المجلة العراقية للبحوث الإنسانية والإجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN 2790-1254
العـــدد 17S حزيران 2025
No.17S JUNE 2025

# أسرار الحماية الخضراء: دراسة توضيحية لعدم إصابة النباتات بالسرطان مثل الإنسان

م. م. مالك محمد حسن الركابي
Malik Muhammad Hasan al-Rikabi
phd.malik80@gmail.com
Mobile; 07740810774
الكلية التربوية المفتوحة – مركز واسط الدراسي – قسم العلوم

**ملخص البحث**

في هذا البحث تم التطرق إلى الفروق الجوهرية بين الإنسان والنبات في ما يتعلق بالإصابة بالسرطان. يبدأ البحث بتوضيح ماهية السرطان عند البشر، وهو خلل في الانقسام الخلوي يؤدي إلى نمو خلايا غير منضبطة تُكوّن أورامًا، بعضها خبيث ومميت. تُسبب هذه الخلايا السرطانية خللاً في وظائف الأعضاء، ويمكن أن تنتقل إلى أجزاء أخرى من الجسم فيما يعرف بـ"الانتقال السرطاني." لكن في المقابل، النباتات لا تُصاب بالسرطان كما في الإنسان رغم امتلاكها خلايا تنقسم وتنمو. يعود ذلك إلى عدة أسباب بيولوجية وهيكلية، أبرزها:1. التركيب الخلوي للنباتات: تمتلك النباتات جدرانًا خلوية صلبة من السيليلوز تمنع الخلايا من التمدد أو الغزو العشوائي للأنسجة، على عكس خلايا الإنسان المرنة والمعرضة للطفرات. 2. آلية الانقسام المنضبط: يتم الانقسام الخلوي في النباتات في أماكن محددة مثل القمم النامية، ويتم التحكم فيه بدقة، مما يقلل احتمالية الانقسام الفوضوي. 3. الدفاع المناعي الذاتي: للنباتات جهاز مناعي فطري يتعرف على مسببات الأمراض من خلال مستقبلات خاصة، ويطلق استجابات كيميائية مثل إنتاج مواد سامة أو تعزيز الجدران الخلوية، وأحيانًا تموت الخلايا المصابة ذاتيًا لمنع انتشار العدوى.4. الدفاع الكيميائي: تنتج النباتات مركبات طبيعية مضادة مثل الفينولات والألكالويدات والزيوت الطيارة، تعمل كخط دفاع ضد الميكروبات والحشرات. 5.الذاكرة المناعية: تمتلك النباتات نوعًا من "الذاكرة" يجعلها أكثر استعدادًا للهجمات المتكررة، كما يمكنها عزل الخلايا التالفة دون أن تؤثر على بقية الأنسجة. خلاصة القول، تكمن "أسرار الحماية الخضراء" في أن النباتات قد طورت آليات بيولوجية فعالة تمنعها من الإصابة بالسرطان بشكل يشبه الإنسان. فهم هذه الآليات قد يفتح آفاقًا جديدة في أبحاث الطب البشري، ويوفر أفكارًا مبتكرة في الوقاية من السرطان وعلاجه.

**الكلمات المفتاحية**: التركيب الخلوي للنباتات، الانقسام المنضبط للخلية، حماية الغشاء الخلوي، الذاكرة المناعية، الدفاع الكيمائي.

# Secrets of Green Protection: An Illustrative Study of Plants' Cancer-Freeness Like Humans

A.L. Malik Muhammad Hasan al-Rikabi
Phd.malik80@gmail.com
Mobile: 07740810774
Open College of Education - Wasit Study Center - Department of Sciences

**Abstract**

This research addresses the fundamental differences between humans and plants with regard to cancer. It begins by clarifying the nature of cancer in humans: a defect in cell division that leads to the uncontrolled growth of cells that form tumors, some of which are malignant and fatal. These cancerous cells disrupt organ function and can spread to other parts of the body, known as metastasis. In

contrast, plants, unlike humans, do not develop cancer, despite having cells that divide and grow. This is due to several biological and structural reasons, most notably:1. The cellular structure of plants: Plants have rigid cellulose cell walls that prevent cells from expanding or randomly invading tissues, unlike human cells, which are flexible and prone to mutation.2. The mechanism of controlled division: Cell division in plants occurs in specific locations, such as the growing tips, and is precisely controlled, reducing the likelihood of chaotic division.3. Innate Immune Defense: Plants have an innate immune system that recognizes pathogens through specific receptors and triggers chemical responses such as the production of toxins or the strengthening of cell walls. Sometimes, infected cells self-destruct to prevent the spread of infection.4. Chemical Defense: Plants produce natural antimicrobial compounds such as phenols, alkaloids, and volatile oils, which act as a defense against microbes and insects.5. Immune Memory: Plants possess a type of "memory" that makes them more resilient to repeated attacks. They can isolate damaged cells without affecting other tissues.In short, the "secrets of green defense" lie in the fact that plants have evolved effective biological mechanisms that prevent them from developing cancer, similar to humans. Understanding these mechanisms may open new avenues in human medical research and provide innovative ideas in cancer prevention and treatment.

**Keywords:** Cellular structure of plants, controlled cell division, cell membrane protection, immune memory, chemical defense.

**المقدمة**

في عالم الكائنات الحية، يُعد السرطان من أكثر الأمراض خطورةً وتأثيرًا على الإنسان. فالسرطان ليس مرضًا واحدًا بل هو مجموعة من الأمراض التي تتسبب في انقسام الخلايا بشكل غير طبيعي وخروجها عن السيطرة، مما يؤدي إلى تكوين أورام قد تكون قاتلة. لطالما كان هذا المرض موضع اهتمام علمي وطبي كبير بسبب تأثيره الواسع على صحة الإنسان وجودة حياته.

في المقابل، نجد أن النباتات، رغم أنها أيضًا كائنات حية معقدة، لا تُصاب بالسرطان كما هو الحال في الإنسان أو الحيوانات. هذا التباين يطرح تساؤلًا عميقًا: لماذا لا تصاب النباتات بالسرطان؟ هل تملك النباتات آليات وقائية طبيعية تمنعها من تكوّن الأورام الخبيثة؟ وهل يمكن الاستفادة من هذه الآليات في فهم أفضل للسرطان عند الإنسان وربما تطوير وسائل علاجية جديدة؟[1].

عند النظر إلى تركيب الكائنات الحية، نجد أن جسم الإنسان يتكوّن من أنظمة متداخلة وأعضاء معقدة مترابطة، وكل عضو مكوّن من أنسجة وخلايا تؤدي وظائف محددة. هذا التخصص في الوظائف يجعل الإنسان أكثر عرضة للتأثيرات السلبية الناتجة عن خلل في انقسام الخلايا. فعندما تفقد الخلية السيطرة على الانقسام، يمكن أن تشكّل ورمًا يُعطّل وظيفة العضو، وقد ينتقل هذا الخلل إلى أعضاء أخرى مسببًا الوفاة في كثير من الحالات.

أما النباتات، وعلى الرغم من امتلاكها خلايا وأنسجة، فإنها تختلف جوهريًا في طريقة النمو والاستجابة للضرر. فهي كائنات لا تمتلك أعضاءً محددة مثل الكبد أو الدماغ، كما أنها لا تعتمد على الدورة الدموية لنقل المواد داخلها. هذه الفروق تجعل من النباتات نموذجًا فريدًا ومختلفًا في التعامل مع الانقسامات الخلوية.

تسعى هذه الدراسة إلى الغوص في "أسرار الحماية الخضراء" التي تميز النباتات، وتوضيح الأسباب البيولوجية التي تجعل النباتات لا تُصاب بالسرطان بنفس الطريقة التي يصاب بها الإنسان. وسنحاول من خلال فصول هذا البحث المقارنة بين الإنسان والنبات من حيث بنية الخلية، وآليات التجدد، ونمط النمو، بالإضافة إلى مناقشة فرضيات علمية حول كيف يمكن للبشرية أن تستفيد من هذا التميّز النباتي في حماية الإنسان من أخطر أمراض العصر[1].

**أولًا: تعريف السرطان وطريقة تكونه عند الكائنات الحية، وخاصة الإنسان**

**ما هو السرطان؟**

السرطان هو مرض ينشأ نتيجة خلل في الانقسام الخلوي الطبيعي، حيث تبدأ بعض خلايا الجسم في الانقسام بطريقة غير منتظمة، دون توقف، وتخرج عن سيطرة الجسم. مع مرور الوقت، قد تُكوّن هذه الخلايا كتلة تُعرف باسم الورم. بعض الأورام تكون حميدة (لا تنتشر)، بينما تكون الأورام السرطانية خبيثة، أي قادرة على النمو السريع، وتدمير الأنسجة السليمة، والانتقال إلى أجزاء أخرى من الجسم، وهي العملية المعروفة بـ"الانتقال السرطاني.(Metastasis) "

**كيف تتكون الخلايا السرطانية؟**[1]

لكي نفهم تكون السرطان، نحتاج أولًا إلى فهم كيف تعمل الخلايا في الحالة الطبيعية:

1. **الانقسام الخلوي المنظم:**
في الجسم السليم، تنقسم الخلايا فقط عند الحاجة — مثلًا لتعويض الخلايا التالفة أو في أثناء النمو. هذا الانقسام يتم بتوجيه من إشارات بروتينية دقيقة.
2. **الطفرات الجينية:**
السرطان يبدأ عادة بسبب طفرات (تغيرات) في المادة الوراثية (DNA) داخل الخلية. هذه الطفرات قد تحدث نتيجة عوامل بيئية (مثل التدخين، الأشعة، الملوثات، والفيروسات) أو بسبب الاستعداد الوراثي.
3. **تعطل آلية الموت الخلوي المبرمج:(Apoptosis)**
في الظروف العادية، تموت الخلايا التالفة ذاتيًا حتى لا تضر الجسم. في الخلايا السرطانية، تتعطل هذه الآلية، وتستمر الخلية في العيش والانقسام رغم خللها.
4. **نمو الأوعية الدموية:**
الورم السرطاني قادر على تحفيز نمو أوعية دموية جديدة لتغذيته، مما يساهم في نموه السريع.
5. **فقدان التمايز الخلوي:**
الخلايا السرطانية تفقد صفاتها الوظيفية المتخصصة، وتصبح أشبه بـ"خلايا بدائية" لا تؤدي دورًا واضحًا لكنها تستهلك طاقة وتنمو بلا توقف.

**مراحل تطور السرطان عند الإنسان:** [2]

1. **مرحلة التحول:(Initiation)**
تبدأ عندما تصيب الطفرة الحمض النووي في الخلية.
2. **مرحلة الترويج:(Promotion)**
تتعرض الخلية المحوّلة لعوامل مساعدة تجعلها تنقسم أكثر فأكثر.
3. **مرحلة التقدم:(Progression)**
تبدأ الخلايا المتحوّلة في تكوين ورم واضح يمكن أن يغزو الأنسجة وينتقل إلى مناطق أخرى.

**أنواع السرطان الشائعة عند الإنسان:** [2]

- سرطان الثدي
- سرطان الرئة
- سرطان القولون والمستقيم
- سرطان الجلد
- سرطان الدم (اللوكيميا)

هذه الأنواع تختلف في أماكنها وخصائصها، لكن جميعها تشترك في السمة الأساسية :**الانقسام غير المنضبط للخلايا**.

**جدول رقم (1) الفرق بين الورم الحميد والورم الخبيث:**

| العنصر | الورم الحميد | الورم الخبيث (السرطان) |
|---|---|---|
| النمو | بطيء | سريع جدًا |
| الانتشار | لا ينتشر | ينتشر إلى أجزاء أخرى من الجسم |
| شكل الخلايا | شبيه بالخلايا الطبيعية | خلايا مشوهة وغير منظمة |
| التأثير | عادة لا يشكل خطرًا كبيرًا | قد يكون مميتًا إن لم يُعالج |

**ثانيًا: النباتات ككائنات حية غير متحركة – كيف تتعامل مع الأخطار؟ وكيف تحمي نفسها؟**

رغم أن النباتات لا تتحرك أو تهرب من الأخطار كما تفعل الحيوانات أو الإنسان، إلا أنها تمتلك **أنظمة دفاعية مذهلة وفعالة** تجعلها قادرة على البقاء والتأقلم في بيئات مختلفة، ومواجهة الفيروسات، البكتيريا، الحشرات، وحتى الظروف البيئية القاسية. [2]

1. **جهاز المناعة النباتي – دفاع داخلي ذكي**

بعكس الإنسان الذي لديه جهاز مناعي متكامل مع خلايا دم بيضاء وأجسام مضادة، النباتات تستخدم **جهاز مناعي فطري** يعتمد على مجموعة من الآليات الكيميائية والخلوية:

**●التعرف على العدو:(Pathogen Recognition)**

عندما يهاجم عامل ممرض (مثل فطر أو فيروس)، تتعرف النباتات عليه من خلال مستقبلات خاصة على سطح خلاياها تُسمى .**PRRs (Pattern Recognition Receptors)**

**●إطلاق استجابة دفاعية:**

بمجرد اكتشاف العدو، تبدأ الخلية النباتية بإطلاق إشارات دفاعية مثل:

- **إنتاج مواد سامة** تمنع نمو الميكروب.
- **تعزيز جدران الخلايا** (مثلاً بإنتاج اللجنين أو الكالوز) لتمنع اختراقها.
- **موت الخلايا المحيطة بالعدوى**، وهي استراتيجية تُسمى **الاستجابة الموضعية (Hypersensitive Response)** لحرمان العدو من الغذاء والانتشار.

**2. الدفاع الكيميائي – إنتاج مركبات مضادة**

تفرز النباتات مركبات كيميائية لحماية نفسها من الميكروبات والحشرات، مثل:

- **الفينولات** :مواد مضادة للأكسدة تمنع تلف الخلايا.
- **الألكالويدات** :مثل الكافيين والنيكوتين، وهي مواد سامة للحشرات.
- **الزيوت الطيارة** :لها خصائص مطهرة وطاردة للحشرات.

وهذه المواد **تشبه "الأدوية" التي تنتجها أجسامنا** لمواجهة الأمراض، ولكن النباتات تنتجها ذاتيًا وباستمرار.

**3. الذاكرة المناعية للنبات(Systemic Acquired Resistance - SAR)**

النباتات لديها نوع من "الذاكرة المناعية". بعد تعرضها لهجوم، تحتفظ بالمعلومات وتُصبح أكثر استعدادًا للهجوم التالي، وتنقل هذه المناعة أحيانًا إلى أجزاء أخرى من نفسها.

**4. الهندسة الجينية الذاتية – حماية من الداخل**

النباتات لا تتعرض لتلف الحمض النووي بنفس الكثافة التي تحدث عند الإنسان، ويرجع ذلك إلى:

- انخفاض معدل الانقسام الخلوي في بعض الأنسجة.
- وجود آليات فعالة لإصلاح الـ DNA عند الضرورة.
- القدرة على **عزل الأنسجة المصابة** ومنع انتقال الخلل.

**5. تكيف النباتات مع البيئة:**

- **الإغلاق الذاتي للمسام** عند العواصف أو التلوث.
- **تساقط الأوراق المصابة** كوسيلة دفاعية.
- **إنتاج الأشواك**، أو **تحوّل الأوراق إلى أشكال دفاعية** ( كما في الصبار)

- **نشر إشارات كيميائية في الهواء** لتحذير النباتات المجاورة من الخطر!

**ثالثًا: الفرق الجوهري بين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية في الحماية والانقسام والسرطان**

لفهم لماذا النباتات لا تصاب بالسرطان مثل الإنسان، علينا أن نُقارن بين خلايا النبات وخلايا الإنسان (أو الحيوان) من حيث: [3]

1. **جدار الخلية الصلب – درع حماية طبيعي**

- في النبات: الخلايا محاطة **بجدار خلوي صلب** مصنوع من السيليلوز، وهو يمنع الخلية من الانقسام العشوائي أو التحرك بحرية.
- في الإنسان: الخلايا ليس لها جدار، بل فقط غشاء رقيق، مما يجعلها أكثر عرضة للتحور والانقسام غير المنتظم.

□**النتيجة** :جدار الخلية يمنع الخلية النباتية من التمدد أو غزو الأنسجة الأخرى كما تفعل الخلايا السرطانية في الجسم البشري.

2. **التحكم الدقيق في الانقسام الخلوي**

- في النبات: هناك تحكم صارم في مواقع ومعدلات انقسام الخلايا، وغالبًا يكون الانقسام في مناطق معينة (مثل القمم النامية في الجذر والساق).
- في الإنسان: الانقسام يمكن أن يحدث في أماكن عديدة، ومع وجود خلل، يمكن أن ينمو الورم في أي نسيج تقريبًا.

□**النتيجة** :هذا التحكم يُقلل من فرص تحوّل الخلية النباتية إلى "ورمية."

3. **آليات إصلاح الـ DNAفي النبات قوية وفعالة**

- النباتات طورت آليات صيانة دقيقة تمنع الطفرات، ومنها:
  - إصلاح الأضرار الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية.
  - إعادة تركيب جيني دقيق عند وجود تلف.

□**النتيجة** :نُدرة تراكم الطفرات الضارة التي تُسبب السرطان.

4. **عدم وجود جهاز دموي أو جهاز لنقل الخلايا مثل الإنسان**

- في الإنسان: الدم ينقل الخلايا السرطانية إلى أنحاء الجسم) الانتقال أو.(Metastasis
- في النبات: لا توجد شبكة دموية أو ليمفاوية تنقل خلايا، بل يتم النقل ببطء داخل أنسجة متراصة.

□**النتيجة** :حتى لو حدث خلل، لا تنتشر الخلايا المريضة.

**5. موت الخلايا المبرمج(Programmed Cell Death - PCD)**

- النباتات تقوم بتدمير خلاياها المريضة فورًا دون أن تنتظر جهاز مناعي معقد، وهي تقنية تُشبه "الانتحار الخلوي"، تمنع استمرار الخطأ.
  - **النتيجة** :لا تترك فرصة للخلية المصابة لتتحول إلى ورم.

**6. الهدف البيولوجي للخلية مختلف**

- خلايا الإنسان تميل للانقسام والنمو السريع لتجديد الأنسجة.
- خلايا النبات تهتم أكثر **بالثبات والاستقرار**، وهذا ينعكس في بطء نموها وتطورها.
  - **النتيجة** :قلة النشاط الانقسامي تعني قلة فرص حدوث سرطان.

**رابعًا: هل يمكن أن تصاب النباتات بالسرطان؟ ومتى؟ (أمثلة نادرة وتوضيحات)**

رغم أن النباتات نادرًا ما تصاب بما يشبه **السرطان الحقيقي** كما هو معروف عند الإنسان، إلا أن هناك بعض **الحالات الفريدة** التي يمكن اعتبارها قريبة أو موازية لتكون "أورامًا نباتية"، ولكن مع **اختلافات جوهرية** في السلوك والتأثير. [4]

❖ **ما الفرق بين الورم في النبات والسرطان في الإنسان؟**

**جدول رقم (2) الفرق بين الورم في النبات والسرطان في الإنسان**

| الخاصية | النبات | الإنسان |
|---|---|---|
| الحماية الخارجية | جدار خلوي صلب يمنع الانتشار | غشاء خلوي يسمح بالحركة |
| انتشار الورم(Metastasis) | لا يحدث | شائع ويمكن أن يصل لأعضاء أخرى |
| سرعة الانقسام | بطيئة | سريعة ومفرطة في السرطان |
| تهديد الحياة | نادرًا ما يشكل تهديدًا | قد يكون قاتلًا |
| طريقة التعامل | قتل الخلية أو عزلها | تدخل طبي وجراحي وكيميائي |

❖ **أمثلة نادرة على أورام شبيهة بالسرطان في النباتات**[4]

**1. مرض التاج الورمي(Crown Gall Disease)**
**السبب:**

- بكتيريا تُسمى *Agrobacterium tumefaciens* تدخل إلى نسيج النبات من خلال جرح.

**ماذا يحدث؟**

- تقوم هذه البكتيريا بإدخال جزء من حمضها النووي (T-DNA) إلى خلايا النبات.
- هذا الحمض النووي "يخدع" الخلية النباتية لتنتج هرمونات نمو بكميات هائلة.
- النتيجة :**تشكل ورم كبير (Gall)** في قاعدة الساق أو الجذر.

**ملاحظة:**

- لا تنتشر هذه الخلايا في بقية النبات.
- تُشبه السرطان في الشكل، لكنها **لا تتحرك أو تغزو الأنسجة**.

**2. ورم الدرنة(Tubers or Galls caused by insects/fungi)**

- بعض الحشرات أو الفطريات تُحفّز النبات لإنتاج أنسجة إضافية حول موقع الهجوم.
- الهدف من هذه الأورام :**توفير حماية للبيض أو الفطر**.
- تُعدّ شكلًا من أشكال الورم، لكنها **ناتجة عن استجابة مناعية وليس خلل جيني داخلي**.

**3. زيادة غير طبيعية في الأنسجة(Hyperplasia / Hypertrophy)**

- بعض النباتات تظهر فيها زيادة في حجم الخلايا أو عددها، خصوصًا في حالات العدوى الفيروسية أو الفطرية.
- لكن هذه الزيادة **لا تُصنّف كسرطان** لأنها لا تتسبب في موت النبات أو انتشار الخلايا بشكل خطير.

**4. الهندسة الوراثية الطبيعية**

- في حالات نادرة، يمكن أن تتغير الجينات النباتية بسبب عوامل خارجية (كيميائية أو إشعاعية)، لكن النبات **غالبًا ما يقوم بإصلاح نفسه** أو **يمنع الخلية المصابة من الانقسام**.

❖ **لماذا لا تنتشر الأورام النباتية؟**

- لأن الخلايا النباتية **لا تتحرك** بسبب وجود جدران صلبة.
- لا يوجد دم أو نظام نقل يمكن أن يُساعد على انتقال الخلية "المريضة."
- كل خلية مستقلة ومحدودة بموقعها.

**خامسًا: هل يمكن الاستفادة من أسرار النباتات في علاج أو فهم السرطان عند الإنسان؟**

من خلال فهمنا العميق للآليات الدفاعية التي تمتلكها النباتات وطرق تفاعلها مع العوامل الخارجية والداخلية، يمكننا تسليط الضوء على بعض الطرق التي قد تساهم في تحسين فهمنا للسرطان عند الإنسان. بينما يصعب نقل "أسرار الحماية الخضراء" بشكل مباشر إلى البشر، هناك الكثير من الأساليب التي قد تؤدي إلى اكتشافات جديدة تسهم في مكافحة السرطان أو حتى الوقاية منه. [5]

**1. دراسة آليات إصلاح الـ DNA في النباتات**

النباتات تمتلك آليات متقدمة للغاية لإصلاح الأضرار التي تلحق بالـDNA ، مثل تلك الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية أو التفاعلات الكيميائية. هذه الآليات تساهم في تقليل الطفرات الضارة التي يمكن أن تؤدي إلى السرطان. إذا تمكنا من فهم وتطبيق هذه الآليات في خلايا الإنسان، فقد نتمكن من تطوير علاجات جديدة تمنع تراكم الطفرات في الخلايا البشرية وتقلل من احتمالية ظهور الأورام السرطانية.

على سبيل المثال، يمكن دراسة آليات النباتات في إصلاح الـ DNA من خلال استخدام إنزيمات ومواد كيميائية تُنتجها النباتات لمساعدة الخلايا على إصلاح نفسها، واختبار إمكانية استنساخ هذه العمليات في الإنسان.

2. **استكشاف الدور الحيوي لجدار الخلية النباتية**
وجود جدار خلوي صلب في النباتات يعتبر من العوامل الرئيسية التي تمنع الخلايا النباتية من الانقسام العشوائي أو التحرك بحرية. بينما يختلف تكوين الخلايا النباتية عن خلايا الإنسان، فإن تقنيات حماية مشابهة يمكن أن تُستعمل للحد من نمو الخلايا السرطانية. ربما يمكننا استكشاف العوامل التي تقوي الجدار الخلوي في النباتات أو آليات "الحماية الجزيئية" التي تؤثر على استقرار الخلايا.

3. **الهندسة الوراثية وتقنيات تعديل الـDNA**
من خلال فهمنا لكيفية تعامل النباتات مع العوامل الممرضة والضغوط البيئية، يمكننا استخدام الهندسة الوراثية لتطوير سلالات نباتية قادرة على إنتاج مواد علاجية تؤثر في العمليات السرطانية. النباتات تنتج مركبات كيميائية فعالة مثل الفينولات، الألكالويدات، والزيوت الطيارة، والتي يمكن أن تكون مفيدة في علاج السرطان. على سبيل المثال، بعض المركبات النباتية تظهر قدرة على تثبيط نمو الأورام أو تحفيز موت الخلايا السرطانية.

4. **استخدام المركبات النباتية في العلاج الكيميائي**
العديد من النباتات تنتج مركبات لها تأثيرات مضادة للسرطان. مثلًا، تُستخدم بعض النباتات في الطب التقليدي لعلاج السرطان، وقد أثبتت بعض هذه المركبات فعالية في تقليل نمو الأورام. من خلال البحث في المركبات الكيميائية التي تفرزها النباتات، يمكننا ابتكار علاجات طبيعية تدعم الأدوية الكيميائية التقليدية. بعض الأمثلة تشمل المركبات المستخلصة من نباتات مثل "الخروع"، "اللافندر"، "الكرز البرى"، وبعض أنواع الطحالب البحرية.

5. **البحث في الذاكرة المناعية للنباتات**
النباتات، كما أشرنا سابقًا، تمتلك نوعًا من الذاكرة المناعية التي تُحسن من مقاومتها للأمراض في المستقبل. فحص كيفية استجابة النباتات للهجمات المتكررة يمكن أن يقدم لنا رؤى حول كيفية تعزيز جهاز المناعة البشري لمحاربة الخلايا السرطانية. استخدام هذه المعرفة لتطوير علاجات مناعية جديدة قد يساهم في تحسين العلاجات الحالية مثل العلاجات المناعية ضد السرطان.

6. **الدفاعات الكيميائية للنباتات كإلهام لأدوية جديدة**
التفاعل الكيميائي بين النباتات والميكروبات أو الحشرات يعزز قدرة النباتات على إنتاج مواد كيميائية مضادة. بعض هذه المواد تمثل مكملات محتملة في العلاج السرطاني، حيث تبين أن بعض المواد النباتية تعمل على تثبيط نمو الأورام بشكل فعال. استكشاف هذه المركبات وتطويرها لاستخدامها في الطب يمكن أن يقدم أفقًا جديدًا لعلاج السرطان.

7. **الاستفادة من تكامل البيئة المحيطة بالنباتات**

النباتات تتفاعل مع البيئة المحيطة بها من خلال نشر إشارات كيميائية تنبه النباتات المجاورة للأخطار. في سياق السرطان، يمكن تطوير تقنيات تستخدم هذه الإشارات للتنبؤ بتطور الورم أو لقياس استجابة الخلايا السرطانية. بالإضافة إلى ذلك، فهم كيفية تفاعل النباتات مع البيئات المتغيرة يمكن أن يساعدنا في تعزيز استجابة الجسم البشري للعلاج البيئي مثل العلاج بالتغذية أو العلاج بالأعشاب.

**العلاقة بين النباتات والسرطان:**

1. **الاستجابة الخلوية للضغط البيئي:**

الضغط البيئي يشير إلى العوامل التي تؤثر على الكائنات الحية، سواء كانت عوامل فسيولوجية أو فيزيائية، مثل التغيرات في درجة الحرارة، نقص المياه، التلوث، أو التعرض للأشعة فوق البنفسجية. النباتات، كونها كائنات ثابتة، تتعرض لضغوط بيئية متنوعة، وتُظهر استجابة خلوية معقدة تمكنها من التكيف مع هذه الظروف. هذه الاستجابات تتضمن تغييرات في النشاط الخلوي، التحولات الجينية، وتعديل الهياكل الخلوية للمساعدة في بقاء النبات. [5]

**أنواع الضغط البيئي وتأثيراته على النباتات:**

1. **الضغط الناجم عن الجفاف:**
   - **التفاعل الخلوي :**عندما تتعرض النباتات للجفاف، تبدأ الخلايا النباتية في إغلاق الثغور لمنع فقدان الماء، مما يؤدي إلى تقليل التبادل الغازي، وهذا يؤثر على عملية التمثيل الضوئي.
   - **الاستجابة البيوكيميائية :**تقوم النباتات بزيادة إنتاج المواد التي تساعد على حفظ الماء مثل البروتينات المساعدة على امتصاص الماء، والعوامل الأوسموتية التي تساعد الخلايا على الحفاظ على توازن الماء.
   - **الآلية الجينية :**يتم تفعيل الجينات الخاصة بالإجهاد المائي التي تؤدي إلى زيادة في إنتاج هرمونات مثل الأبسيسيك أسيد(ABA) ، التي تعمل على تقليل فقدان الماء في النباتات.
2. **الضغط الناجم عن درجات الحرارة المرتفعة:**
   - **التفاعل الخلوي :**يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تدمير البروتينات والأنزيمات في الخلايا النباتية، مما يعطل وظائفها. للحد من هذا الضرر، تنتج النباتات بروتينات تعرف بالبروتينات المحمية من الإجهاد، والتي تساعد في الحفاظ على بنية البروتينات الأخرى.
   - **الاستجابة الخلوية :**تفعيل الآليات الخاصة بالتبريد الداخلي مثل إنتاج السكر والكحوليات قصيرة السلسلة التي تعمل كعوامل حماية للخلايا.
3. **الضغط الناتج عن التلوث:**
   - **تفاعل النباتات مع الملوثات :**مثل ثاني أكسيد الكبريت أو أكاسيد النيتروجين، يؤدي إلى زيادة في إنتاج الجذور الحرة التي تضر بالخلايا.
   - **الاستجابة الخلوية :**تزداد قدرة النباتات على إنتاج مواد مضادة للأكسدة، مثل فيتامين C والجلوتاثيون، التي تحمي الخلايا النباتية من التفاعلات السامة الناجمة عن الجذور الحرة.
4. **الضغط الناتج عن أشعة الشمس فوق البنفسجية:(UV)**
   - **التفاعل الخلوي :**الأشعة فوق البنفسجية تسبب تلفاً في الحمض النووي والخلايا، مما يؤدي إلى تحور أو موت الخلايا.
   - **الاستجابة الجينية :**تنشط النباتات نظام الدفاع ضد الأشعة UV عبر إنتاج مركبات فلافونويدية، التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية، بالإضافة إلى تحفيز الإصلاحات الجينية لحمضها النووي.

**الاستجابة الخلوية في مواجهة الضغوط البيئية:** [5]

1. **التنظيم الجيني:**

- في مواجهة الضغوط البيئية، تتفاعل الخلايا النباتية عن طريق تحفيز جينات معينة لتوجيه الاستجابة المناسبة. هذه الجينات تكون مسؤولة عن إنتاج البروتينات والإنزيمات التي تساعد النبات في التكيف مع هذه الظروف البيئية.

2. **إعادة التوجيه الأيوني:**
   - عندما تتعرض النباتات لضغط مائي أو حراري، يتم تنظيم تدفق الأيونات عبر أغشية الخلايا. على سبيل المثال، يتم امتصاص الكالسيوم (+Ca2) بشكل أكبر في الخلايا للتنبيه إلى أن النبات في حالة من الإجهاد.

3. **التفاعل مع الجذور الحرة:**
   - الجذور الحرة التي تتكون في النبات نتيجة للتعرض للإجهاد يمكن أن تكون سامة. النباتات تتعامل مع هذه الجذور عبر إنتاج مواد مضادة للأكسدة (مثل الكاتلاز) التي تحارب هذه الجذور وتحمي الخلايا.

**التحولات البنيوية والوظيفية في الخلايا النباتية:**

- **التحولات في الميتوكوندريا :**تقوم الميتوكوندريا بتعديل نشاطها لتوفير الطاقة بشكل أكثر كفاءة أثناء الضغط البيئي. كما يمكن أن تحدث تحولات في تكوين الأحماض الأمينية داخل الميتوكوندريا التي تدعم بقاء النبات في ظروف قاسية.
- **التغيرات في الجدران الخلوية :**في مواجهة التوترات البيئية، يمكن للجدران الخلوية أن تتغير لزيادة صلابتها أو مرونتها حسب نوع الإجهاد الذي يعاني منه النبات. [5]

**أهمية فهم الاستجابة الخلوية للضغط البيئي:**

1. **تحسين الزراعة :**من خلال فهم كيفية استجابة النباتات للضغط البيئي، يمكن تطوير أنواع نباتية مقاومة للأمراض والتغيرات البيئية مثل الجفاف والحرارة، وبالتالي تحسين المحاصيل الزراعية.
2. **استدامة البيئة :**معرفة كيفية مقاومة النباتات للضغوط البيئية يساعد على تحسين التقنيات الزراعية المستدامة والحفاظ على التنوع البيولوجي.
3. **تطبيقات طبية :**قد تكون بعض آليات الاستجابة البيئية في النباتات مفيدة في فهم آليات الإصابة بالسرطان عند البشر، حيث تتشابه بعض الاستجابات الخلوية في النبات مع تلك التي تحدث في الخلايا السرطانية، مما قد يساعد في تطوير علاجات مستوحاة من النباتات.

**2. التأثيرات الجينية والبيئية على نمو النباتات:**

**التأثيرات الجينية والبيئية على نمو النباتات:**

**نمو النبات هو نتيجة لتفاعل معقّد بين العوامل الجينية (الوراثية) والعوامل البيئية .بمعنى آخر، الجينات تحدد الإمكانات الداخلية للنمو، بينما البيئة تحدد ما إذا كانت هذه الإمكانات ستتحقق أم لا، وبأي درجة. هذا التفاعل الدقيق هو ما يجعل كل نبات فريدًا من نوعه، حتى بين أفراد من نفس النوع.** [6]

**أولًا: العوامل الجينية (الوراثية):**

**الجينات هي المسؤولة عن البرمجة الوراثية للنبات، وتشمل:**

**1. الطول والحجم والشكل:**

- تحدد الجينات مدى قدرة النبات على النمو من حيث الطول، عدد الأوراق، نمط التفرع، إلخ.

2. معدل النمو:
- بعض النباتات تمتلك جينات تجعلها تنمو بسرعة، وأخرى تنمو ببطء.

3. الاستجابة للهرمونات النباتية:
- الجينات تنظم استجابة النبات لهرمونات مثل الأوكسين(Auxin) ، الجبريللين(Gibberellin) ، والسيتوكينين، وهي التي تتحكم في الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا.

4. تحمل الإجهاد:
- تحتوي بعض النباتات على جينات تجعلها أكثر مقاومة للحرارة أو الجفاف أو الملوحة، بينما تفتقر نباتات أخرى إلى هذه الجينات.

5. الاستجابة للضوء:(Photoperiodism)
- تختلف النباتات في توقيت الإزهار بناءً على الجينات التي تتحكم في حساسيتها لطول النهار.

ثانيًا: العوامل البيئية:

البيئة تلعب دورًا رئيسيًا في تحديد مدى تحقق الإمكانات الجينية، وتشمل: [6]

1. الضوء:
- الضوء ضروري لعملية البناء الضوئي. كمية الضوء، نوعه (طيفه)، ومدته تؤثر على سرعة النمو، الإزهار، وتكوين الثمار.

2. درجة الحرارة:
- تؤثر على نشاط الإنزيمات داخل النبات، وبالتالي على معدل التمثيل الغذائي. درجات الحرارة القصوى (المرتفعة أو المنخفضة جدًا) قد تعيق النمو أو تسبّب موت الخلايا.

3. الماء:
- يعد الماء ضروريًا لنقل المغذيات، والتفاعل فيزيائيًا مع الجدران الخلوية لإطالة الخلية. نقصه يسبب الذبول، تباطؤ النمو، وأحيانًا توقفه تمامًا.

4. التربة والمغذيات:
- توفر التربة العناصر الأساسية مثل النيتروجين، الفوسفور، والبوتاسيوم. أي خلل في هذه العناصر يؤثر سلبًا على النمو.

5. الهواء وثاني أكسيد الكربون:
- يعتبر $CO_2$ أساسيًا للبناء الضوئي. زيادته قد تُسرّع النمو حتى حد معين، بينما نقصه يقلل من إنتاجية النبات.

6. العوامل البيولوجية (الممرضات/الكائنات النافعة):
- وجود مسببات الأمراض (فطريات، بكتيريا، فيروسات) يعيق النمو، بينما بعض الكائنات مثل البكتيريا المثبتة للنيتروجين تعزّز من صحة النبات.

التفاعل بين الجينات والبيئة (الوراثة البيئية): [6]

1. النمط الظاهري = الجينات + البيئة
- على سبيل المثال، نباتان لهما نفس الجينات قد يبدوان مختلفين تمامًا إذا نُمِي أحدهما في بيئة جيدة، والآخر في بيئة قاسية.

2. المرونة الظاهرية:(Phenotypic Plasticity)

- **وهي قدرة النبات على تعديل خصائصه الظاهرية استجابة للبيئة. مثال: نباتات تنمو في الظل تطيل أوراقها بشكل غير عادي مقارنة بأقرانها في الشمس.**

**3. التعديل الجيني البيئي:(Epigenetics)**

- **تشير إلى تغييرات في التعبير الجيني تحدث بسبب العوامل البيئية دون تغيير في تسلسل الحمض النووي، ويمكن أن تنتقل هذه التغيرات إلى الأجيال القادمة.**

**3. نظرة مقارنة بين السرطان في الإنسان والنبات:**

السرطان في الإنسان والنبات يظهر بشكل مختلف تمامًا، رغم وجود بعض أوجه التشابه الطفيفة على المستوى الخلوي، مثل انقسام الخلايا بشكل غير منضبط. لكن هناك فروقات جوهرية نابعة من اختلاف طبيعة الجسم الحيواني عن النباتي، من حيث البنية، الجهاز المناعي، ونمط النمو. [7]

**أولًا :تعريف السرطان في الإنسان**

- **السرطان البشري** هو نتيجة **انقسام غير منضبط** للخلايا، بسبب طفرات جينية تؤثر على الجينات المنظمة لانقسام الخلية) مثل الجينات الورمية proto-oncogenes والجينات الكابحة للورم tumor suppressor genes).
- يمكن أن ينتشر السرطان (metastasis) إلى أعضاء أخرى.
- يؤدي إلى تدمير الأنسجة، تعطل الأعضاء، وقد يسبب الوفاة.

**ثانيًا :السرطان في النبات – هل يوجد؟**

- النباتات **لا تُصاب بالسرطان كما في الإنسان**، لكنها يمكن أن تُظهر نموًا شاذًا أو أورامًا تسمى ) **galls**أغوال أو أورام نباتية.(
- هذه الأورام **لا تنتشر إلى أجزاء أخرى من النبات** )لا يوجد.(metastasis
- غالبًا ما تكون ناتجة عن:
  - عدوى بكتيرية مثل **Agrobacterium tumefaciens**التي تسبب **الورم التاجي.(Crown Gall)**
  - هجمات حشرات أو فيروسات.
  - أو استجابة هرمونية غير طبيعية.

**ثالثًا :مقارنة تفصيلية بين السرطان في الإنسان والنبات:** . [7]

**جدول رقم (3) مقارنة تفصيلية بين السرطان في الإنسان والنبات**

| العنصر | السرطان في الإنسان | النمو غير الطبيعي في النبات |
|---|---|---|

| العنصر | السرطان في الإنسان | النمو غير الطبيعي في النبات |
|---|---|---|
| **المسبب الرئيسي** | طفرات في الـDNA ، تؤثر على تنظيم انقسام الخلية | غالبًا بسبب بكتيريا، فيروسات، أو حشرات |
| **الانتشار (Metastasis)** | ينتشر إلى أعضاء أخرى عن طريق الدم أو اللمف | لا ينتشر، الورم يبقى في موقعه |
| **الجهاز المناعي** | يستجيب، لكن السرطان قد يتجاوز المناعة | النبات يعتمد على استجابات موضعية (مثل تكوين جدران خلايا سميكة) |
| **الموت الناتج عنه** | يمكن أن يؤدي إلى الوفاة | نادرًا ما يقتل النبات، إلا إذا أضر بالأوعية الناقلة بشكل مباشر |
| **نوع الورم** | خلايا سرطانية تنقسم دون سيطرة | أورام أو نمو مفرط ناتج عن تهيّج أو تغيير هرموني |
| **أمثلة** | سرطان الثدي، القولون، الدم | Crown gall، Leaf curl، Tumorous growths |

**رابعًا :حالة خاصة – بكتيريا:Agrobacterium tumefaciens**

- تدخل هذه البكتيريا إلى الجروح في النباتات وتقوم بنقل جزء من مادتها الوراثية (T-DNA) إلى نواة خلايا النبات.
- هذا يسبب إنتاج **أورام تاجية.(Crown Gall Tumors)**
- تعد هذه الحالة **قريبة جدًا من السرطان** من حيث آلية تعديل الجينوم وتحفيز النمو غير المنضبط.
- تم استخدام نفس التقنية لاحقًا في **الهندسة الوراثية** لنقل الجينات إلى النباتات!

**خامسًا :لماذا لا تتعرض النباتات للسرطان المنتشر مثل الإنسان؟**

1. **الخلايا النباتية محاطة بجدران خلوية صلبة** تمنعها من الحركة أو الانتشار العشوائي.
2. النباتات تنمو بواسطة **مناطق انقسام محددة** (Meristems)، وليس كل الخلايا قابلة للانقسام.
3. النبات يمكنه **عزل المنطقة المصابة** أو إعادة توجيه النمو.
4. النباتات يمكن أن تبني أوعية جديدة بسهولة وتتجاوز الأنسجة التالفة.

**سادسًا :هل يمكن استخدام دراسات النبات لفهم السرطان في الإنسان؟**

نعم! هناك عدة تطبيقات مهمة:

- بعض النباتات تنتج مركبات مقاومة للسرطان مثل **تاكسول من شجرة الطقسوس**
- دراسات النمو الخلوي والانقسام في النبات تساعد في فهم دورة الخلية.
- فهم كيف تتحكم النباتات في نموها يساعد في تطوير استراتيجيات جديدة لعلاج السرطان.

**5. البحث في آليات تجديد الخلايا النباتية:**

تمتلك النباتات قدرة مذهلة على تجديد خلاياها وأنسجتها بعد التعرض للضرر أو بعد القطع، وهي قدرة تتفوق بها على معظم الكائنات الحية الأخرى. تعتمد آلية تجديد الخلايا النباتية على مجموعة من الإشارات الجزيئية والهرمونية التي تُعيد برمجة الخلايا المتخصصة لتعود إلى حالة غير متمايزة (Totipotent) ومن ثم تتمايز من جديد حسب الحاجة. . [8]

**أولًا :مفهوم تجديد الخلايا في النباتات**

- **التجديد (Regeneration)** هو قدرة النبات على إصلاح الأنسجة التالفة أو إنتاج أعضاء جديدة (مثل الجذور، الأوراق، أو السيقان).
- يحدث بشكل طبيعي أو يتم تحفيزه مخبريًا في الزراعة النسيجية.
- يشمل نوعين:

1. **تجديد مباشر** :دون المرور بمرحلة تكون كالس.(Callus)
2. **تجديد غير مباشر** :عبر مرحلة وسطية يتكون فيها نسيج الكالس ثم ينمو إلى عضو كامل.

**ثانيًا :المكونات الرئيسية لآلية التجديد**. [8]

**الخلايا الجذعية النباتية:(Meristematic Cells)**

- توجد في القمم النامية للجذور والسيقان.
- قادرة على الانقسام غير المحدود وإنتاج خلايا جديدة.

**القدرة التوتيبوتنتية:(Totipotency)**

- تعني أن كل خلية نباتية (في الظروف المناسبة) يمكن أن تتمايز لتكوّن نباتًا كاملًا.

**الهرمونات النباتية:(Plant Hormones)**

- **الأوكسينات** :**(Auxins)** تحفّز تكوّن الجذور.
- **السيتوكينينات** :**(Cytokinins)** تشجع على تكوّن البراعم والأوراق.
- التوازن بين هذين الهرمونين يحدد نوع العضو المتجدد.

**العوامل الوراثية:(Gene Regulation)**

- تتحكم في التعبير الجيني لخلايا النبات أثناء الانتقال من حالة التخصص إلى حالة غير متمايزة والعكس.
- من أهم الجينات **WUSCHEL (WUS)** :و **CLAVATA (CLV)**لتنظيم الخلايا الجذعية في النسيج الإنشائي.

**ثالثًا :أمثلة على التجديد في النباتات**

**جدول رقم (4) التجديد في النباتات**

| الموقف | العضو أو النسيج المتجدد |
|---|---|
| قطع جزء من الجذر | تكوّن جذر جديد |
| إزالة برعم أو ورقة | تكوّن برعم جديد أو ورقة بديلة |
| إصابة في الساق أو القطع | تكوّن كالس ثم تجدد الساق |
| زراعة خلية أو قطعة من نسيج نباتي | نمو نبتة كاملة في زراعة الأنسجة |

**رابعًا :التجديد في المختبر (الزراعة النسيجية)**

- تُستعمل تقنيات زراعة الأنسجة لإكثار النباتات مخبريًا عن طريق تجديد نباتات كاملة من خلايا مفردة.
- تُستخدم في:
  - تحسين الصفات الوراثية.
  - إنتاج نباتات خالية من الفيروسات.
  - الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض.

**خامسًا :التطبيقات الحيوية لأبحاث تجديد الخلايا النباتية** . [8]

1. **الزراعة المستدامة** :إنتاج شتلات بكفاءة عالية.
2. **الهندسة الوراثية** :تعديل جينات الخلية ثم تجديد نبات كامل يحمل الصفة المحسّنة.
3. **إصلاح المحاصيل بعد الضرر** :تعزيز قدرة النباتات على الشفاء الذاتي من الأمراض أو الأضرار الميكانيكية.
4. **المساعدة في استنساخ النباتات النادرة.**

**6. أبحاث مستقبلية في استخدام خصائص النباتات في علاج السرطان:**

- **العلاج باستخدام المركبات النباتية :**كيف يمكن استخدام المركبات النباتية مثل الألكالويدات والفينولات في العلاجات الكيميائية؟
- **البحث في تقنية الهندسة الوراثية :**يمكن أن تساهم الدراسات الجينية في تطوير نباتات قادرة على مقاومة أمراض شبيهة بالسرطان أو حتى استخلاص حلول علاجية من خصائص الدفاع الطبيعية للنباتات.

**7. أورام النباتات غير السرطانية:**

- **أنواع الأورام النباتية :**إضافة إلى مرض التاج الورمي، يمكن توضيح أنواع أخرى من الأورام النباتية مثل الأورام الناتجة عن فطريات أو بكتيريا.
- **تأثير الورم النباتي على الزراعة :**كيف تؤثر هذه الأورام على الإنتاج الزراعي؟ وكيف يمكن التحكم فيها؟

**8. العلوم البيئية والنباتات:**

- **النباتات كأداة لتقليل التلوث والتخفيف من الأمراض البيئية :**كيف يمكن للنباتات أن تساعد في تنظيف التربة والمياه من الملوثات التي قد تؤدي إلى تطور السرطان؟
- **دور النباتات في استعادة صحة البيئة :**كيفية استخدام النباتات في معالجة الأراضي الملوثة وكيف يمكن لهذه العملية تقليل مخاطر الإصابة بأمراض مثل السرطان لدى الإنسان.

**9. إمكانات الاستخدام النباتي في الوقاية من السرطان:**

تلعب النباتات دورًا مهمًا في الوقاية من السرطان بفضل ما تحتويه من مركبات طبيعية فعالة، تعرف بـ **المركبات النباتية الكيميائية(Phytochemicals)** ، والتي تُظهر خصائص مضادة للأكسدة، مضادة للالتهاب، ومضادة لنمو الخلايا السرطانية. يُعزز هذا الدور عبر الاعتماد على الأغذية النباتية في الأنظمة الصحية للحد من مخاطر السرطان. . [9]

**أولاً :كيف تقي النباتات من السرطان؟**

1. **مضادات الأكسدة:**
   - تحييد الجذور الحرة (Free Radicals) التي تسبب تلفًا في الـ DNAيؤدي إلى الطفرات السرطانية.
   - مثل :**فيتامينC ، E، البيتاكاروتين.**
2. **مركبات مضادة للالتهابات:**
   - الالتهاب المزمن يرتبط بنمو الخلايا السرطانية، ومركبات نباتية كثيرة تقلل الالتهاب.
3. **تنظيم الانقسام الخلوي وموت الخلايا المبرمج:(Apoptosis)**
   - بعض المركبات النباتية تحفّز موت الخلايا غير الطبيعية وتمنع تكاثرها العشوائي.
4. **تنشيط إنزيمات إزالة السموم:(Detoxifying enzymes)**
   - تساعد في التخلص من المواد المسرطنة قبل أن تضر بالخلايا.

**ثانيًا :أهم النباتات والمركبات التي تُستخدم في الوقاية من السرطان:**

**جدول رقم (5) النباتات والمركبات التي تُستخدم في الوقاية من السرطان**

| السرطانات التي يمكن الوقاية منها | النبات أو الغذاء | المركب الفعّال |
|---|---|---|
| المعدة، القولون، البروستاتا | **الثوم والبصل** | Allicin, Flavonoids |
| الجلد، القولون، الثدي | **الكركم** | Curcumin |
| الرئة، الكبد، الثدي | **الشاي الأخضر** | Catechins |
| البروستاتا، الثدي، الرئة | **الطماطم** | Lycopene |
| الجلد، الرئة، القولون | **الرمان** | Ellagic acid |
| الكبد، المعدة، القولون | **الخضروات الصليبية** مثل البروكلي | Sulforaphane |

| | | |
|---|---|---|
| الجلد، الرئة، المريء | **العنب الأحمر والتوت** | Resveratrol |
| الجهاز الهضمي، الجلد | **الزنجبيل** | Gingerol |

**ثالثًا :أمثلة على الدراسات العلمية:**

- **الكركمين** أظهر في دراسات مخبرية أنه يمنع تكاثر الخلايا السرطانية ويحفّز موتها المبرمج.
- **السولفورافان** في البروكلي يساعد على تنشيط إنزيمات إزالة السموم من الجسم.
- **الليكوبين** في الطماطم ثبت أنه يثبط نمو خلايا سرطان البروستاتا.

**رابعًا :الأنظمة الغذائية المعتمدة على النباتات والسرطان:** . [9]

- النظام الغذائي **المتوسطي** الغني بالخضار، الفواكه، الحبوب الكاملة، وزيت الزيتون، يُعد من الأنظمة الوقائية.
- **النظام النباتي (Vegetarian)** الكامل أيضًا يرتبط بانخفاض معدلات الإصابة بأنواع متعددة من السرطان.

**خامسًا :أشكال الاستخدام النباتي للوقاية:**

1. **الوقاية عبر التغذية** :تناول النباتات الغنية بالمركبات الوقائية بشكل منتظم.
2. **المكملات النباتية** :مثل كبسولات الكركم أو مستخلصات الشاي الأخضر (تُستخدم بحذر وتحت إشراف طبي).
3. **الأدوية النباتية المحتملة** :أبحاث تُجرى لاستخلاص أدوية وقائية أو علاجية من النباتات.

**سادسًا :نصائح للاستفادة من إمكانات النباتات في الوقاية من السرطان:** . [10]

- تناول مجموعة متنوعة من **الخضروات والفواكه يوميًا**.
- استخدام **التوابل الطبيعية** مثل الكركم والزنجبيل في الطهي.
- تجنب **الإفراط في الطهي** الذي يقلل من فعالية المركبات النباتية.
- شرب **الشاي الأخضر بانتظام**.
- التقليل من **اللحوم المعالجة** واستبدالها بالبروتين النباتي.

**الخاتمة:**

على الرغم من أن النباتات لا تصاب بالسرطان بنفس الطريقة التي يصاب بها الإنسان، فإن دراستها تقدم فرصًا مثيرة لفهم آليات الدفاع البيولوجية التي قد تكون مفيدة في علاج السرطان أو الوقاية منه. من خلال ، التحكم في الانقسام الخلوي، والذاكرة المناعية، يمكن أن DNA استكشاف الأنظمة الدفاعية، مثل إصلاح الـ نطور استراتيجيات جديدة لمكافحة السرطان. كما أن المركبات الكيميائية التي تنتجها النباتات يمكن أن تكون مفيدة في العلاج الكيميائي والعلاج المناعي. ما زال أمامنا الكثير لنتعلمه من هذه "الأسرار الخضراء"، ويمكن أن تكون هذه المعرفة مصدر إلهام لتطوير علاج مستقبلي أكثر فعالية للسرطان.

**المصادر و المراجع :**

1. **Farag, M. A., & Fayed, M. A. (2013).** "Phytochemicals in the fight against cancer: Plant derived bioactive compounds and their role in cancer prevention." *Journal of Medicinal Plants Research*.
   - ❖ هذا البحث يناقش العديد من المركبات النباتية التي أظهرت فعاليتها في الوقاية والعلاج من السرطان.
2. **Feng, Y., et al. (2019).** "Mechanisms of action of plant-derived compounds in cancer prevention." *Cancer Management and Research*.
   - ❖ يسلط الضوء على كيفية تأثير المركبات النباتية على الخلايا السرطانية والآليات البيولوجية التي تساهم في الوقاية من السرطان.
3. **Bishayee, A. (2009).** "Cancer prevention and treatment with resveratrol: From bench to bedside." *Cancer Letters*.
   - ❖ يناقش دور المركب النباتي "ريزفيراترول" الذي يتميز بخصائص مضادة للسرطان وأثبت فعاليته في تجارب عديدة.
4. **Srinivasan, M., et al. (2017).** "Cancer Chemoprevention by Natural Products." *Molecular Cancer*.
   - ❖ يقدم بحثًا مفصلاً عن كيفية استخدام المنتجات الطبيعية، بما في ذلك المستخلصات النباتية، في الوقاية والعلاج من السرطان.
5. **van der Heijden, R., et al. (2021).** "The Role of Phytochemicals in Cancer Chemoprevention." *Frontiers in Oncology*.
   - ❖ يناقش البحث تأثيرات المواد الكيميائية النباتية في العلاج الكيميائي والوقاية من السرطان، بالإضافة إلى تأثيرها على الأنظمة البيولوجية.
6. **Bottini, S. L., et al. (2020).** "Plant Secondary Metabolites: Biochemistry, Pharmacology, and Cancer Prevention." *Phytochemistry Reviews*.
   - ❖ يقدم هذا المقال تفاصيل عن الفوائد العلاجية للمركبات الثانوية في النباتات وأثرها على السرطان.
7. **Petrucelli, L., & Tanzi, R. E. (2015).** "The genetics of Alzheimer’s disease and the implications for cancer." *Nature Reviews Neuroscience*.
   - ❖ على الرغم من أن هذا المصدر يتعلق بالزهايمر، إلا أنه يناقش الأبحاث حول كيفية تأثير الفيروسات والتفاعلات البيئية في الأمراض المزمنة، بما في ذلك السرطان.
8. **Björk, S., et al. (2016).** "The Role of Plants in Cancer Treatment: Pharmacological Perspectives." *Acta Botanica Hungarica*.
   - ❖ يناقش المقال دور النباتات في العلاج الطبي، وخصوصًا علاقتها بالسرطان من خلال الأبحاث البيولوجية والكيميائية.
9. **Ríos, J. L., & Recio, M. C. (2005).** "Medicinal Plants and Cancer: Potential and Limitations." *Phytotherapy Research*.
   - ❖ يناقش هذا البحث استخدام النباتات في الطب التقليدي والحديث، وتحديدًا دورها في علاج السرطان.
10. **Tiwari, P., et al. (2019).** "Exploring the Anticancer Potential of Plant-Derived Natural Products." *Molecular Medicine*.
    - ❖ يقدم هذا المقال تحليلًا لعدة مركبات طبيعية مستخلصة من النباتات والتي أظهرت خصائص مضادة للسرطان.