: سلم الدنا المحدد للوزن الجزيئي للدنا بفارق 100 زوج أساس، M2: سلم الدنا المحدد للوزن الجزيئي للدنا بفروق 50 زوج أساس.

ويلخص الجدول رقم (3) نتائج الكشف عن مورثة اللكتين المستهدفة في العينات المدروسة.

الجدول (3): نتائج تحليل المواد المعدلة وراثياً في منتجات اللحوم اعتماداً على PCR:

نوع العينة	عدد العينات	مورثة اللكتين
بسطرمة	1	X
روستو	2	X
سلامي	1	X
نقانق	2	X
لانشون	12	9
هوت دوغ	3	2

يشير وجود فول الصويا غير معلن عنها في بطاقة بيان الأغذية الى الحاجة الى مراقبة أصالة الأغذية. وفي الحالات التي لا يكون من المجدي عملياً منع الوجود العارض لمواد غير مرغوبة على الرغم من الالتزام بأعلى معايير الإنتاج،

فمن المستحسن للمصنعين وضع علامات احترازية على بطاقة البيان (Ashrafi-Dehkordi, Mazloomi and Hemmati, 2021, 51).

الاستنتاجات:

كانت عينات البسطرمة (1)، الروستو (2)، السلامي (4)، النقانق (5، 6)، اللانشون (10، 11، 15، 16، 19) والهوت دوغ (21) مطابقة لبطاقة البيان الخاصة بها، بينما كانت عينات الروستو (3) واللانشون (13، 14، 17) غير مطابقة لبطاقة البيان الخاصة بها من حيث وجود أو غياب فول الصويا.

ان الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة قادرة وبكفاءة عالية على الكشف عن فول الصويا في مصنعات اللحوم وهي طريقة سريعة وحساسة وذات تكلفة منخفضة نسبياً.

المراجع:

Alshaikh, B., Sumainah, G., & Rahmo, A. (2015). Meat Species Identification using Molecular Methods. Advances in Environmental. Biology, 5, 709-715.

Anklam, E., Gadani, F., Heinze, P., Pijnenburg, H., & Van Den Eede, G. (2002). Analytical methods for detection and determination of genetically modified organisms in agricultural crops and plant-derived food products. European Food Research and Technology, 214, 3-26.

Ashrafi-Dehkordi, E., Mazloomi, S. M., & Hemmati, F. (2021). A comparison of DNA extraction methods and PCR-based detection of GMO in textured soy protein. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 16, 51-57.

Belloque, J., Garcia, M. C., Torre, M., & Marina, M. L. (2002). Analysis of soyabean proteins in meat products: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(5), 507-532.

Cascella, M., Bimonte, S., Barbieri, A., Del Vecchio, V., Caliendo, D., Schiavone, V., & Cuomo, A. (2018). Dissecting the mechanisms and molecules underlying the potential carcinogenicity of red and processed meat in colorectal cancer (CRC): an overview on the current state of knowledge. *Infectious agents and cancer*, *13*, 1-8.

Castro-Rubio, F., Garcia, M. C., Rodriguez, R., & Marina, M. L. (2005). Simple and inexpensive method for the reliable determination of additions of soybean proteins in heat-processed meat products: An alternative to the AOAC official method. Journal of Agricultural Food Chemistry, 53, 220–226.

Cheng, X., He, W., Huang, F., Huang, M., & Zhou, G. (2014). Multiplex real-time PCR for the identification and quantification of DNA from duck, pig and chicken in Chinese blood curds. Food Research International, 60, 30-37.

Criado, M., Castro-Rubio, F., García-Ruiz, C., García, M. C., & Marina, M. L. (2005). Detection and quantitation of additions of soybean proteins in cured-meat products by perfusion reversed-phase high-performance liquid chromatography. Journal of separation science, 28(9-10), 987-995.

Du, Y., Chen, F., Bu, G., & Zhang, L. (2021). Distribution and degradation of DNA from non-genetically and genetically modified soybean (Roundup Ready): Impact of soybean protein concentrate and soybean protein isolate preparation. Food Chemistry, 335, 127582.

Elsanhoty, R. M. (2013). Genetically modified Roundup Ready soybean in processed meat products in the Kingdom of Saudi Arabia. Annals of Agricultural Sciences, 58(2), 231-237.

Espiñeira, M., Herrero, B., Vieites, J. M., & Santaclara, F. J. (2010). Validation of end-point and real-time PCR methods for the rapid detection of soy allergen in processed products. Food Additives and Contaminants, 27(4), 426-432

European Commission regulation, 2003. (EC) No 50/200 of the European Council on the Labelling of Foodstuffs and Food Ingredients Containing Additives and Flavourings that have been Genetically Modified or have been Produced from Genetically Modified Organisms. Official Journal of European Union.

European Commission regulation, 2007. Directive 2007/68/EC amending Annex IIIa to Directive 2000/13/EC as regards certain food ingredients. Off J EU. L 310:11–14.

Forte, V. T., Di Pinto, A., Martino, C., Tantillo, G. M., Grasso, G., & Schena, F. P. (2005). A general multiplex-PCR assay for the general detection of genetically modified soya and maize. Food Control, 16(6), 535-539.

Grohmann, L., Keilwagen, J., Duensing, N., Dagand, E., Hartung, F., Wilhelm, R., & Sprink, T. (2019). Detection and identification of genome editing in plants: challenges and opportunities. Frontiers in Plant Science, 10, 433978.

Gryson, N., Messens, K., & Dewettinck, K. (2004). Evaluation and optimisation of five different extraction methods for soy DNA in chocolate and biscuits. Extraction of DNA as a first step in GMO analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(11), 1357-1363.

Hübner, P., Studer, E., & Lüthy, J. (1999). Quantitative competitive PCR for the detection of genetically modified organisms in food. Food control, 10(6), 353-358.

Kitpipit, T., Sittichan, K., & Thanakiatkrai, P. (2013). Are these food products fraudulent? Rapid and novel triplex-direct PCR assay for meat identification. Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 4(1), e33-e34.

Li, Y. C., Liu, S. Y., Meng, F. B., Liu, D. Y., Zhang, Y., Wang, W., & Zhang, J. M. (2020). Comparative review and the recent progress in detection technologies of meat product adulteration. Comprehensive Reviews in Food science and Food safety, 19(4), 2256-2296.

Meyer, R., Chardonnens, F., Hübner, P., & Lüthy, J. (1996). Polymerase chain reaction (PCR) in the quality and safety assurance of food: detection of soya in processed meat products. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 203, 339-344.

Moriuchi, R., Monma, K., Sagi, N., Uno, N., & Kamata, K. (2007). Applicability of quantitative PCR to soy processed foods containing Roundup Ready Soy. Food Control, 18(3), 191-195.

Sambrook, J., Fritch, E. F. and T. Mantiatus, 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 2nd. Cold Spring Habor Laboratory Press, New York.

Soares, S., Mafra, I., Amaral, J. S., & Oliveira, M. B. P. (2010). A PCR assay to detect trace amounts of soybean in meat sausages. International journal of food science & technology, 45(12), 2581-2588.

Ulca, P., Balta, H., & Senyuva, H. Z. (2014). A survey of the use of soy in processed Turkish meat products and detection of genetic modification. Food Additives & Contaminants: Part B, 7(4), 261-266.

Xia, Y., Chen, F., Du, Y., Liu, C., Bu, G., Xin, Y., & Liu, B. (2019). A modified SDS-based DNA extraction method from raw soybean. Bioscience reports, 39(2), BSR20182271.

Zheng, X., Li, Y., Wei, W., & Peng, Y. (2019). Detection of adulteration with duck meat in minced lamb meat by using visible near-infrared hyperspectral imaging. *Meat Science*, 149, 55–62.