JWPU
Journal of Al-Wataniya Private University
ISSN: 3105-2150

Volume (3) Number (2)
Available at: https://wpu.edu.sy/wpuj/index.php/wpuh/en

In Vitro Evaluation of the Anti-Inflammatory Activity of *Capparis* Spinosa Using Protein Denaturation Inhibition Method

Dr. Mohammd Firas Mannaa [1,*], Nour Ashesh [1], Eman Alfatwa [1], Esraa Almustafa [1], Batoul Bakkar [1], Hala Alshab [1]

ABSTRACT

In traditional medicine, many natural plant-derived compounds have been used for centuries to inhibit inflammatory pathways, often causing fewer side effects than synthetic drugs. Capparis spinosa has been traditionally used to treat various ailments; however, scientific studies on its pharmacological efficacy are limited.

This study aims to assess the in vitro anti-inflammatory activity of *C.spinosa* using the albumin denaturation inhibition method. Bioactive compounds were extracted from (flowers, roots, fruits, leaves, and seeds) using methanol. Extracts at different concentrations were tested for their ability to inhibit egg albumin denaturation. Diclofenac sodium, a non-steroidal anti-inflammatory drug, served as the positive control. The anti-inflammatory effect was evaluated by calculating the percentage inhibition of protein denaturation.

The results showed a concentration-dependent increase in inhibition. Notably, the flower and root extracts exhibited significantly higher anti-inflammatory activity compared to other plant parts. Moreover, the flower extract demonstrated a markedly greater inhibition rate than the positive control.

KEYWORDS: Methanol, Albumin Denaturation, Anti-Inflammatory Activity, Capparis Spinosa.

Submitted on May 15, 2025; Revised on May 29, 2025; Accepted on June 19, 2025.
© 2025 Al-Wataniya Private University. This work is licensed under the Creative Commons Attribution–NonCommercial–NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license.

1 Faculty of Pharmacy, Al-Wataniya Private University, Hama, Syria.

* Corresponding author. E-mail address: Firas.mana@wpu.edu.sy

تقييم النشاط المضاد للالتهاب مخبرياً لنبات Capparis Spinosa باستخدام طريقة تثبيط تمسخ البروتين

د.محمد فراس منّاع، نور عشيش، ايمان الفتوى، اسراء المصطفى، بتول بكار، حلا الشب

الملخّص

في الطب الشعبي، تستخدم العديد من المركبات النباتية الطبيعية منذ قرون لتثبيط المسارات الالتهابية، مع آثار جانبية أقل مقارنة بالأدوية الكيميائية .يستخدم نبات *Capparis spinosa* لعلاج العديد من الأمراض. مع ذلك، مازالت الأبحاث العلمية لتقييم الفعالية الدوائية لهذا النبات محدودة.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الفعالية المضادة للالتهاب لنبات القبار مخبرياً باستخدام طريقة تثبيط تمسخ الألبومين. تم استخلاص المواد الفعالة من أجزاء نبات القبار (أزهار، جذور، ثمار، أوراق، بذور) باستخدام الميثانول. تم تحضير خلاصات بتراكيز مختلفة واختبار فعاليتها المضادة للالتهاب باستخدام ألبومين البيض كمادة بروتينية كما استخدم ديكلوفيناك الصوديوم وهو أحد مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية كشاهد إيجابي، تم تقييم الفعالية من خلال حساب النسبة المئوية لتثبيط تمسخ البروتين.

أظهرت النتائج أن معدل التثبيط يزداد تدريجياً مع زيادة التركيز للخلاصات النباتية، كما أظهرت خلاصة الأزهار والجذور فعالية أعلى بشكل ملحوظ مقارنة بباقي أجزاء النبات. إضافة إلى إن معدل التثبيط الناتج عن خلاصة الأزهار كان أعلى بشكل ملحوظ من الشاهد الإيجابي.

الكلمات المفتاحية: الميثانول، تمسخ الألبومين، النشاط المضاد للالتهاب، *Cappari Spinosa*.

1. مقدمة

يعدّ الالتهاب استجابة دفاعية فيزيولوجية أساسية يقوم بها الجهاز المناعي تجاه العديد من العوامل المؤذية، مثل الجراثيم والفيروسات، الجروح، الحروق أو المركبات الكيميائية السامة، ويشارك في هذه العملية عدد كبير من الوسائط الالتهابية، التي تفرز من قبل الخلايا المناعية للتخلص من العامل المسبب للأذيّة[1]، إلّا أن الاستجابة الالتهابية غير المضبوطة قد تؤدي إلى تلف الأنسجة وحدوث الالتهاب المزمن، والذي يتطور إلى الإصابة بالعديد من الأمراض الالتهابية، مثل الأمراض القلبية الوعائية والسرطانات وأمراض المناعة الذاتية وغيرها[2].

إن الأذية النسيجية التي تحدث خلال العملية الالتهابية يكون سببها حدوث تمسخ (Denaturation) للبروتينات المتواجدة في الأنسجة، ويمكن أن يحدث هذا التمسخ داخل الخلايا أو في الحيز بين الخلوي، مما يزيد من نفاذية الأوعية الدموية ويحفّز تطور العملية الالتهابية[3].

تعتبر طريقة تثبيط تمسخ ألبومين البيض الطازج (Egg Albumin Denaturation Inhibition Assay) طريقة مخبرية حسّاسة وموثوقة لتقييم الفعالية المضادة للالتهاب للعديد من المركبات الطبيعية [5,4]. وقد أثبتت العديد من الدراسات أن بعض مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية مثل الإندوميتاسين والإيبوبروفين والديكلوفيناك قادرة على تثبيط التمسخ الحراري لبروتين الألبومين، مما يفسر فعاليتها في تثبيط العمليات الالتهابية، حيث يؤدي تثبيط تمسخ البروتين الحراري إلى تثبيط تشكّل تجمعات بروتينية صغيرة غير طبيعية تتصرف كمستضدات تحرّض العملية الالتهابية وتسبب استجابة مناعية ذاتية، كما في حالات التهاب المفاصل الرثياني وأمراض المناعة الذاتية الأخرى[6,3] . لذلك فإن تثبيط تمسخ البروتين الحراري يعد مؤشر غير مباشر على الفعالية المضادة للالتهاب، ووسيلة لتقييم فعالية المركبات التي تمتلك إمكانيات علاجية واعدة[7].

تُستخدم مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية على نطاق واسع بفضل فعاليتها المثبتة في تسكين الألم وتقليل الالتهاب، ولكن استخدامها المديد يترافق بالعديد من التأثيرات الجانبية كالنزيف الهضمي والاحتشاءات القلبية[8]. ومن هذا المنطلق، تتجه الأبحاث الحديثة نحو دراسة المركبات الطبيعية المستخلصة من النباتات كبدائل آمنة، وتعدّ المركبات الفينولية والفلافونوئيدات من أهم المكونات ذات التأثيرات البيولوجية المتعددة، بما في ذلك التأثير المضاد للالتهاب[9].

ومن بين النباتات التي أظهرت إمكانات دوائية متعددة، يبرز نبات القبار (*Capparis spinosa*) وهو شجيرة معمّرة تنتمي إلى الفصيلة Capparidaceae [10]. ويتميز نبات القبار بتركيب نباتي مميز، فهو شوكي، متساقط الأوراق، جذوره وتدية عميقة، وسوقه خشبية. أوراقه خضراء داكنة، مستديرة أو بيضوية، قاعدتها مستديرة وتنتهي بقمة تحمل شوكة صغيرة، موزعة بشكل متناوب على الساق، أما الأزهار فهي كبيرة الحجم، بيضاء مائلة إلى الوردي، عطرية، كاملة التركيب، وتتكوّن من أربع سبلات

وأربع بتلات وعدد كبير من الأسدية البنفسجية الطويلة، بالإضافة إلى قلم واحد. ثمار النبات تكون شبه كروية إلى كمثرية، خضراء زيتونية، وتتميز بنكهة خفيفة[11-13] .



الشكل (1): نبات القبار

ينمو نبات القبار في مناطق آسيا، خاصة في حوض البحر الأبيض المتوسط[14]، ويستخدم تقليدياً في الطب الشعبي لمجموعة واسعة من الأمراض الشائعة، نظراً لخصائصه المضاد للأكسدة، المضادة للالتهاب والفعالية المضادة للجراثيم والفطريات فيستخدم لخفض سكر الدم، حماية الوظيفة الكبدية، مضاد للتشنج ومدر [16,15]، ويعود ذلك لاحتوائه على مجموعة متنوعة من المركبات الكيميائية الفعالة ومن أهم هذه المركبات الأحماض الفينولية والفلافونوئيدات مثل(Rutin, Quercetin, Kaempferol)، والتي تعرف بقدرتها على كبح الجذور الحرة وتقليل الإجهاد التأكسدي، بالإضافة إلى دورها الفعال في تثبيط إنزيمات الالتهاب، مما يمنحها خصائص مضادة للالتهاب على المستوى الخلوي، كما تعمل على تقليل نفاذية الأوعية الدموية وتخفيف التهيج الموضعي[18,17].

2. هدف الدراسة

دراسة الفعالية المضادة للالتهاب مخبرياً لأجزاء مختلفة من نبات القبار (الأزهار، الجذور، الثمار، البذور، الأوراق) باستخدام طريقة تثبيط تمسخ البروتين.

3. مواد البحث وطرائقه

- **جمع النبات:**

تم جمع أجزاء نبات C. Spinosa من مناطق متفرقة في محافظتي حمص وحماة في سورية خلال عام 2024.

الجدول (1): موعد جني كل جزء من أجزاء النبات

أجزاء النبات	الجذور	الأوراق	الأزهار	الثمار	البذور
موعد الجني	آب	حزيران– تموز	حزيران	تموز	تموز

تم تجفيف النبات بالهواء بدرجة حرارة الغرفة في مكان مظلم حتى ثبات الوزن، بعد التجفيف، تم طحنه باستخدام مطحنة كهربائية للحصول على مسحوق ناعم، ثم حفظ المسحوق الناتج في وعاء محكم الإغلاق.

- **الاستخلاص:**

استخدم محل الميثانول لاستخلاص المركبات الفلافونوئيدية والفينولية من أجزاء النبات، حيث وزن 10g من مسحوق كل جزء نباتي وأضيف إليه 100ml من محلول الميثانول، ووضع المزيج في حمام الأمواج فوق الصوتية Ultrasonic bath لمدة 3 ساعات وذلك لتحسين انحلال المركبات الفعالة بالمحل، بعد ذلك جففت الخلاصات في فرن كهربائي عند درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 120 دقيقة للتخلص من الميثانول. جمعت البقية الجافة من الخلاصة في عبوات خاصة وحفظت في البراد حتى اليوم التالي لدراسة الفعالية المضادة للالتهاب.

- **الشاهد الإيجابي:**

تم استخدام ديكلوفيناك الصوديوم (مضاد التهاب غير ستيروئيدي) كشاهد مرجعي إيجابي حيث حضر عدة تراكيز (10-20-30-40-50µg/ml).

- **محلول ألبومين البيض الطازج:**

تم استخلاص ألبومين البيض الطازج من خلال فصل الصفار عن البياض وأخذ البياض في بيشر سعة 250ml ثم إضافة 100ml من الماء المقطر ببطء إلى البياض الموجود في البيشر ثم تحريك البياض في جهاز Ultrasonic bath لمدة 10دقائق. يتشكل بعدها في أسفل البيشر راسب أبيض من الغلوبولين والذي يتم التخلص منه عبر الترشيح وجمع الرشاحة في أرلنماير سعة 100ml وهي تحتوي محلول ألبومين البيض الطازج.

- **محلول وقاء الفوسفات الملحي Phosphate Saline Buffer pH=6.4 (PSB):**

تم تحضيره بمزج 10ml من محلول فوسفات أحادية الصوديوم 0.2M (حضر بوزن 0.78g من فوسفات أحادية الصوديوم في بالون معايرة سعة 25ml وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى خط العيار) و2.5ml من محلول فوسفات ثنائية الصوديوم 0.2M (حضر بوزن 1.79g من فوسفات ثنائية الصوديوم في بالون معايرة سعة 25ml وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى خط العيار) وثم إضافة 2.25g من ملح كلور الصوديوم إلى بالون معايرة سعة 25ml ثم إكمال الحجم بالماء المقطر حتى

خط العيار ثم أخذ 2.5ml من المحلول الناتج في بالون معايرة آخر سعة 25ml وإكمال الحجم بالماء المقطر حتى خط العيار.

- **الأجهزة:**

- Double-beam (UV-VIS) Spectrometer
- Ultrasonic bath
- Centrifuges
- Oven

- **طريقة العمل:**

أضيف لكل أنبوب اختبار 400µl من محلول ألبومين البيض، ثم تم إضافة 1700µl من الوقاء الفوسفاتي pH=6.4، وأخيراً أضيف 400µlمن الخلاصات الممددة بحيث تراوحت تراكيز الخلاصات بعد التمديد بين (10-50µg/ml).

حضر الشاهد السلبي في أنبوب اختبار باستبدال الخلاصة بالماء المقطر بينما استخدم ديكلوفيناك الصوديوم كشاهد إيجابي في الطريقة حيث حضر وفق تراكيز تتراوح بين (10-50µg/ml). حضن المزيج السابق بعدها في الحاضنة بحرارة 37C° لمدة 15دقيقة ثم تم تسخين المزيج في حمام مائي عند درجة حرارة 70C° لمدة حوالي 5دقائق.

بعد تبريد الأنابيب تمت قراءة امتصاصية العكارة المتشكلة عند طول الموجة 660nm بحيث كان Blank هو محلول التمديد (الوقاء الفوسفاتي). تم حساب نسبة تثبيط تمسخ الألبومين وفق العلاقة التالية:

$$\textbf{\textit{PERCENT INHIBITION}} = \frac{\textbf{\textit{Abs control} - \textbf{\textit{Abs sample}}}}{\textbf{\textit{Abs control}}} \boldsymbol{x100}$$

حيث أنّ:

Abs control: قيمة امتصاصية الشاهد السلبي.

Abs sample: الامتصاصية التي أظهرتها العينة سواء الخلاصات أو الشاهد الإيجابي(الديكلوفيناك)

- **التحليل الإحصائي:**

استخدم Microsoft Excel لإجراء اختبار ستيودينت Students't-test للتأكد من وجود فرق إحصائي هام بين النتائج المعبرة عن نسب التثبيط التي حققتها الخلاصات النباتية والنتائج المعبرة عن نسب التثبيط التي حققها كل تركيز مماثل من الشاهد الإيجابي (الديكلوفيناك)، بالإضافة إلى استخدام تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) لدراسة الفروق داخل كل خلاصة وفق التراكيز المختلفة.

تم الاعتماد على قيم P في تحديد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بحيث إذا كانت قيمة Pأكبر من 0.05 فهذا يعني عدم وجود فرق إحصائي هام، أما إذا كانت قيمة P أصغر من 0.05 فهي تشير لوجود فرق إحصائي هام.

4. النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج الدراسة الحالية فعالية ملحوظة لنبات *Capparis spinosa* في تثبيط تمسخ ألبومين البيض، كمؤشر على الفعالية المضادة للالتهاب. سجلت خلاصة الأزهار أعلى نسبة تثبيط حيث بلغت 32.46% عند التركيز الأعلى، متجاوزة بذلك الشاهد الإيجابي (الديكلوفيناك24.47%). كما أظهرت خلاصة الجذور فعالية مقاربة (24.78%)، فيما أبدت خلاصة البذور فعالية متوسطة، وسُجلت أدنى الفعاليات في خلاصتي الثمار والأوراق، كما هو مبين في الجدول (2).

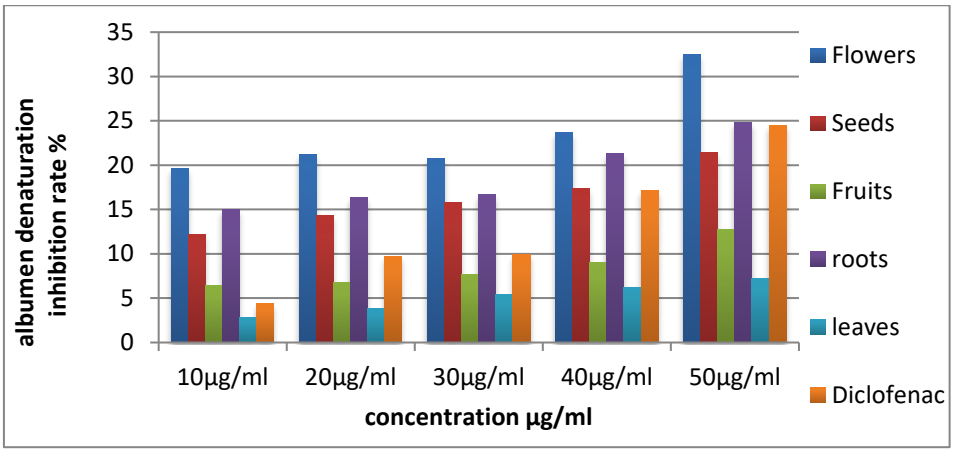
الجدول (2): النسبة المئوية لتثبيط تمسخ البروتين

Concentration	Diclofenac	Leaves	Roots	Fruits	Seeds	Flowers
10µg/ml	4.35	2.85	15.01*	6.4	12.22	19.63*
20µg/ml	9.71	3.8	16.33*	6.68	14.35	21.22*
30µg/ml	9.88	5.4	16.67	7.65	15.75	20.76*
40µg/ml	17.12	6.24	21.32	8.99	17.33	23.66
50µg/ml	24.47	7.22	24.78	12.8	21.4	32.46
T-test	*فرق دال إحصائياً بين الخلاصة والشاهد					
Anova one way	P=0.34	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05

عند المقارنة بين فعالية كل جزء نباتي مع الشاهد الإيجابي، أظهرت خلاصة الأزهار فروقاً ذات دلالة إحصائية ($P< 0.05$) في التراكيز المنخفضة (10-20-30 µg/ml)، مما يشير إلى احتواء الأزهار على مركبات نشطة بفعالية واضحة تؤثر عند التراكيز المنخفضة.

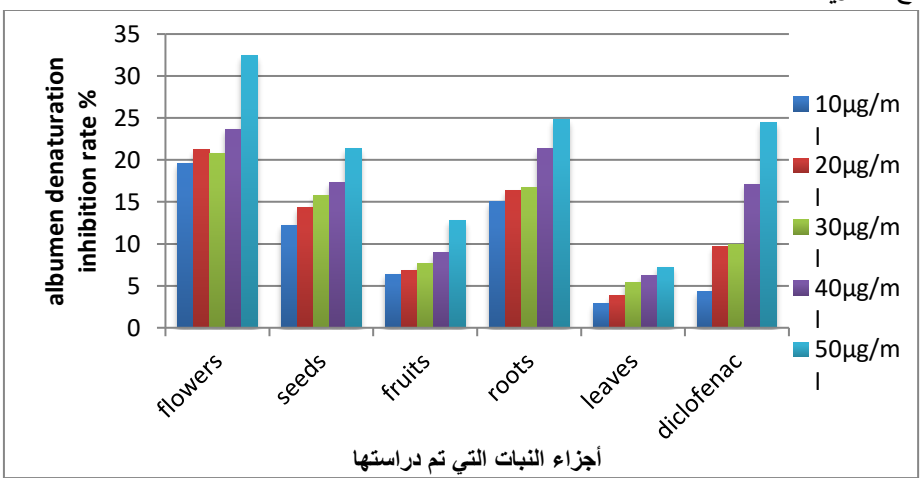
كما أظهرت خلاصة الجذور فروقاً معنوية ($P< 0.05$) عند التراكيز (10-20 µg/ml)، إلا أن هذه الفروق فقدت دلالتها الإحصائية في التراكيز الأعلى، وهو ما قد يشير إلى وجود عتبة تركيز لا تزداد الفعالية بعدها بشكل متناسب.

في المقابل، لم تظهر خلاصات البذور والثمار والأوراق فروقاً معنوية مقارنة بالديكلوفيناك عند أي تركيز ($p> 0.05$)، رغم الزيادة التدريجية في نسبة التثبيط مع ازدياد التركيز كما هو موضح في الشكل (2).



الشكل (2): تغير نسبة تثبيط تمسخ البروتين مع تغير الخلاصات

أظهرت الخلاصات النباتية جميعها باستثناء الديكلوفيناك زيادة تدريجية في معدل تثبيط تمسخ البروتين مع ارتفاع التركيز كما هو موضح في الشكل (2)، وهو ما يعكس استجابة حيوية تعتمد على التركيز. ويعزز هذا السلوك إمكانية استخدام هذه الخلاصات بجرعات مدروسة لتحقيق تأثير علاجي فعّال، ويرتبط ذلك بالبنية الكيميائية المعقدة للخلاصات النباتية. بالمقابل، أظهر الديكلوفيناك ثباتاً نسبياً في فعاليته ضمن مجال التراكيز المدروسة، وربما يُعزى ذلك إلى آلية تأثيره المباشر أو بلوغ حد الإشباع للمواقع الحيوية المستهدفة.



الشكل (3): تغير نسبة تثبيط تمسخ البروتين مع تغير التراكيز

تشير النتائج إجمالاً إلى أن الأزهار والجذور تعد من أكثر الأجزاء في نبات فعالية، وقد يصل تأثيرهما أو يتجاوز تأثير الديكلوفيناك عند التراكيز المرتفعة. كما يظهر التباين في الفعالية بين أجزاء النبات المختلفة وجود اختلافات في تراكيز ونوع المركبات الفعالة بيولوجياً. تعزى هذه الفعالية المضادة للالتهاب إلى وجود مركبات فعالة مثل الفلافونوئيدات، البوليفينولات، الأحماض الفينولية، التربينات، القلويدات والتي أشارت إليها دراسات سابقة بوصفها مكونات ذات فعالية مرتفعة في تثبيط المسارات الالتهابية [19].

تتوافق هذه النتائج مع دراسة سابقة للباحثة (Nassima Kernouf)، والتي بينت أن الأعطاء الفموي لخلاصة القبار الميثانولية للجرذان أدى إلى انخفاض ملحوظ في وذمة القدم الناتجة عن الكاراجينان، متجاوزاً تأثير الإندوميثاسين المستخدم كدواء مرجعي[19] .

كما أجريت دراسة في ماليزيا على نبات *Barringtonia racemosa* باستخدام طريقة تثبيط تمسخ الألبومين، حيث حققت خلاصة الأزهار أعلى نسبة تثبيط تلتها خلاصة البذور، الأوراق، ثم القشور، مما يدل على التشابه في اختلاف الفعالية باختلاف الأجزاء النباتية[20] .

وفي دراسة أخرى، توصل الباحث (Sharmila Dharmadeva) وزملاؤه إلى أن الخلاصة المائية لقشور *Ficus racemosa* أظهرت زيادة تدريجية في معدل التثبيط مع ازدياد التركيز، وتجاوزت فعالية الإيبوبرفين المستخدم كمرجع دوائي في التجربة[4] .

بناءً على ما سبق، فإن نتائج هذه الدراسة تدعم الاستخدام التقليدي لنبات *Capparis spinosa* في معالجة الحالات الالتهابية، وتُبرز إمكان تطويره كمصدر طبيعي واعد لمركبات ذات خصائص مضادة للالتهاب.

5. الاستنتاج

تشير النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث إلى أن نبات *Capparis spinosa* يظهر فعالية واعدة كمضاد للالتهاب، وذلك وفق طريقة تثبيط تمسخ ألبومين البيض، والتي تعد من الطرق البسيطة والاقتصادية لتقييم النشاط المضاد للالتهاب للنباتات الطبية. وقد أظهرت خلاصة الأزهار أعلى نشاط بيولوجي مقارنة ببقية أجزاء النبات، متفوقة بشكل ملحوظ على الدواء المرجعي (ديكلوفيناك)، مما يعزز من إمكانية استخدامه كمصدر طبيعي بديل للعلاجات التقليدية المضادة للالتهاب.

6. التوصيات

يوصى بإجراء المزيد من الدراسات التكميلية، سواء داخل الجسم الحي (in vivo) مثل اختبار وذمة قدم الجرذ المحفزة، أو خارج الجسم (in vitro) مثل اختبار تثبيت الغشاء للكريات الحمر، لتأكيد وتوثيق

الفعالية المضادة للالتهاب لنبات القبار بشكل أوسع واستخدامه في التطبيقات الصيدلانية أو السريرية مستقبلاً.

المراجع

[1] P. B. Soeters, R. R. Wolfe, and A. Shenkin, "Hypoalbuminemia: Pathogenesis and clinical significance," *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, vol. 43, no. 2, pp. 181–193, 2019, doi: 10.1002/jpen.1451.

[2] V. Fattori, F. A. Amaral, and W. A. Verri, Jr., "Neutrophils and arthritis: Role in disease and pharmacological perspectives," *Pharmacological Research*, vol. 112, pp. 84–98, 2016, doi: 10.1016/j.phrs.2016.01.027.

[3] X. Yang, Z. Mao, Y. Huang, H. Yan, Q. Yan, J. Hong, J. Fan, and J. Yao, "Reductively modified albumin attenuates DSS-induced mouse colitis through rebalancing systemic redox state," *Redox Biology*, vol. 41, Art. no. 101881, 2021, doi: 10.1016/j.redox.2021.101881.

[4] S. Dharmadeva, L. S. Galgamuwa, C. Prasadinie, and N. Kumarasinghe, "In vitro anti-inflammatory activity of *Ficus racemosa* L. bark using albumin denaturation method," *AYU*, vol. 39, no. 4, pp. 239–242, 2018, doi: 10.4103/ayu.AYU_27_18.

[5] R. O. Williams, "Collagen-induced arthritis as a model for rheumatoid arthritis," *Methods in Molecular Medicine*, vol. 98, pp. 207–216, 2004, doi: 10.1385/1-59259-771-8:207.

[6] K. D. P. P. Gunathilake, K. K. D. S. Ranaweera, and H. P. V. Rupasinghe, "In vitro anti-inflammatory properties of selected green leafy vegetables," *Biomedicines*, vol. 6, no. 4, Art. no. 107, 2018, doi: 10.3390/biomedicines6040107.

[7] Y. Mizushima and M. Kobayashi, "Interaction of anti-inflammatory drugs with serum proteins, especially with some biologically active proteins," *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol. 20, no. 3, pp. 169–173, 1968, doi: 10.1111/j.2042-7158.1968.tb09718.x.

[8] H. Süleyman, B. Demircan, and Y. Karagöz, "Anti-inflammatory and side effects of cyclooxygenase inhibitors," *Pharmacological Reports*, vol. 59, no. 3, pp. 247–258, 2007.

[9] L. Chen et al., "Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs," *Oncotarget*, vol. 9, no. 6, pp. 7204–7218, 2018, doi: 10.18632/oncotarget.23208.

[10] Z. Ölmez, Z. Yahyaoğlu, and A. Ö. Üçler, "Effects of H_2SO_4, KNO_3 and GA_3 treatments on germination of caper (*Capparis ovata* Desf.) seeds," *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 7, no. 6, pp. 879–882, 2004, doi: 10.3923/pjbs.2004.879.882.

[11] D. G. Kontaxis, "Caper," in *Specialty and Minor Crops Handbook*, Pub. 3346. Oakland, CA, USA: The Small Farm Center, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1997.

[12] J. E. Simon, A. F. Chadwick, and L. E. Craker, *Herbs: An Indexed Bibliography, 1971–1980: The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone*. Hamden, CT, USA: Archon Books, 1984.

[13] N. Tlili, A. Feriani, E. Saadoui, N. Nasri, and A. Khaldi, "*Capparis spinosa* leaves extract: Source of bioantioxidants with nephroprotective and hepatoprotective effects," *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 87, pp. 171–179, 2017, doi: 10.1016/j.biopha.2016.12.052.

[14] R. Rahnavard and N. Razavi, "A review on the medical effects of *Capparis spinosa* L.," *Future Natural Products*, vol. 3, no. 1, pp. 44–53, 2017.

[15] G. A. Aiad et al., "Extracted chemical compounds from *Capparis spinosa* leaves and their antibacterial activity on pathogenic bacteria," *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, vol. 11, no. 2, pp. 603–608, 2019.

[16] A. S. Alqahtani et al., "In vitro protective and anti-inflammatory effects of *Capparis spinosa* and its flavonoids profile," *Open Chemistry*, vol. 21, no. 1, Art. no. 20230186, 2023, doi: 10.1515/chem-2023-0186.

[17] A. Wojdyło, P. Nowicka, and M. Teleszko, "Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry cloudy juices at different storage temperature," *Processes*, vol. 7, no. 6, Art. no. 367, 2019, doi: 10.3390/pr7060367.

[18] J. Dai and R. J. Mumper, "Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties," *Molecules*, vol. 15, no. 10, pp. 7313–7352, 2010, doi: 10.3390/molecules15107313.

[19] N. Kernouf, H. Bouriche, S. Kada, D. Messaoudi, A. M. Assaf, and A. Senator, "Anti-inflammatory and immuno-modulatory effects of *Capparis spinosa* flower bud extract," *Annual Research & Review in Biology*, vol. 25, no. 3, pp. 1–11, 2018, doi: 10.9734/ARRB/2018/40189.

[20] N. I. Osman, N. J. Sidik, A. Awal, N. A. M. Adam, and N. I. Rezali, "In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis," *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, vol. 5, no. 4, pp. 343–349, 2016, doi: 10.5455/jice.20160731025522.