# انتخاب نباتات طافرة متفوقة جيل ثالث من الخس البلدي الحموي *Lactuca sativa* L.

**إعداد طالبة الدكتوراه:**

**باسمه محمود الخباز**

**المشرف العلمي:** **المشرف المشارك:**

**أ.د محمد نبيل الأيوبي** **د. أسامة العبد الله**

**الملخص**

أجري البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بحماة خلال ثلاث مواسم (2020-2021،2021-2022، 2022- 2023)، بغية دراسة تأثير جرعات عديدة من أشعة غاما (25، 50، 75، 100 غراي)، وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم- SA (0.2، 0.3، 0.4، 0.5 ملغ/ ل) في إحداث الطفرات في صنف الخس البلدي الحموي وانتخاب نباتات طافرة متفوقة منه.

استخدم في البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، تم في الموسم الأول انتخاب 22 نبات طافر متفوق جيل أول اعتماداً على الصفات المرغوبة (الرأس المندمج الكبير الحجم، لون الأوراق الخارجية، الطعم الحلو للعرق الوسطي، التأخر بالشمرخة، غياب ظاهرة خلفات جانبية)، وانتخب في الموسم الثاني 10 طرز متفوقة جيل ثاني. كما تم في الموسم الثالث انتخاب وتوصيف 10 طرز متفوقة جيل ثالث مشابهة في صفاتها لصفات الخس البلدي الحموي، و10 طرز طافرة متفوقة جيل ثالث مغايرة في بعض صفاتها لهذا الصنف، وتم إجراء توصيف لجميع هذه النباتات.

**الكلمات المفتاحية:** الخس، الطفرات، أشعة غاما، أزيد الصوديوم، الانتخاب.

# Selection of Elite Mutant Genotypes in the Third Generation(M3) of Hama Landrace Lettuce *Lactuca sativa* L.


## Abtract

The research was conducted at the Hama Agricultural Scientific Research Center over three seasons (2020-2021, 2021-2022, and 2022-2023), in order to study the effect of multiple doses of Gamma rays (25, 50, 75, 100 Gray) and multiple concentrations of Sodium Azide (SA) (0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mg/l) on inducing mutations in the Hama landrace lettuce variety and to select superior mutant plants from it.

A Randomized Complete Block Design was used in the research. In the first season, 22 superior M1 mutant plants were selected based on desirable traits (large, compact head, outer leaf color, sweet taste of the midrib, delayed bolting, absence of side shoots). In the second season, 10 superior M2 mutant plants were selected. In the third season, 10 superior M3 mutant plants similar in their characteristics to the Hama landrace lettuce, and 10 superior M3 mutant plants differing in their characteristics from this variety, were selected and characterized. A characterization was performed for all of these plants.


**Keywords:** Lettuce, Mutations, Gamma rays, Sodium azide, Selection.

**مقدمة:**

ينتمي الخس المزروع *Lactuca sativa* L. إلى الفصيلة المركبة *Compositae*، وهو من الخضار الشتوية التي يستفاد من كامل محتواها الغذائي نظراً لاستهلاكه طازجاً [7]. الزهرة عند نبات الخس خنثى ذات لون أصفر أو أبيض مائل للأصفر، والتلقيح الذاتي هو السائد، وقد تحدث نسبة من التلقيح الخلطي بواسطة الهواء تصل لنحو 5-10% [5]. يعتقد أن منطقة

حوض البحر الأبيض المتوسط هي الموطن الأصلي للخس، وأغلب الظن أنه نشأ في مصر [6].

استخدمت الأشعة التقليدية (الأشعة السينية، أشعة غاما) لما يقارب المائة عام لتحسين المحاصيل الزراعية وزيادة التنوع الوراثي وزيادة الإنتاج الغذائي لمواجهة النمو السكاني المتسارع، وقد تم استنباط العديد من الأصناف المتفوقة [8].

تعد الطفرات تبدلات مفاجئة تطرأ على المادة الوراثية، فتغير في خصائصها وصفات الكائن الحي، وتعد وسيلة فعالة وسريعة في برامج التحسين الوراثي للنباتات، لكونها تحدث تبايناً وراثياً يتيح للمحسن الوراثي فرصة انتخاب التراكيب الوراثية المفيدة. ويمكن أن تحدث الطفرات بشكل طبيعي تلقائي، إلا أنها نادرة جداً، وغالباً ما تكون ضارة وغير مفيدة ولا يعول عليها كثيراً في عملية التربية والتحسين الوراثي، أو تكون اصطناعية تحدث نتيجة لتعريض النباتات لتأثير المطفرات الفيزيائية أو الكيميائية [4].

أشار العديد من الباحثين [11]، [13]، [14]، [16] إلى أهمية استخدام أشعة غاما والمطفرات الكيميائية في إحداث التغيرات الوراثية في نباتات الخضار، لما تحدثه من تأثيرات إيجابية في النمو الخضري والمؤشرات الإنتاجية، إضافة إلى تأثيرها السلبي أحياناً (تقزم النباتات، نقص الكلوروفيل، موت النباتات ...الخ)، والذي يظهر نتيجة لاستخدام بعض الجرعات أو التراكيز غير الملائمة.

بين [15] الدور الهام للطفرات عند نبات الخس في إحداث الاختلافات الوراثية والاستفادة من الطفرات الطبيعية مثل: التقزم، الإزهار المبكر، العقم الذكري، نقص الكلوروفيل في برامج التحسين الوراثي.

أشار [10] أن أزيد الصوديوم يحدث طفرات موضعية في الحمض النووي للنبات، وتعتمد فعاليته على تركيزه ومدة المعالجة. يختلف التركيز الأمثل ومدة التعرض لأزيد الصوديوم باختلاف الأنواع والأصناف النباتية.

تمكن [9] من انتخاب طفرات من نبات الخس ذات كفاءة استخدام عالية لثاني أكسيد الكربون ($CO_2$)، بتعريض البذور لجرعتين من أشعة غاما (30، 50 غراي)، وقد أعطت الجرعة (30 غراي) زيادة في الوزن الطازج (22.3 %) مقارنة مع الشاهد بعد 30 يوم من

الزراعة، في حين بلغت نسبة هذه الزيادة (74.6%) عند الجرعة (50 غراي) بعد 24 يوم من الزراعة مقارنة مع الشاهد تحت ظروف مرتفعة من $CO_2$ (تحت تركيز 3%)، وتعد النتيجة تطبيقاً عملياً لاستخدام أشعة غاما في استنباط نباتات متكيفة مع تغير المناخ وذات كفاءة تثبيت كربون أعلى.

درس [12] تأثير نوعين من المطفرات الفيزيائية والكيميائية على الصفات المورفولوجية لصنف الخس الورقي () و17 سلالة طافرة منه، باستخدام المطفر الكيميائي (DMS، DMU-1، DMU-5)، والمطفر الفيزيائي أشعة غاما بالجرعات (11، 15 كيلوراد). أظهر النتائج فعالية هذه المطفرات في إحداث طفرات نوعية في التركيب الوراثي للخس مرتبطة بشكل نصل الورقة. أظهر المطفر الكيميائي DMU-1 كفاءة أعلى في الحصول على النباتات الطافرة (6 سلالات طافرة)، الجرعة 15 كيلو راد (4 سلالات طافرة). كما بين أنه يمكن اختيار الأنماط الوراثية الطافرة بالاعتماد على الصفة الكمية (عرض الورقة).

تمكن [2] من استنباط 6 طرز طافرة من الفول حماة-2، و6 طرز طافرة من صنف الفول حماة-3، باستخدام أشعة غاما بالجرعات على الترتيب (1، 2، 3، 4، 5، 10 كيلوراد) تميزت هذه الطرز بباكورية النضج، زيادة عدد الفروع المنتجة/ نبات، ارتفاع القرن السفلي عند الصنف حماة-2.

تمكن [11] من استنباط 6 نباتات طافرة متفوقة في الجيل الثاني نتيجة لنقع بذور صنفين من الفول بالتركيز (0.2 %) من ميتل إيتيل سلفونات (EMS)، وبالتركيز (0.02 %) من أزيد الصوديوم (SA)، مدة (6 سا)، ومن ثم تعريضها لجرعة (20 كيلوراد) من أشعة غاما.

تمكن [3] عند معاملة ثلاثة أصناف من الثوم (الكسواني واليبرودي البلديان، والصيني المدخل)، بجرعات عديدة من أشعة غاما Co60 (0، 1، 2.5، 5، 10 غراي)، وتراكيز عديدة من المطفرين الكيميائيين ايتيل ميتيل سلفونات- EMS (0.025، 0.05، 0.10 %)، وأزيد الصوديوم- SA، (0.1، 0.2، 0.3 ملغ/ ل)، من انتخاب 11 كلون طافر مبشر من أصناف الثوم المدروسة (4 كلونات من الصنف الكسواني، 3 كلونات من الصنف اليبرودي، 4 كلونات من الصنف الصيني)، اعتماداً على التفوق في صفتي وزن البصلة ووزن الفص.

أظهرت نتائج [17] نتيجة لنقع بذور الذرة الصفراء بأزيد الصوديوم بالتراكيز (0.01، 0.02، 0.03%)، وتعريضها للأشعة السينية لمدة (5، 10، 15 ثانية) مقارنة مع الشاهد،

أن المعاملة بأزيد الصوديوم أدت إلى التبكير بالنضج، حيث بلغت على الترتيب (63.33، 64، 63 يوم)، مقارنة مع استخدام الأشعة السينية على الترتيب (70.33، 71.33، 70 يوم)، والشاهد (69 يوم).

بينت نتائج [18]عند معاملة بذور حبة البركة بأزيد الصوديوم بالتراكيز (1، 2، 3، 4 ملي مولار) ومدة (1، 2، 3، 4 ساعات)، عند مراقبة 100 نبات من كل معاملة مقارنة مع الشاهد، فعالية التركيز (3 ملي مولار) لمدة ساعتين في زياد التحفيز الوراثي عند حبة البركة والحصول على نباتات طافرة في الجيل الأول.

**مبررات البحث وأهدافه:**

تتصف النباتات ذاتية التلقيح كنبات الخس البلدي الحموي بندرة الاختلافات الوراثية في تركيبها الوراثي، ومن هنا تأتي ضرورة استحداث هذه الاختلافات باستخدام المطفرات الفيزيائية والكيميائية بغية انتخاب النباتات الطافرة المرغوبة، اعتماداً على صفات عديدة (الباكورية بنضج الرؤوس، الإنتاجية المرتفعة) لاستخدامها في برامج التحسين الوراثي لاحقاً. لذا هدف البحث إلى الآتي:

1- انتخاب نباتات طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي ناتجة عن تعريض البذور لجرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم- SA، وتتبع نسلها.

2- توصيف النباتات الطافرة المتفوقة المنتخبة جيل ثالث.

**مواد البحث وطرائقه:**

**المادة النباتية:** أجري البحث على صنف الخس البلدي الحموي، ويتصف بالرأس المندمج، الطعم الحلو واللون الأحمر أو الأبيض قاعدته حمراء للعرق الوسطي، الأوراق الخارجية ذات اللون الأخضر الداكن، المجعدة، الدهنية الملمس، والأوراق الداخلية عديدة الألوان (أخضر، أصفر، أخضر مصفر، أخضر قاعدته صفراء اللون)، والساق المغزلية الشكل ذات اللون الوردي إلى الأحمر، والأزهار الصفراء اللون، والبذور ذات اللون البني إلى الأسود [1].

**مكان إجراء البحث:** نفذ البحث خلال ثلاثة مواسم (2020- 2021، 2021- 2022، 2022- 2023) في مركز البحوث العلمية الزراعية في حماة التابع للهيئة العامة للبحوث الزراعية.

**مراحل إجراء البحث:**

أ- زراعة البذور: زرعت البذور في المواسم الثلاثة في المشتل في النصف الأول من شهر تشرين الأول. وتم التشتيل عند وصول الشتول لطول (10-15 سم)، وبقطر قلم الرصاص.

ب- الزراعة في الأرض الدائمة: زرعت الشتول في الأرض الدائمة (بعد شهر من الزراعة في المشتل)، بتباعد (40 سم)، بين النبات والآخر، وبمسافة بين الخط والآخر (75 سم). وبكثافة نباتية 3 نباتات/ م$^2$.

ج- العمليات الزراعية: نفذت جميع عمليات الخدمة الزراعية (الري، العزق، التحضين، المكافحة) في مواعيدها كما هو موصى به من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، ووفقاً لاحتياج النباتات والظروف الجوية السائدة.

د- عزل النباتات: تم عزل النباتات الطافرة المنتخبة في موسمي الزراعة الأول والثاني عند بداية ظهور النورات الزهرية بأكياس من قماش الغربول الناعم، وجمعت بذورها لزراعتها في الموسم التالي بطريقة (نبات/ خط).

**معاملات التجربة:**

**1- التطفير بأشعة غاما:** عوملت البذور بأربع جرعات من أشعة غاما (25، 50، 75، 100 غراي) في محطة التشعيع في قسم تكنولوجيا الإشعاع في الهيئة العامة للطاقة الذرية بدمشق. ملاحظة: علماً أن كل 1 كيلو راد= 10 غراي.

**2-التطفير الكيميائي:** نقعت البذور بأربعة تراكيز من المطفر الكيميائي أزيد الصوديوم ($NaN_3$) - SA، (0.2، 0.3، 0.4، 0.5 ملغ/ ل) قبل الزراعة مباشرة مدة (6 سا)، وبدرجة حرارة الغرفة، ومن ثم غسلت بالماء المقطر لإزالة المطفر الكيميائي. أما بذور الشاهد فنقعت بالماء المقطر مدة (6 سا).

**المؤشرات المدروسة:**

تم أخذ القراءات والقياسات الآتية وفق [14] عند توصيف النباتات الطافرة المنتخبة:

**طول الرأس (سم):** قيس بواسطة مسطرة بدءاً من قاعدة الرأس، وانتهاءً بقمته.

**طبيعة الرأس:** مندمج، نصف مندمج، غير مندمج.

**قطر الرأس (سم):** صغير: 6- 5 سم، متوسط: 12-7 سم، كبير: 18-15 سم أو أكثر.

**لون الرأس:** تم أخذ كلٍ من:

- لون الأوراق المحيطية: أخضر، أخضر فاتح.
- لون الأوراق الداخلية: أصفر، أصفر فاتح، أبيض مصفر، أخضر فاتح، أصفر مخضر.

**صلابة الرأس:**

مخلخل: يتقوس بشكل واضح عند الضغط على قمته.

نصف صلب: يتقوس قليلاً عند الضغط على قمته.

صلب: لا يتقوس عند الضغط على قمته.

**شكل الرأس:** مفلطح، مستدير، بيضاوي، بيضاوي متطاول.

**وزن الرأس (غ).**

**صفات الساق:** شكل الساق، طبيعة الساق، لون الساق، طول الساق، قطر الساق.

**صفات الورقة:** طبيعة الورقة، طبيعة العرق الوسطي، لون العرق الوسطي (يتلون بالأحمر، أو القرمزي، أو البنفسجي نتيجة لوجود الأصبغة الأنثوسيانية، أو بالأخضر)، حافة الورقة، طبيعة سطح الورقة، ملمس الورقة، طعم العرق الوسطي.

كما تم أخذ صفات العرق الوسطي باعتباره من الصفات المميزة لهذا الصنف، وهي: عرض العرق الوسطي (سم): تم قياس عرض قاعدة العرق الوسطي للورقة باستخدام البياكوليس.

سماكة العرق الوسطي (سم): تم قياس سماكة قاعدة العرق الوسطي باستخدام البياكوليس.

طول الورقة (سم)، عرض الورقة (سم).

**معايير الانتخاب المدروسة:** تم تقسيم النباتات الطافرة المتفوقة المنتخبة إلى مجموعتين وفق الآتي:

**المجموعة الأولى:** نباتات طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي تتصف بصفاته العامة (اللون الأخضر الداكن للأوراق الخارجية، السطح المجعد للورقة، الملمس الدهني للورقة، اللون الأحمر للعرق الوسطي، اللون الأحمر للساق)، إضافة لتميزها بالحجم الكبير للرأس، أو ارتفاع وزن

الرأس، أو الطعم الحلو المميز للعرق الوسطي، أو تأخر ظاهرة الشمرخة، أو غياب ظاهرة الخلفات الجانبية).

**المجموعة الثانية:** نباتات طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي بعض صفاتها مغايرة للصفات العامة لهذا الصنف (سطح الورقة الأملس، اللون الأخضر للأوراق الخارجية، اللون الأبيض للساق)، هذه الصفات مرغوبة تسويقياً لنبات الخس. إضافة لنباتات تتميز بصفات أخرى (الحجم الصغير للرأس، الباكورية، التأخر بالنضج) تمكن مربي الخس من الاستفادة منها لتوسيع القاعدة الوراثية للنبات، والعمل على إدخال هذه الصفات في برامج التحسين الوراثي اللاحقة.

**تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:** قسمت التجربة لتجربتين بهدف تحديد النباتات الطافرة المتفوقة بصفاتها على صفات الصنف نفسه دون تغيير بالصفات العامة لهذا الصنف، وتمييزها عن النباتات التي طرأت عليها طفرات غيرت بعض الصفات العامة لصنف الخس البلدي الحموي التي ذكرت بالمرجع [1]. استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في كلا التجربتين، بثلاثة مكررات لكل معاملة. تضم كل تجربة (10 معاملات + شاهد)، على اعتبار أن كل طراز شكلي منتخب هو معاملة. وتم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat 12.1 للحصول على قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية (5 %)، وقيمة معامل التباين ( CV%) بين المعاملات.

**النتائج والمناقشة:**

**أولاً: انتخاب نباتات طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي (جيل أول):**

زرعت بذور الخس البلدي الحموي المعاملة بالمطفرات (أشعة غاما، أزيد الصوديوم) في الموسم الأول، ومن ثم تم التشتيل في الأرض الدائمة، وخلال موسم النمو تمت متابعة هذه النباتات المطفرة خلال مراحل نموها وتطورها، وانتخب منها 22 نبات فردي طافر متفوق في صفاته اعتماداً على معايير الانتخاب (الرأس المندمج الكبير الحجم، لون الأوراق الخارجية، الطعم الحلو للعرق الوسطي، التأخر بالشمرخة، ظاهرة عدم تشكل الخلفات الجانبية). وعند وصول هذه النباتات لمرحلة الإزهار تم عزل نوراتها الزهرية بأكياس من قماش الغربول الناعم، وبعد عقد الثمار ونضج البذور جمعت البذور من كل نبات طافر منتخب على حدة لزراعتها في الموسم التالي.

**ثانياً: انتخاب طرز طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي (جيل ثاني):**

زرعت بذور النباتات الطافرة المنتخبة جيل أول، وعددها 22 نبات بأسلوب (نبات/ خط)، واعتبر النسل الناتج عنه عائلة وتمت مراقبة هذا النسل خلال مراحل نموها وتطورها، واستبعاد العزلات غير المرغوبة من كل عائلة نبات طافر جيل أول، وتم انتخاب النباتات الطافرة المتفوقة المتماثلة في صفاتها ضمن كل عائلة وسميت هذه النباتات (طراز وراثي)، نتيجة لذلك تم انتخاب 10 طرز شكلية طافرة متفوقة في صفاتها، تميزت بصفات مرغوبة جديدة أو متفوقة على صفات الصنف الخس البلدي الحموي (ارتفاع وزن الرأس، زيادة حجم الأوراق الخارجية، الطعم الحلو المميز للعرق الوسطي)، وأجري توصيف أولي لها. وتم عزل هذه النباتات في مرحلة الإزهار بأكياس من قماش الغربول الناعم للحصول على بذور كل منها على حدة بغية تتبع صفات نسلها في الجيل الثالث في الموسم التالي.

**ثالثاً: انتخاب نباتات طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي (جيل ثالث):**

زرعت بذور الطرز الشكلية الطافرة المنتخبة جيل ثاني 10 طرز بأسلوب (نبات/ خط)، وتمت مراقبة نسل هذه الطرز خلال مراحل نموها وتطورها، واستبعاد العزلات غير المرغوبة من كل خط (عائلة)، وانتخاب النباتات الطافرة المتفوقة والمتماثلة في صفاتها ضمن كل عائلة، حيث تم انتخاب 20 طراز شكلي طافر متفوق في صفاته الجدول (1).

يظهر الجدول (1) ازدياد عدد الطرز الشكلية المنتخبة في الجيل الثالث مع ازدياد جرعة أشعة غاما أو تركيز أزيد الصوديوم المستخدم، إضافة إلى زيادة عدد الطرز المتفوقة المنتخبة (7 طرز) عند التركيز (0.05 ملغ/ ل) من أزيد الصوديوم. كما يظهر الجدول (1) اختلاف عدد النباتات الطافرة المنتخبة من جيل لآخر، ويرجع ذلك إلى أنه عند النباتات ذاتية التلقيح تكون الطفرة في الجيل الأول بحالة هجينة، وتحدث الانعزالات الوراثية وتظهر الطفرات المتنحية في الأجيال التالية عند حدوث التلقيح الذاتي. وبالتالي تظهر صفات طافرة جديدة للنباتات المنتخبة، كما نلاحظ عدم ظهور بعض الطفرات المنتخبة في الأجيال التالية، قد يرجع ذلك إلى أن التغيير الحاصل نتيجة استخدام المواد المطفرة قد طرأ على خلية جسمية، وبالتالي لا يمكن توريث هذه الصفة للأجيال التالية، حيث يستفاد من مثل هذه الطفرات عن طريق الإكثار الخضري. أو قد يعود التغير الإيجابي في بعض الصفات (زيادة وزن الرأس، زيادة حجم الرأس،

زيادة طول وعرض الورقة) إلى التأثير المحفز للنمو لأشعة غاما على النبات، دون حدوث أي طفرات فيه [4]، [5].

**الجدول (1): توزع النباتات الطافرة المتفوقة المنتخبة (جيل أول، جيل ثاني، جيل ثالث)، والناتجة من استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | الجرعة/ التركيز المستخدم | عدد النباتات الطافرة المتفوقة المنتخبة جيل أول M1 | عدد الطرز الطافرة المتفوقة المنتخبة جيل ثاني M2 | عدد الطرز الطافرة المتفوقة المنتخبة في الجيل الثالث M3 |
|---|---|---|---|---|
| أشعة غاما | 25 غراي | 3 | **3** | 3 |
| | 50 غراي | 4 | - | - |
| | 75 غراي | 3 | **1** | 1 |
| | 100 غراي | 4 | **1** | 4 |
| أزيد الصوديوم | 0.02 ملغ/ل | 2 | **1** | 4 |
| | 0.03 ملغ/ ل | 3 | 1 | 1 |
| | 0.04 ملغ/ ل | 2 | **2** | - |
| | 0.05 ملغ/ ل | 1 | **1** | 7 |

فرزت عملية الانتخاب في الجيل الثالث النباتات الطافرة المتفوقة جيل ثالث إلى مجموعتين: **المجموعة الأولى الجدول (2، 3):** 10 طرز طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي تتصف بصفاته العامة (الرأس البيضاوي المتطاول، اللون الأخضر الداكن للأوراق الخارجية، السطح المجعد للورقة، الملمس الدهني للورقة، اللون الأحمر للعرق الوسطي، اللون الأحمر للساق)، إضافة لصفات أخرى لتفوقها بحجم ووزن الرأس، الطعم الحلو للعرق الوسطي، تأخر ظاهرة الشمرخة، غياب ظاهرة تشكل الخلفات الجانبية).

**المجموعة الثانية الجدول (4، 5):** 10 طرز طافرة متفوقة من الخس البلدي الحموي مغايرة في بعض صفاتها للصفات العامة للخس البلدي الحموي (اللون الأخضر الداكن للأوراق الخارجية، اللون الوردي للساق، اللون الأحمر للعرق الوسطي).

**ملاحظة:** – يرمز الحرف (G): أشعة غاما، الحرف (A): أزيد الصوديوم.

- يرمز الرقم الأول بعد الحرف: للجرعة أو التركيز المستخدم، الرقم (1) يرمز للجرعة أو التركيز الأدنى.
- يرمز الرقم الثاني بعد الحرف: رقم الطراز الشكلي ضمن كل جرعة أو تركيز مستخدم.

**ملاحظة:** تم دراسة المواصفات المورفولوجية والإنتاجية للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث (M3)، بهدف توصيف هذه الطرز وتحديد الطرز الأفضل منها. حيث أن المعاملة بأشعة غاما وأزيد الصوديوم أحدثت تغيراً في التركيب الوراثي للنبات مولدة بذلك نباتات طافرة، علماً أن التأثير السلبي لزيادة جرعات أشعة غاما والتراكيز العالية لأزيد الصوديوم المستخدم يظهر في النباتات الناتجة عن البذور المعاملة في الموسم الأول ويتجلى ذلك بتأثيرها على نسبة الإنبات، طول الشتول، قوة النمو.

**الجدول (2): صفات الرأس والساق للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث (10 طرز صفاتها مشابهة لصفات الخس البلدي الحموي)، والناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | التركيز/ الجرعة | رقم الطراز | رمز الطراز | طبيعة نمو النبات | شكل الرأس | طبيعة الرأس | صلابة الرأس | شكل الساق | طبيعة الساق | لون الساق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 2 | A1-2 | قائم | بيضاوي متطاول | غير مندمج | نصف صلب | مغزلي | قاس | أحمر |
| | 0.3 ملغ/ل | 1 | A2-1 | قائم | بيضاوي متطاول | نصف مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي غامق |
| | 0.5 ملغ/ل | 1 | A4-1 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي |
| | | 4 | A4-4 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي |
| | | 5 | A4-5 | قائم | بيضاوي متطاول | غير مندمج | صلب | مغزلي | قاس | أحمر |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 6 | A4-6 | قائم | بيضاوي متطاول | غير مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي غامق |
| أشعة غاما | 25 غراي | 2 | G1-2 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي غامق |
| | | 3 | G1-3 | قائم | بيضاوي متطاول | نصف مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي |
| | 75 غراي | 1 | G3-1 | قائم | بيضاوي متطاول | نصف مندمج | نصف صلب | مغزلي | قاس | وردي غامق |
| | 100 غراي | 1 | G4-1 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | قاس | وردي |

| المعاملة | التركيز/ الجرعة | رقم الطراز | رمز الطراز | لون الأوراق الخارجية | لون الأوراق الداخلية | حافة الورقة | سطح الورقة | شكل الورقة | ملمس الورقة | لون العرق الوسطي | طعم العرق الوسطي | طبيعة العرق الوسطي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 2 | A1-2 | أخضر داكن | أخضر | كاملة | مجعد قليلاً | بيضاوي متطاول | دهني | أحمر | حلو | قاس |
| | 0.3 ملغ/ل | 1 | A2-1 | أخضر داكن | أخضر | كاملة | مجعد | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض قاعدته حمراء | حلو | قاس |
| | 0.5 ملغ/ل | 1 | A4-1 | أخضر داكن | أخضر فاتح مصفر | كاملة | مجعد | بيضاوي متطاول | دهني | أخضر قاعدته حمراء | حلو | قاس |
| | | 4 | A4-4 | أخضر داكن | أصفر | كاملة | مجعد قليلاً | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض | حلو جداً | قاس |
| | | 5 | A4-5 | أخضر داكن | أخضر قاعدته صفراء | كاملة | مجهد جداً | بيضاوي متطاول | دهني | أحمر | حلو جداً | قاس |
| | | 6 | A4-6 | أخضر داكن | أخضر مصفر | كاملة | مجعد جداً | بيضاوي متطاول | دهني | أخضر محمر | حلو جداً | قاس |
| أشعة غاما | | 2 | G1-2 | أخضر داكن | أخضر | كاملة | مجعد جداً | بيضاوي متطاول | دهني | أخضر محمر | حلو جداً | قاس |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25 غراي | 3 | G1-3 | أخضر داكن | أصفر | كاملة | مجعد قليلاً | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض | حلو جداً | قاس |
| | 75 غراي | 1 | G3-1 | أخضر داكن | أخضر | كاملة | مجعد | بيضاوي متطاول | دهني | أخضر محمر | حلو | قاس |
| | 100 غراي | 1 | G4-1 | أخضر داكن | أخضر قاعدته صفراء | كاملة | مجعد جداً | بيضاوي متطاول | دهني جداً | أبيض | حلو جداً | قاس |

**الجدول (3): صفات الورقة للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث (10 طرز صفاتها مشابهة لصفات الخس البلدي الحموي)، والناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

**الجدول (4): صفات الرأس والساق للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث (10 طرز بعض صفاتها مغايرة لصفات الخس البلدي الحموي)، الناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | التركيز/ الجرعة | رقم الطراز | رمز الطراز | طبيعة نمو النبات | شكل الرأس | طبيعة الرأس | صلابة الرأس | شكل الساق | لون الساق | طبيعة الساق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 1 | A1-1 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | | 3 | A1-3 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | | 4 | A1-4 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | 0.5 ملغ/ل | 2 | A4-2 | قائم | كروي | غير مندمج | نصف صلب | مغزلي | وردي غامق | قاس |
| | | 3 | A4-3 | قائم | بيضاوي متطاول | غير مندمج | نصف صلب | مغزلي | أبيض+ وردي | قاس |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 7 | A4-7 | قائم | بيضاوي متطاول | غير مندمج | صلب | مغزلي | أبيض قاعدته وردي | قاس |
| أشعة غاما | 25 غراي | 1 | G1-1 | قائم | بيضاوي متطاول | مندمج | صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | 100 غراي | 2 | G4-2 | قائم | كروي | مندمج | صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | | 3 | G4-3 | قائم | بيضاوي كروي | غير مندمج | نصف صلب | مغزلي | أبيض | قاس |
| | | 4 | G4-4 | قائم | كروي | مندمج | صلب | مغزلي | وردي | قاس |

**الجدول (5): صفات الورقة للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث (10 طرز بعض صفاتها مغايرة لصفات الخس البلدي الحموي)، الناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | التركيز/ الجرعة | رقم الطراز | رمز الطراز | لون الأوراق الخارجية | لون الأوراق الداخلية | حافة الورقة | سطح الورقة | شكل الورقة | ملمس الورقة | لون العرق الوسطي | طعم العرق الوسطي | طبيعة العرق الوسطي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 1 | A1-1 | أخضر فاتح | أخضر فاتح قاعدته صفراء | كاملة | أملس | بيضاوي متطاول | دهني قليلاً | أبيض مخضر | حلو | قاس |
| | | 3 | A1-3 | أخضر فاتح | أخضر مصفر | كاملة | أملس | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض | حلو | قاس |
| | | 4 | A1-4 | أخضر فاتح | أخضر مصفر | كاملة | أملس | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض مخضر | حلو | قاس |
| | 0.5 ملغ/ل | 2 | A4-2 | أخضر داكن | أخضر فاتح | مشرشرة | مجعد جداً | بيضاوي كروي | دهني | أخضر محمر | حلو | هش |
| | | 3 | A4-3 | أخضر فاتح | أخضر فاتح | مسننة | أملس | بيضاوي متطاول | دهني قليلاً | أخضر | حلو | قاس |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 7 | A4-7 | أخضر | أخضر | كاملة | مجعد | بيضاوي متطاول | دهني قليلاً | أخضر | حلو | قاس |
| أشعة غاما | 25 غراي | 1 | G1-1 | أخضر فاتح | أخضر مصفر | كاملة | أملس | بيضاوي متطاول | دهني قليلاً | أبيض مخضر | مز | قاس جداً |
| | 100 غراي | 2 | G4-2 | أخضر | أخضر فاتح | كاملة | مجعد | بيضاوي متطاول | دهني | أبيض مخضر | مز | هش |
| | | 3 | G4-3 | أخضر فاتح | أخضر قاعدته صفراء | مشرشرة | مجعد جداً | بيضاوي كروي | دهني قليلاً | أخضر | حلو | قاس |
| | | 4 | G4-4 | أخضر داكن | أخضر فاتح | مشرشرة | مجعد | كروي | دهني | أخضر | حلو | قاس |

**رابعاً: المؤشرات الإنتاجية للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث:**

**1- المؤشرات الإنتاجية للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث المشابهة في صفاتها لصنف الخس البلدي الحموي:**

يظهر الجدول (6) تفوق الطراز الطافر (A2-1) في صفة ارتفاع الرأس (45.67 سم) على جميع الطرز الطافرة جيل ثالث والشاهد (37.67 سم)، في حين تفوق الشاهد في صفة قطر الرأس (33 سم) على جميع الطرز الطافرة جيل ثالث. تفوق الطراز (A1-2) في صفة وزن الرأس (1.57 كغ) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (0.74 كغ)، باستثناء الطراز الطافر (A4-4) بلغ وزن الرأس (1.47 كغ). تفوق الطراز الطافر (G1-3) في صفة طول الورقة وعرض الورقة على الترتيب (34.33، 20.33 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد على الترتيب (28.33، 14 سم)، حيث تأرجحت صفة طول الورقة بين (26.33- 34.33 سم)، عرض الورقة بين (10.67- 20.33 سم). تفوق الطرازان الطافران (A1-1، 6 -A4) في صفة عرض العرق الوسطي على الترتيب (2.767، 2.733 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (0.93 سم)، باستثناء الطراز الطافر (A4-4) بلغ (2.533 سم). تفوقت الطرز الطافرة (G1-2،G1-3 ، A2-1، G4-1، A4-5) في صفة سماكة العرق الوسطي على الترتيب (0.7، 0.97، 1، 0.97 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (0.73 سم)، باستثناء الطراز الطافر (A4-4) بلغت (0.93 سم). تفوق الطراز الطافر (A4-1) في صفة طول الساق (27 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (14 سم)، وتأرجحت هذه الصفة بين (12.33- 27 سم). في حين تفوق الطراز الطافر (A4-6) في صفة قطر الساق (5.23 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (4.23 سم)، وتراوحت هذه الصفة بين (3.23- 5.23 سم).

**الجدول (6): المؤشرات الإنتاجية للطرز العشرة الطافرة المنتخبة جيل ثالث (صفاتها مشابهة لصفات الخس البلدي الحموي) الناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | التركيز/ الجرعة | رقم الطراز | رمز الطراز | ارتفاع الرأس (سم) | قطر الرأس (سم) | وزن الرأس (كغ) | طول الورقة (سم) | عرض الورقة (سم) | عرض العرق (سم) | سماكة العرق (سم) | طول الساق (سم) | قطر الساق (سم) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 2 | A1-2 | 40.67 c | 25.67 c | 1.57 a | 28 def | 13.33 cd | 2.77 a | 0.73 cd | 23.67 cd | 4.2 cd |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 1 | A4-1 | 44.33 b | 24.67 cd | 1.18 d | 32 b | 14 c | 2.07 cde | 0.73 cd | 27 a | 4.27 c |
| أشعة غاما | 75 غراي | 1 | G3-1 | 34.33 f | 19.67 e | 0.6 g | 26.33 f | 12.33 de | 1.77 e | 0.70 d | 15.67 e | 3.23 e |
| أشعة غاما | 25 غراي | 2 | G1-2 | 34.67 f | 12.33 g | 1.35 bc | 27.33 ef | 10.67 f | 2.03 cde | 0.97 a | 24.67 bc | 4.17 cd |
| أشعة غاما | 25 غراي | 3 | G1-3 | 36.33 e | 29.33 b | 0.83 f | 34.33 a | 20.33 a | 2.13 cd | 1 a | 13.67 fg | 4.57 b |
| أزيد الصوديوم | 0.3 ملغ/ل | 1 | A2-1 | 45.67 a | 20.33 e | 0.96 e | 31 bc | 14 c | 1.97 de | 0.97 a | 25.33 b | 4.33 c |
| أشعة غاما | 100 غراي | 1 | G4-1 | 40.33 c | 20.33 d | 1.23 cd | 31.33 bc | 17.33 b | 1.83 de | 1 a | 15.67 e | 4.2 cd |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 4 | A4-4 | 40.67 c | 24.33 d | 1.47 ab | 29.67 cd | 18.00 b | 2.53 ab | 0.93 ab | 12.67 gh | 4.03 d |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 5 | A4-5 | 31.67 g | 18.33 f | 0.8 f | 29.33 cde | 11.33 ef | 2.37 bc | 0.97 a | 12.33 h | 4.23 c |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 6 | A4-6 | 40.33 c | 20.33 e | 1.42 b | 29.67 cd | 17.67 b | 2.73 a | 0.83 bc | 23.33 d | 5.23 a |
| الشاهد | | | | 37.67 d | 33 a | 0.74 f | 28.33 def | 14 c | 0.93 f | 0.73 cd | 14 f | 4.23 c |
| L S D (%5) | | | | 1.014 | 1.044 | 0.1274 | 1.873 | 1.494 | 0.3182 | 0.1089 | 1.171 | 0.1734 |
| C V% | | | | 1.5 | 2.7 | 6.8 | 3.7 | 5.9 | 8.9 | 7.4 | 3.6 | 2.4 |

**ملاحظة:** تدل الأحرف غير المتشابهة في كامل الجدول على وجود فروق معنوية.

## 2- المؤشرات الإنتاجية للطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث المغايرة في بعض صفاتها لصنف الخس البلدي الحموي:

يظهر الجدول (7) تفوق الطراز الطافر (A1-3) في صفات ارتفاع الرأس، قطر الرأس، وزن الرأس، طول الورقة، قطر الساق على الترتيب (47.33 سم، 35.33 سم، 1.45 كغ، 38.33 سم، 5.43 سم) على جميع الطرز الطافرة المتفوقة جيل ثالث والشاهد. في حين تفوق الطراز الطافر (A4-2) في صفة عرض الورقة (20.33 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (14 سم)، باستثناء الطراز الطافر (G4-3) بلغ (20 سم). تفوق الطرازان الطافران (A1-1، A4-7) في صفة عرض العرق الوسطي على الترتيب (2.77، 2.73 سم) على

جميع الطرز الطافرة والشاهد (0.93 سم). في حين تفوق الطراز الطافر (A1-4) في صفة سماكة العرق الوسطي (1.03 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (0.73 سم)، باستثناء الطراز الطافر (A1-3) بلغت (0.97 سم). تفوق الطراز الطافر (G1-1) في صفة طول الساق (25 سم) على جميع الطرز الطافرة والشاهد (14 سم)، باستثناء الطراز الطافر (A1-3) بلغ (24,33 سم).

**الجدول (7): المؤشرات الإنتاجية للطرز العشرة الطافرة المنتخبة جيل ثالث (بعض صفاتها مغايرة لصفات الخس البلدي الحموي) الناتجة من تأثير استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم SA على بذور صنف الخس البلدي الحموي.**

| المعاملة | الجرعة/ التركيز | رقم الطراز | رمز الطراز | ارتفاع الرأس (سم) | قطر الرأس (سم) | وزن الرأس (كغ) | طول الورقة (سم) | عرض الورقة (سم) | عرض العرق (سم) | سماكة العرق (سم) | طول الساق (سم) | قطر الساق (سم) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 2 | A1-1 | 39.67 c | 26.33 d | 0.93 c | 31.67 c | 13.33 f | 2.77 a | 0.83 bc | 23.33 b | 5.13 b |
| أشعة غاما | 25 غراي | 1 | G1-1 | 35.67 e | 23.67 e | 1.1 b | 30.67 c | 16 de | 2.13 b | 0.80 c | 25 a | 4.03 d |
| أشعة غاما | 100 غراي | 1 | G4-3 | 37.67 d | 36.33 a | 1.1 b | 28 d | 20 ab | 2.87 a | 0.70 cd | 15.67 d | 3.73 e |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 1 | A4-2 | 30 g | 30.67 c | 0.77 d | 20.67 f | 20.33 a | 1.83 cd | 0.70 cd | 16.67 d | 3.53 f |
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 2 | A1-3 | 47.33 a | 35.33 a | 1.45 a | 38.33 a | 16 de | 2.23 b | 0.97 ab | 24.33 ab | 5.43 a |
| أزيد الصوديوم | 0.2 ملغ/ل | 1 | A1-4 | 44.67 b | 33.67 b | 1.18 b | 36.33 b | 14.33 ef | 2.23 b | 1.03 a | 23.33 b | 4.27 c |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 1 | A4-3 | 34.33 f | 20.33 f | 0.48 e | 23.00 e | 7 h | 1.17 e | 0.57 d | 20.33 c | 3.87 e |
| أزيد الصوديوم | 0.5 ملغ/ل | 4 | A4-7 | 40.33 c | 20.67 f | 1.53 a | 30.33 c | 18.33 bc | 2.73 a | 0.87 bc | 23.67 b | 5.23 b |
| أشعة غاما | 100 غراي | 5 | G4-2 | 21.33 h | 12.67 g | 0.29 f | 16.67 g | 9.67 g | 1.77 d | 0.73 c | 5.67 g | 2.17 g |
| أشعة غاما | 100 غراي | 6 | G4-4 | 20.33 h | 10.33 h | 0.19 f | 15.91 g | 17.67 cd | 1.97 c | 0.73 c | 8.67 f | 2.07 g |
| الشاهد | | | | 37.67 d | 33 b | 0.74 d | 28.33 d | 14 f | 0.93 f | 0.73 c | 14 e | 4.23 c |
| L S D (%5) | | | | 1.073 | 1.036 | 0.1285 | 1.449 | 1.791 | 0.1564 | 0.1486 | 1.190 | 0.1659 |
| C V% | | | | 1.8 | 2.4 | 8.5 | 3.1 | 6.9 | 4.5 | 11.1 | 3.8 | 2.5 |

**ملاحظة:** تدل الأحرف غير المتشابهة في كامل الجدول على وجود فروق معنوية.

**الاستنتاجات:**

أظهر استخدام جرعات عديدة من أشعة غاما (25، 50، 75، 100 غراي)، وتراكيز عديدة من أزيد الصوديوم –SA (0.2، 0.3، 0.4، 0.5 ملغ/ ل) على بذور صنف الخس البلدي الحموي كل من الآتي:

1- لعب كلا المطفرين المستخدمين (أشعة غاما، أزيد الصوديوم) دوراً مهماً في استحداث التباينات الوراثية، حيث تم انتخاب (22) نبات طافر متفوق جيل أول، (10) طرز شكلية طافرة متفوقة مبشرة (جيل ثاني). وأمكن انتخاب وتوصيف (10) طرز شكلية طافرة متفوقة جيل ثالث صفاتها مشابهة لصنف الخس البلدي الحموي، و(10) طرز شكلية طافرة متفوقة جيل ثالث صفاتها مغايرة لصفات صنف الخس البلدي الحموي.
2- أظهرت النتائج فعالية أكبر لأزيد الصوديوم كمطفر للخس البلدي الحموي مقارنة بأشعة غاما، حيث تم الحصول عند استخدامه على 12 طراز ( منها 7 طرز طافرة من التركيز 0.05 ملغ/ ل) مقارنة بـ 8 طرز طافرة عند استخدام أشعة غاما (منها 4 طرز طافرة من الجرعة 100 غراي).
3- تم الحصول على عدد أكبر من الطرز الطافرة مغايرة في بعض صفاتها لصنف الخس البلدي الحموي عند استخدام أزيد الصوديوم مقارنة بأشعة غاما بلغت على الترتيب (6، 4 طرز).
4- أظهرت النباتات الطافرة باستخدام أزيد الصوديوم زيادة في كل من: وزن وارتفاع الرأس، طول الساق مقارنة مع استخدام أشعة غاما والشاهد.

**المقترحات:**

ننصح العاملين في مجال التحسين الوراثي لنبات الخس في سورية بالآتي:

– استخدام أشعة غاما والمطفر الكيميائي أزيد الصوديوم– SA لاستحداث تباينات وراثية كبيرة، بهدف استنباط نباتات طافرة متفوقة من الخس.

– استخدام الجرعة (100 غراي) من أشعة غاما والتركيز (0.5 ملغ/ ل) من أزيد الصوديوم– SA للحصول على أكبر عدد من الطرز الشكلية للنباتات في الجيل الطافر الثالث.

– متابعة العمل على الطرز الطافرة المنتخبة جيل ثالث بغية استنباط سلالات طافرة نقية.

**المراجع العلمية المستخدمة:**

1. الخباز، باسمه. 2014. **توصيف بعض طرز الخس البلدي *Lactuca sativa* L. المزروعة في محافظة حماة،** مجلة جامعة حمص للعلوم الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد (36).

2. الشالات، براءة. 2023. **دراسة تأثير أشعة غاما في بعض المتغيرات المورفوفينولوجية لصنفي الفول (حماة–2 وحماة–3) في الجيلين الأول والثاني.** مجلة جامعة حمص للعلوم الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد (45)، العدد (23).

**3.** العبد الله، أسامة. 2013. **استجابة بعض أصناف الثوم المزروعة في سورية للإكثار الدقيق باستخدام تقانات زراعة الأنسجة والمعاملة بالمطفرات بهدف تحسينها.** أطروحة دكتوراه، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة حمص. 199 صفحة.

4. المحمد، خالد؛ محمد نبيل الأيوبي؛ زكريا حساني؛ أميرة زين.2003. **التحسين الوراثي للفاكهة والخضار.** الجزء النظري، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، 262 صفحة.

5. حسن، أحمد عبد المنعم. 1991. **أساسيات تربية النبات.** الدار العربية للنشر، القاهرة، مصر، 682 صفحة.

6. حسن، أحمد عبد المنعم. 1993. **تربية محاصيل الخضر.** الدار العربية للنشر، القاهرة، مصر، 800 صفحة.

7. حميدان، مروان؛ رياض زيدان .2003. **زراعة وإنتاج محاصيل الخضر.** الجزء النظري، منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة، 267 صفحة.

8.Brunner H.1995– **Radiation induced mutations for plant selection**. Appl Radiat Isotopes. 46:589–94.

9.Cheng. Jun, Huaqiang Chu, Lianjie Li, et al 2018- **Enhancing growth rate of lettuce by mutating lettuce seeds with nuclear irradiation**. Carbon Resources Conversion,1(1), 55-60.

10.Gruszka, D., I. Szarejko, dan M. Maluszynski. 2012. **Sodium Azide as A Mutagen**. Plant Mutation Breeding and Biotechnology. xx(x):159–166. https://doi.org/10.1079/9781780640853.0159.

11. Khan, S. and Goyal, S. ,2009- **Mutation genetic studies in mungbean iv. selection of early maturing mutants**. Thai Journal Of Agricultural Science. 42 (2): 109- 113.

12. Kondratenko, S. I., Gorobchenko, O. A., Linnik, Z. P., Kormosh, S. M., Mytenko, I. M., Pozniak, O. V., & Chaban, L. V. 2025. **Analysis of phenotypic diversity of true leaves in lettuce lines (Lactuca sativa var. secalina L.) created by physical and chemical mutagenesis**. Biophysical Bulletin, (54), 83-99. https://doi.org/10.26565/2075-3810-2025-54-06.

**13**. Mahla, S. V. S., Mor, B. R. and Yadava, J. S. ,1990- **Effect of mutagens on yield and its component characters in mustard**. Haryana Agric. Univ. J. Res., 8 (2): 173- 173.

**14**. Majeed, A. A., Khan R., Ahmad, H., Muhammad, Z. ,2010- **Gamma irradiation effects on some growth parameters of *Lepidium sativum* L**. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 5 (1): 39- 42.

**15**. Mou, B. ,2012- **Mutations in Lettuce Improvement**. International Journal of Plant Genomics. doi:10.1155/2011/723518.

16. Shah, S. A., Ali, I., Rahman, K. ,1990- **Induction and selection of superior genetic variables of oilseed rape (*Brassica napus* L.)**. The Nucleus, 27 (1- 4): 37- 40.

17.Timon David, Zakawa N. N, Mohammed Rabiyat. 2025. **Effect of X-Ray Exposure and Sodium Azide (NaN3) Treatments on Germination Growth and Yield of Maize (Zea Mays L.) in Mubi Adamawa State Nigeria**. nternational Research Journal of Innovations in Engineering and Technology (IRJIET). ISSN (online): 2581-3048. Volume 9, Issue 2, pp 33-40, February.

18.Turanlı, Hivrun,Coban, Furkan and Kamil Haliloglu. 2025. **Optimization of Sodium Azide Application in Black Cumin (Nigella sativa L.) and Determination of Agronomic Characteristics in M1 Generation**. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 12(3):753-763.