SEBHA UNIVERSITY CONFERENCE PROCEEDINGS, VOL.5 NO. 1 2026
DOI: 10.51984/P58JSE64

وقائع مؤتمرات جامعة سبها
Sebha University Conference Proceedings
Confrence Proceeeding homepage: http://www.sebhau.edu.ly/journal/CAS

تأثير بعض الأوكسينات والسيتوكينات على استنبات المرستيمات القمية لنبات البطاطس *Solanum tuberosum* باستخدام تقنية زراعة الأنسجة النباتية

فاطمة عبد العاطي محمد عبد العزيز و أبوبكر إبراهيم محمد سعد

قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة سبها، ليبيا

الملخص

نميت مريستيمات قمية من نبات البطاطس (Solanum tuberosum L) على وسط MS مضاف إليه تراكيز مختلفة من منضمات النمو النباتية (Kin, NAA, IAA, 2,4-D, BAP, Ad,GA_3) سجلت أفضل استجابة عند استخدام وسط (GA_3 + MS) (0.5 ملجم/ ل) حيث لوحظ تكوين كالس مفتت أبيض مصفر وتكوين وريقات وجذور وكذلك تكوين ثلاثة نباتات نامية وصل أطوالها على التوالي (0.7 – 0.8 – 1.5) سم وأثبتت النتائج إلى أن أعلى متوسط لاستنبات المريستيمات القمية سجل عند إضافة (GA_3 0.5) إلى الوسط المستخدم وفي المقابل سجلت معاملة IAA أقل متوسط. وفي حالة استخدام المريستيمات القمية على وسط (Ad + MS) 1 ملجم/ ل لوحظ زيادة حجم المريستيمات وتكوين كالس مفتت أبيض اللون بعد 17 يوماً من الاستنبات. أما عند استخدام المعاملات الأخرى سجلت استجابات متفاوتة.

الكلمات المفتاحية:

البطاطس
زراعة الأنسجة
المرستيمات القمية
السيتوكينات
الأوكسينات
الكالس.

The effect of some Auxins and cytokinins on culture of apical meristem of potato plant (*Solanum tuberosum L*) by using plant tissue culture techuique.

*Fatima Abd Alati Mohammed, Abobaker Ibrahim M. Saad

Botany Dept., Faculty of Science/ Sebha University, Libya

Keywords:

Potato
Tissue culture
Apical meristems
Cytokinins
Auxins
Callus

ABSTRACT

Apical meristems of potato (Solanum tuberosum L.) were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with different concentrations of plant growth regulators (Kin, NAA, IAA, 2,4-D, BAP, Ad, and GA_3). The best response was recorded when MS medium was supplemented with GA_3 at 0.5 mg/L, where the formation of friable whitish-yellow callus was observed, along with the development of leaf lets and roots, as well as the formation of three growing plantlets with lengths of 0.7, 0.8, and 1.5 cm, respectively. The results indicated that the highest mean of apical meristem induction was achieved with the addition of GA_3 at 0.5 mg/L to the culture medium, whereas the lowest mean was recorded in the IAA treatment. When apical meristems were cultured on MS medium supplemented with Ad (1mg/L), an increase in meristem size and the formation of friable white callus were observed seventeen days after culture initiation. In contrast, the other treatments showed variable responses.

المقدمة:-

نبات البطاطس *Solanum tuberosum* يتبع العائلة الباذنجانية (Solanaceae) وهي من أكثر محاصيل الخضراوات انتشارا في العالم كما أنها واحدة من أشهر الأطعمة التي لها قيمة غذائية. [1] [2] ووفقا لمنظمة الأغذية الزراعية (4) بلغ الإنتاج العالمي من البطاطس حوالي 388 مليون طن في عام 2017 [3] [4]يعتبر نبات البطاطس ذات جذور تنتشر سطحيا في بداية انباتها ثم تتجه للعمق بعد ذلك و تنقسم سيقان النبات إلى قسمين القسم الأول سيقان هوائية وهي التي تظهر فوق سطح التربة و التي من خلالها يتم تحديد الشكل المورفولوجي للأصناف وهي ساق مجوفة ملساء أو مجعدة وتحمل الأزهار وأما القسم الثاني عبارة عن سيقان أرضية يبدأ تكوينها بعد 7 – 10 أيام من ظهور الساق الهوائية [5] حيث تقسم هذه السيقان إلى عقد وسلميات و تنضج أطرافها و غصونها مكونة درنات وهي عبارة عن ساق متحورة إلى عضو تخزين وتنشأ في قمة الساق الأرضية وتتشكل بعد 5 -6

*Corresponding author:
E-mail addresses: fati.mohammad@sebhau.edu.ly
Article History : Received 10 March 2026 - Received in revised form 15 April 2026 - Accepted 16 May 2026

أسابيع وتكون كروية الشكل أو بيضاوية يتراوح قطرها بين 12 – 25 مم.[6] تكون الأوراق في بداية الإنبات بسيطة أما الأوراق التالية تكون مركبة ريشية حيث تنتهي بوريقة طرفية كبيرة بيضاوية الشكل تتكون من 3 – 5 أزواج من الوريقات البيضاوية التي تحمل جانبا على محور الورقة وتترتب الأوراق على الساق بشكل حلزوني [7]. يعتبر محصول البطاطس هو أحد المحاصيل الهامة من الناحية الغذائية حيث يشغل الترتيب الرابع بعد القمح والأرز والذرة والترتيب الأول في انتاج الطاقة والثاني في انتاج لبروتين بعد فول الصويا ويبلغ انتاج المساحة المزروعة عالميا من هذا المحصول حوالي 24 مليون فدان، وأكثر من 125 دولة تنتج حوالي 250 طن بطاطس وتحتل البطاطس المركز الأول بين المحاصيل التصديرية حيث ارتفع متوسط البطاطس المصدرة خلال 1995 – 1996 لبعض دول الاتحاد الأوروبي والدول العربية إلى حوالي 430 ألف طن [8][9].

تحتوي البطاطس على كمية كبيرة من السكريات على شكل نشويات ولكنها تعتبر سكريات بطيئة أي أنها تساعد على النشاط والقوة وتحتوي كذلك على مواد كيميائية تساعد في تقليل ضغط الدم الشرياني وأيضا لها فوائد صحية للجسم وهي ملينة للمعدة لإحتوائها على ألياف، غذاء شعبي سهل الهضم، تعتبر خير واق من سرطان الأمعاء لإحتوائها على نسبة من الأملاح المعدنية.

يحتوي 100 غرام من البطاطس على 75% من وزنه ماء و12% ألياف و25% نشويات و20% كربون و10% دهون و13 جرام من أملاح الكالسيوم و1 جرام حديد وفيتامين C [10] [11].

يُعد الإكثار التقليدي لنبات البطاطس باستخدام الدرنات من الطرق الشائعة، إلا أنه يعاني من عدة مشكلات من أهمها انخفاض معدل الإكثار وانتقال الأمراض والفيروسات وتدهور نوعية البذور مع مرور الزمن. لذلك برزت تقنيات زراعة الأنسجة كبديل فعال، حيث تتيح إنتاج أعداد كبيرة من النباتات السليمة والخالية من الممرضات خلال فترة زمنية قصيرة، مما يسهم في تحسين جودة الإنتاج وزيادة الكفاءة الزراعية، وقد أكدت العديد من الدراسات الحديثة على الدور الحيوي لهذه التقنيات في تجاوز محدودية الإكثار التقليدي[16] .

تهدف الدراسة إلى:-

تحفيز المرستيمات القمية على تكوين كالس وتمايز أفرع خضرية ثم تكوين نبات تام.

مواد وطرق العمل:-

أجريت جميع التجارب على المرستيمات القمية في معمل زراعة الأنسجة النباتية بقسم علم النبات باستخدام غرفة الشفط الإنسيابي. واستخراج المرستيمات ومن تم وضعها في كحول إيثيلي 70% لمدة دقيقة وفي هيبوكلوريت الصوديوم 1% لمدة 5 دقائق بواقع 3 مرات متتالية واستخدم وسط MS بدون هرمونات وأيضا وسط MS مضافة إليها بعض هرمونات بـثلاثة تراكيز (0.5 – 1 - 2 mg/l) الهرمونات:-

, IAA (2,4-D) (dichloro phenoxy Acetic Acid) , Kin(Kinetin) Gibberellic ((Indole -3- acetic acid), -Napthalene acetic Acid) NAA acid (GA_3)

Benzylaminopurine (BAP) Ad (Adenine) تمت زراعة مرستيم واحد في كل أنبوبة ضمن كل معاملة هرمونية، مع استخدام 12 مكرراً (أنبوبة) لكل هرمون، عقمت الغرفة لمدة 15 دقيقة وأجريت جميع التجارب باستخدام غرفة الشفط الانسيابي ثم وضعت المرستيمات في الوسط الغذائي تم وضع مرستيم واحد في كل أنبوبة وعدد الأنابيب المستخدمة 18 أنبوبة لكل هرمون مستخدم للدراسة وضبطت درجة الحموضة (PH) عند 5.7 – 5.8 في الظلام لمدة 7 أيام وعند درجة حرارة 25 ^{0} م وبعدها وضعت في الضوء لفترة ضوئية 16 ضوء و8 ظلام وسجلت الملاحظات أسبوعيا [12]. وصورت العينات باستخدام آلة تصوير Samsung ($J6^+$).

نقلت أجزاء من البراعم الجانبية والأجنة الزيجوتية بعد استنباتها على MS (skoog, Murashige) (1962) ووضع في المثبت FAA (Formalin – Alcohol – Acetic acid) ثم وضعت في سلسلة من تراكيز مختلفة من الكحول الإيثيلي (70% - 80% - 90% - 100% - 100% لمدة ساعة واحدة لكل منها، وطمرت في البرافين والأكسالين (3 :1) لعمل قالب من البرافين على هيئة مكعبات ثم قطعت باستخدام الميكروتوم (12– 20 µm) لعمل شريط من البرافين محتويا على وُضِعت العينات في سلسلة كحول إيثيلي متدرجة التراكيز (70%، 80%، 90%، 100%، 100%) لمدة ساعة لكل تركيز لغرض إزالة الماء تدريجيًا، ثم نُقلت إلى الزايلين لإتمام عملية الشفافية، وبعد ذلك شُرِبت ودمجت في البارافين لتكوين قوالب صلبة. قُطِّعت العينات باستخدام جهاز الميكروتوم إلى مقاطع رقيقة بسمك يتراوح بين 12– 20 ميكرومتر، ثم ثُبِّتت المقاطع على شرائح زجاجية وصُبغت باستخدام صبغتي السفرانين والأزرق الأنيليني لإظهار التراكيب النسيجية. بعد ذلك، غُطِّيت الشرائح باستخدام وسط تثبيت ((Canada balsam، وجُفِّفت في الحضانة عند درجة حرارة 37°م، ثم فُحِصت وسُجِّلت الملاحظات تحت المجهر الضوئي [15].

التحليل الإحصائي:-

اعتمدت هذه الدراسة باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS –V23)، وتم إجراء الاختبارات البعدية باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) لتحديد مواضع الفروق [14].

النتائج:-

أولا استنبات المرستيمات القمية:-

1/ MS بدون هرمونات:-

عند استنبات 12 مرستيم قمي لوحظ زيادة في طول 6 مرستيمات بحوالي 0.1 مم بعد 17 يوما من الاستنبات بنسبة 33% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع.

2/ MS + IAA (1 ملجم / ل):-

بعد زراعة 18 مرستيم لوحظ استجابة 6 مرستيمات بعد 17 يوما من استنباتها وتكوين كالس بني اللون وبداية استطالة نسيج خضري بحوالي 0.1 مم وبنسبة 33% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع (صورة 1).

3/ MS + IAA (0.5 ملجم / ل):-

استجابة 6 مرستيمات من 18 مرستيم تم زراعتها ولوحظ تكوين نسيج أخضر متمايز مع ظهور أوراق صغيرة، زادت في طولها حوالي 0.1 مم بعد 17 يوما من استنباتها وبنسبة 33% ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع لذلك تم إعادة استنباتها على نفس الوسط ولكن لم يلاحظ أي نمو بعد 17 يوما من إعادة الاستنبات وتغير لونها للبني (صورة 2).

4/ MS + NAA (1 ملجم / ل):-

عند استنبات 18 مرستيم استجابة 6 مرستيمات قمية وتكوين كالس مع

زيادة في طولها بحوالي 0.1 بعد 17 يوما بنسبة استجابة 33% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع (صورة 3).

5/ NAA + MS (0.5 ملجم / ل): -

استجابة 6 مرستيمات قمية من 12 مرستيم تم زراعته بزيادة في طول المرستيم حوالي 0.1 مم بعد 17 يوما من زراعتها بنسبة استجابة 50% ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع فأعيد استنباتها على نفس الوسط ولم يلاحظ أي استجابة بعد 17 يوما من استنباتها وتغير لون المرستيمات للبني بعد 4 أسابيع.

6/ 2,4 D + MS (1 ملجم / ل): -

بعد زراعة 12 مرستيم لوحظ استجابة 6 مرستيمات بعد 17 يوما من استنباتها بزيادة في طولها 0.1 مم وبنسبة 50% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع.

7/ 2,4 D + MS (0.5 ملجم / ل): -

تم زراعة 12 مرستيم واستجابة العينات المزروعة بنسبة 50% حيث لوحظ بداية تكوين استطالات بيضاء دقيقة تشبه الجذور الأولية، وزيادة في طول 6 من المرستيمات القمية بحوالي 0.2 مم بعد 21 يوما من زراعتها ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع، وبعد إعادة استنبات المرستيمات على نفس الوسط لم يلاحظ أي استجابة بعد 17 يوما من زراعتها وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع (صورة 4).

8/ Ad + MS (2 ملجم / ل): -

تم زراعة 12 مرستيم واستجابة العينات المزروعة بنسبة 50% حيث لوحظ زيادة في طول 6 من المرستيمات القمية بحوالي 0.2 مم بعد 21 يوما من زراعتها ولوحظ تغير لون المرستيمات للبني بعد 4 أسابيع.

9/ Ad + MS (1 ملجم / ل): -

تم زراعة 12 مرستيم واستجابة العينات المزروعة بنسبة 58.3% حيث لوحظ تكوين كالس أبيض مائل للاصفرار ذو طبيعة مفتتة، مع ظهور نموات خيطية تشير إلى بداية التمايز النسيجي. وزيادة في الطول بحوالي 0.2 مم و4 مرستيمات قمة بدأت بتكوين بدايات أوراق بطول 0.3 مم بعد 21 يوما من زراعتها ثم لوحظ ضعف في النمو بعد 4 أسابيع لذلك أعيد زراعتها على نفس الوسط فلوحظ زيادة في حجم المرستيم بحوالي 0.3 مم بعد 17 يوما من زراعتها ولوحظ تغير لون المرستيمات للبني بعد 4 أسابيع (صورة 5).

10/ Ad + MS (0.5 ملجم / ل): -

تم زراعة 12 مرستيم واستجابة العينات المزروعة بنسبة 50% حيث لوحظ زيادة في طول 6 من المرستيمات القمية بحوالي 0.2 مم بعد 21 يوما من زراعتها ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع، وبعد إعادة استنبات المرستيمات على نفس الوسط لم يلاحظ أي استجابة بعد 17 يوما من زراعتها وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع (صورة 6).

11/ BAP + MS (1 ملجم / ل): -

عند استنبات 18 مرستيم قمي لوحظ زيادة في طول 6 مرستيمات بحوالي 0.1 مم بعد 17 يوما من الاستنبات بنسبة 33% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع.

12/ BAP + MS (0.5 ملجم / ل): -

استجابة 6 مرستيمات من 18 مرستيم تم زراعتها ولوحظ زيادة في طولها حوالي 0.2 مم بعد 17 يوما من استنباتها وبنسبة 33% ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع لذلك تم إعادة استنباتها على نفس الوسط ولكن لم يلاحظ أي نمو بعد 17 يوما من إعادة الاستنبات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع.

13/ Kin + MS (1ملجم / ل): -

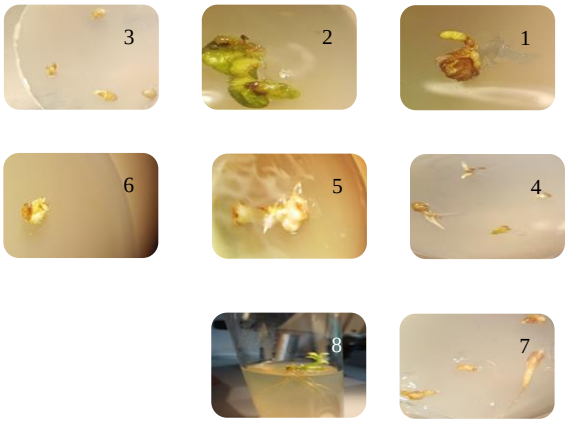
استجابة 6 مرستيمات من 18 مرستيم تم زراعتها ولوحظ تكوين كالس مع استطالة واضحة تشبه البراعم أو الجذور، مما يشير إلى بدء التمايز العضوي وزيادة في طولها بحوالي 0.2 مم بعد 17 يوما من استنباتها وبنسبة 33% ولوحظ توقف نمو المرستيمات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع (صورة 7).

14/ Kin + MS (0.5 ملجم / ل): -

استجابة 6 مرستيمات من 18 مرستيم تم زراعتها حيث لوحظ تكوين كالس وزيادة في طولها حوالي 0.2 مم وبداية تكوين جذور بعد 17 يوما من استنباتها وبنسبة 33% ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع لذلك تم إعادة استنباتها على نفس الوسط ولكن لم يلاحظ أي نمو بعد 17 يوما من إعادة الاستنبات وتغير لونها للبني بعد 4 أسابيع.

15/ GA_3 + MS (0.5 ملجم / ل): -

استجابة العينات المزروعة بنسبة 66% من 18 مرستيم حيث لوحظ أن 2 من المرستيمات زاد طولها بحوالي 0.2 مم وكان لونها أخضر فاتح و6 مرستيمات كونت وريقات عددها 1 – 2 وكانت هناك 4 مرستيمات كونت وريقات و3 جذور أطوالها على التوالي (0.3 – 0.5 – 1.3) ملم وساقين طولهما (0.3 – 0.4) ملم بعد 21 يوم من زراعتها و6 من المرستيمات لم تعطي أي استجابة ولوحظ ضعف نمو المرستيمات بعد 4 أسابيع لذلك أعيد استنباتها على نفس الوسط فلوحظ نمو 6 مرستيمات وتغير لونها للأخضر الفاتح وتكوين كالس مفتت أبيض مصفر و6 مرستيمات كونت جذور عددها 5 أطوالها على التوالي (0.1 – 0.4 – 0.5 – 0.6 – 0.7) ملم وكان طول النبتة (0.7 – 0.8 – 1.5) سم أي تكوين مجموع خضري وجذري واضح بعد 17 يوما من زراعتها بنسبة استجابة 100% ولوحظ توقف نمو النبتة بعد 4 أسابيع وتغير لونها للبني (صورة 8).



شكل (1) صورة (1) كالس بني مصفر صورة (2) كالس وبداية تكوين وريقات صورة (3) كالس صورة (4) بداية تكوين جذور صورة (5) كالس وتكوين بدايات أوراق صورة (6) كالس صورة (7) بداية تكوين جذور صورة (8) تكوين نبات تام.

جدول (1) تأثير منظمات النمو على المرستيمات القمية

المتغير	الهرمونات	المتوسطات	الانحراف المعياري	احصاءة اف F-test	القيمة الاحتمالية P-value
المرستيم	الشاهد	0.10	.00	18.42	**0.0001**
	MS	0.23	.24		
	Ad 2mg	0.42	.44		
	Ad 1mg	0.71	.43		
	Ad 0.5 mg	0.47	.49		
	BAP 1mg	0.19	.26		
	BAP 0.5 mg	0.18	.11		
	Kin 1mg	0.27	.28		
	Kin 0.5mg	0.32	.33		
	NAA 1mg	0.22	.23		
	NAA 0.5mg	0.37	.33		
	IAA 1mg	0.08	.08		
	IAA 0.5mg	0.12	.13		
	2,4-D 1mg	0.28	.29		
	2,4-D 0.5mg	0.14	.13		
	GA3 0.5MG	0.94	.03		

توضح النتائج المعروضة في الجدول (1) المتوسطات والانحراف المعياري والقيمة الاحتمالية لمستويات العامل المدروس (المرستيم)، حيث تشير نتائج التحليل لهذه البيانات إلى وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات هذه المجموعات حيث كانت القيمة الاحتمالية لهذه المجموعات أصغر من مستوى المعنوية (P-value=0.00<0.05). وبشكل عام نلاحظ أن أعلي متوسط عند مجموعة هرمون (GA_3 0.5 ملجم) بينما أقل متوسط كان عند مجموعة هرمون (IAA 1 ملجم) حيث تساوت مع الشاهد. كما تم توضيح هذه المتوسطات عن طريق الاعمدة البيانية.

(IAA 1 ملجم) ثانيا: - التركيب التشريحي للمرستيمات القمية على وسط MS.

النتائج من الناحية التشريحية: -

المرستيم القمي: - من الناحية التشريحية لوحظ خلايا برانكيمية صغيرة الحجم متساوية الأقطار ذات جدران رقيقة تحتوي على كميات كثيفة من السيتوبلازم. وتحتوي على صف واحد من الخلايا البرانكيمية صغيرة الحجم وتحتوي على سيتوبلازم كثيف ثم يليها عدة طبقات من خلايا برانكيمية مختلفة الأحجام والأشكال تحتوي على كميات متساوية من السيتوبلازم ممتدة إلى وسط القاع (صورة 1).

1/ MS بدون هرمونات: -

خلايا برانكيمية مختلفة الأشكال والأحجام وبعض الخلايا تحتوي على كميات كثيفة من السيتوبلازم بعد 17 يوم من زراعتها (صورة 2).

2/ MS +2,4-D (1 ملجم /ل): -

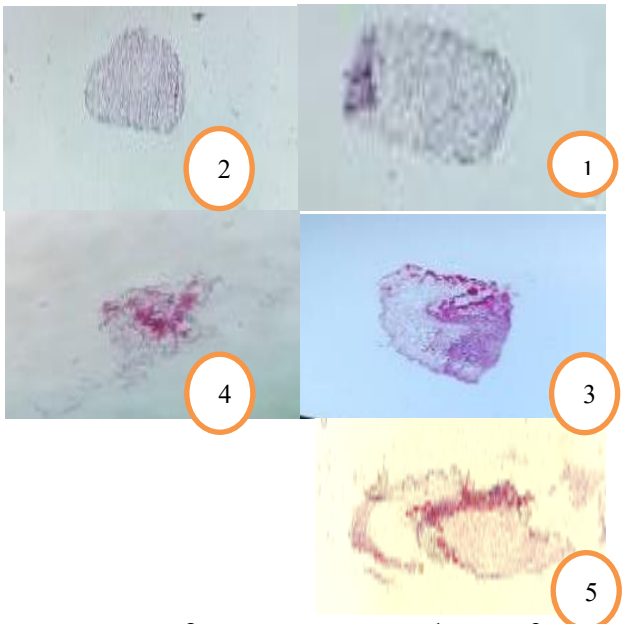
لوحظ خلايا برانكيمية منتشرة مختلفة الأشكال والأحجام تحتوي على كميات متفاوتة من السيتوبلازم وأيضا أوعية خشب ناقصة حلزونية الشكل، وتحتوي بعض الخلايا على نواة واضحة (صورة 3).

3/ MS + IAA (1 ملجم /ل): -

خلايا برانكيمية رقيقة الجدران مختلفة الأحجام والأشكال، كما لوحظ وجود نمو خارجي على شكل فرع مكون من خلايا برانكيمية تحتوي بعضها على نواة بارزة (صورة 4).

4/ MS + Ad (1 ملجم /ل): -

لوحظ خلايا برانكيمية رقيقة الجدار تتفاوت في كمية السيتوبلازم ولوحظ بداية تكون أفرع من خلايا برانكيمية من عدة طبقات ذات سيتوبلازم قليل وخلايا برانكيمية متشابهة الأقطار ذات سيتوبلازم كثيف (صورة 5).



شكل (3) صورة (1) المرستيم القمي. صورة (2) خلايا برانكيمية مختلفة. صورة (3) خليا برانكيمية وأوعية خشب ناقصة مع نواة بارزة. صورة (4) نمو خارجي على شكل فرع. صورة (5) بداية تكوين أفرع.

المناقشة: -

تستخدم العديد من الأكسينات والسيتوكينات على نطاق واسع في تمايز المستأصلات النباتية [9] أثبتت الدراسة بأن إضافة حمض GA_3 إلى وسط MS أعطى أفضل استجابة وكذلك أعلى متوسط لاستنبات المرستيمات القمية حيث يعزى ذلك إلى كفاءة GA_3 في تحفيز النمو الخضري واستطالة الخلايا عند استخدام التراكيز المنخفضة حيث يتوافق مع [2]. أشار [17] أن الجبريلينات تلعب دوراً تكميليا مع السيتوكينينات في تنظيم النمو داخل الخلايا. في هذه الدراسة لوحظ إضافة IAA إلى الوسط الغذائي المستخدم سجل أقل متوسط لاستنبات المرستيمات القمية حيث يرجع ذلك إلى أن إضافة التراكيز المرتفعة نسبيا من الأوكسينات قد يؤدي إلى تثبيط تكوين البراعم أو تحفيز الكالس. إن نجاح زراعة الأنسجة النباتية يعتمد على درجة كبيرة على اختيار الهرمونات النباتية المناسبة وخاصة عند استنبات أنسجة حساسة مثل المرستيمات القمية [18] [9] [20].

أشار [11] إن أفضل تركيز لاستخدام GA_3 على استنبات المرستيمات القمية

لنبات البطاطس يتراوح (0.4 ملجم / ل إلى 0.5 ملجم/ ل) حيث ما يتوافق مع نتائجنا موضوع الدراسة.

لوحظت استجابات مختلفة للمرستيمات القمية عند زراعتها على وسط MS بتراكيز مختلفة من الأوكسينات والسيتوكينينات، ويُعزى ذلك إلى نوع الهرمون وتركيزه والتداخل الهرموني بينها، حيث تؤثر هذه العوامل على الاستجابات الفسيولوجية والتعبير الجيني في نبات البطاطس، وهو ما أكدته دراسة [13].

المراجع العربية

1 / الزعبي، م. ب.، والطلافحة، ع. (2012). النظام الإحصائي: فهم وتحليل البيانات الإحصائية (الطبعة الثانية). عمّان: دار وائل للنشر، الجامعة الأردنية.

المراجع (References)

1 - ,Stasiak, M., Molenda, M., Horabik, J., Mueller, P., & Opaliński I.)2014(. Mechanical properties of potato starch modified by moisture content and addition of lubricant.

2- .Khatun, M., Hossain, M. S., Khalekuzzaman, M., & Rownaq, A Comparative study on meristem culture of three potato .)2015(cultivars) Diamant Cardinal and ,Granula) and their shoot ,formation. Department of Genetic Engineering and Biotechnology University of Rajshahi, Bangladesh.

3- & ,.do Nascimento, R. F., Canteri, M. H. G., Rodrigues, S. A Bittencourt, J. V. M.)2020(. Optimization of processing parameters to control Maillard browning in ready-to-eat processed potatoes.

4- FAO.)2019(. World Food and Agriculture: Statistical Pocketbook 2019. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

5- .)Prakash, S., Naik, P. S., & Karihaloo, J. L.)2007 Micropropagation for production of quality potato seed in Asia-Pacific. In APCoAB, New Delhi.

6- ,Laboney, U. Z., Biswas, G. C., Abdullah-Al-Shoeb, M., & Miah M. A.)2013(. Callus induction and regeneration of potato from shoot tip culture.

7- Omidi, M., & Shahpiri, A.)2003(. Callus induction and plant regeneration in vitro in potato. Acta Horticulturae, 619, 315–322.

8- (.Haque, A. U., Samad, A. M., & Shapla, T. L2009) In vitro callus initiation and regeneration of potato. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 34, 449–456.

9- Stojkova, I., Stojanova, M., & Ivanovski, I.)2016(. Shoot culture .).of in vitro microtuberisation of potato)Solanum tuberosum L Scientific Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference "Agricultural Machinery."

10- Gregorini, G., & Lorenzi, R.)1974(. Meristem-tip culture of potato plants as a method of. improving productivity. Potato Research, 17, 24–33.

11- ,.Azad, M. A. K., Khatun, Z., El-Jaoual Eaton, T., Hossen, M. I Haque, M. K., & Soren, E. B.)2020(. Generation of virus-free potato plantlets through meristem culture and their. .field evaluation American Journal of Plant Sciences, 11)11(, 1827–1846.

12- Murashige, T., & Skoog, F.)1962(. A revised medium for rapid growth and bio assays. with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15(3), 473–497

13- Kolachevskaya OO, Myakushina YA, Getman IA, Lomin SN, Deyneko IV, Deigraf SV, Romanov GA. (2021). Hormonal regulation and crosstalk of auxin/cytokinin signaling pathways in potatoes in vitro and in relation to vegetation or tuberization stages. Int J Mol Sci. 22(15): 8207. doi:10.3390/ijms22158207.

14 - .Hajare, S. T., Chauhan, N. M., & Kassa, G micropropagation of potato)Solanum tuberosum L.(Gudiene and Belete varieties from Ethiopia. Journal of Plant Studies, 2021, 1–12.

15/ Cerritos-Castro IT, Patrón-Soberano A, Barba-de la Rosa AP. (2026). Plant microtechnique with resin: Towards plant histolomics. Plants (Basel). 15(4): 643. doi:10.3390/plants15040643.

16/ Jácome Sarchi GA, Coronel Montesdeoca NT, Hernández F, Martínez RTS. (2025). In vitro techniques for seed potato (Solanum tuberosum L.) tuber production: A systematic review. Plants (Basel). 14(17): 2777. doi:10.3390/plants14172777.

17 - Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. S.)2015(. Plant Physiology and Development)6th ed.(. Sinauer Associates / Oxford University Press.

18 - .Dessoky, E. S., Attia, A. O., Ismail, A. I., & El-Hallous, E. I In vitro propagation of potato under different hormonal .)2016(combinations. Taif University & Agricultural Research. ,Centre Egypt.

19 - .)George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G.-J.)Eds.(.)2008 Plant Propagation by Tissue Culture, Volume 1: The Background 3rd ed.(. Springer, Dordrecht(.

20- Gomez, K. A., & Gomez, A. A.)1984(. Statistical Procedures for Agricultural Research(.2nd ed)New York: John Wiley & Sons .