تأثير الفحم النباتي الفعال ونوع العقل في تكوين الدرنات الدقيقة للبطاطا صنف Gardenal خارج الجسم الحـــــي[+]

In vitro Effect of Actiavted Charcoal and microcutting type on microtuberization of potato Cv. Gardenal

موسى محمـــد حمـــزه[*]

المستخلص:-

أخـــذت البراعـــم الخضرية النامية مـــن درنات البطاطا صنف گارديناﻟ Gardenal بطول (٠,٣ ــ ٠,٥ سم) وغسلت بالماء الجاري ثم عقمت بمحلول هايبوكلورات الصوديوم، وزرعت على الوسط الغذائي MS الخـــاص بالأكثار. حضنت الزروعات في المختبر على درجة حرارة ٢٥° م ± ٢ ومدة إضاءة ١٦ ساعة/ يوم وشـــدة أضـــاءه ١٠٠٠ لوكس ولمدة ٣٥ يوم. قطعت النموات الخضرية الناتجة من الزراعة النسيجية الى ثلاثة انواع من العقل هي (العقل القاعدية، الوسطية والطرفية) بطول (١ــ ٢ سم)، زرعت على وسط MS خاص بتكوين الدرنات الدقيقـــة يحتوي على ٨% سكروز مع تراكيز مختلفة من الفحم النباتي الفعـــال(٠,٠ ، ٠,٥ ، ١,٠ ، ١,٥ ، ٢,٠ ، ٢,٥ أو ٣,٠ غم / لتر). أظهرت النتائج أن للتداخل بين الفحم النباتي الفعال ونوع العقل المزروعـــة تـــأثيراً معنويـــاً علـــى الصفات المدروسة فقد تفوقت العقل القاعدية مع التركيز ٢ غم/ لتر فحم في أعطاء اعلى معدل وزن وحجـــم وعـــدد عيون للدرنات الدقيقة، في حين أعطت العقل الوسطية مع التركيز ٢,٠ غم/ لتر فحـــم أعلـــى معـــدل لعـــدد آلآفـــرع الخضرية.

ABSTRACT:

Tips of sprouts (0.3 – 0.5 cm) produced from the tubers of potato cultivar Gardenal were washed with tap water and disinfected with NaOCl then cultured onto proliferation medium.The cultures were incubated for 35 days at 16 hours photoperiod at 25 ± 2 °C under 1000 lux light intensity. *In vitro* – proliferated shoots were cut into1 - 2 cm length three types of microcuttings (i.e apical, subapical and basal) were cultured onto Murashige and Skoog (MS) medium suplimented with 8% sucrose for microtuberization. Activated Charcoal treatments (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 or 3.0 g /l) were added to the microtuberization medium.The weihgt, size, and eyes number of microtubers were significantly increased when basal microcuttings were cultured on microtuberization medium supplimented with (2 g/l) charcoal while (2 g/l) charcoal with the subapical cuttings resulted in high proliferation rate.

المقدمـــــة

البطاطا (Potato) *Solanum tuberosum* من نباتات العائلة الباذنجانية *Solanaceae* وهي مـــن محاصيل الخضر الاقتصادية المهمه، وتعد مصدرا غذائيا لكثير من سكان العالم وذالك لاحتوئها على نسبة عالية مـــن الكاربوهيدرات والبروتينات كما تحتوي على الاحماض العضوية والفيتامينـــات والعناصـــر المعدنيـــة الاخـــرى [1]. أستخدمت زراعة الانسجة النباتية في اكثار البطاطا بطرق مختلفة منها انتاج الدرنات الدقيقة Microtubers والتي

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/٧/٢١ ، تاريخ قبول النشر ٢٠١٠/٣/١٨

[*] مدرس / المعهد التقني / المسيب

تجرى تحت ظروف معقمة لذلك يمكن ان تعد خالية تماما من الامراض خاصة الفيروسية، وهذه الطريقة ذات اهمية اقتصادية على المستوى التجاري كونها تنتج اعداد كبيرة من الدرنات الدقيقة داخل غرفة النمو growth chamber باقطار دقيقة (٢ ــ ٥) ملم لا يتجاوز وزنها غراما واحدا [2]. اما الطريقة الثانية هو انتاج شتلات البطاطا الناتجة من زراعة المرستيم القمي Apical meristem بطول (٣ – ٥) ملم على وسط MS [3] ثم زراعتها مباشرة في التربة. ان المرستيم الاكبر يعطي فرصة اكثر للنجاح في الزراعة خارج الجسم الحي، بالمقابل فأن صغر حجم المرستيم يعطي فرصة اكبر لخلوه من الفيروسات [4]. ان زراعة اجزاء العقل الناتجة من الزراعة النسيجية والتي تنمو بها البراعم الطرفية او الابطية غالبا ما تستعمل لاكثار الافرع الخضرية وان وسط MS هو اهم الاوساط واكثرها انتشارا في اكثار الآفرع الخضرية الدقيقة للبطاطا. وعند اضافة السكروز بتراكيز (٦% ــ ٨%) الى الوسط الغذائي MS شجع العقل على تكوين الدرنات الدقيقة بغض النظر عن منظمات النمو المضافة وقد عرف منذ زمن بعيد ان التراكيز العالية للسكروز مهمه في عملية تكوين الدرنات [5]. ان اضافة الفحم النباتي الفعال (AC) Aetivated Charcoal الى الاوساط الغذائية الصلبة يحفز نمو وتمايز الاعضاء وتكوين الاجنة Embryogenesis في العديد من الانواع النباتية [6]. فقد ذكر [7] ان تأثيرات مسحوق الفحم النباتي الفعال الى الوسط الصلب يسبب اسوداد الوسط الغذائي وبذلك يكون مشابها الى الاوساط الطبيعية من حيث نمو الجذور والمدادات في الظلام، كذلك يؤدي الى ادمصاص Adsorption المركبات السامة التي تعيق النمو للجزء النباتي المزروع. كما ان الفحم النباتي الفعال يدمص منظمات النمو النباتية من الوسط الغذائي، فقد وجد ان كلاً من الاوكسين IAA والسايتوكاينين 2ip يعدان من اسرع الهرمونات في قابلية اتحادها مع الفحم وكذلك وجد ان كلاً من(BA, kinetin, NAA) لها القابلية على الاتحاد بالفحم النباتي الفعال [6]. لذا أجريت هذة الدراسة لمعرفة اهمية نوع العقل وتأثير الفحم في انتاج وتكوين الدرنات الدقيقة خارج الجسم الحي .

المواد وطرائق العمل

أخذت درنات البطاطا صنف Gardenal وهي تقاوي مصدقة من الرتبة (A) ذات أحجام متجانس وغسلت بالماء الجاري لآزالة المواد العالقه منها، ثم حضنت الدرنات في المختبر تحت درجة حرارة ٢٥° م ± ٢ وإضاءة غير مباشرة، وبعد إسبوعين من الحضانة أصبحت البراعم الخضرية النامية على الدرنات بطول (١– ٢) سم، فصلت البراعم الخضرية من الدرنات وغسلت بالماء الجاري لمدة ٣٠ دقيقة ثم عقمت بمحلول هايبوكلورات الصوديوم بتركيز ١,٥% ولمدة ١٥ دقيقة داخل جهاز التعقيم الهوائي الطبقي(Laminar air flow cabinet) ثم قصرت الى طول (٠,٣ – ٠,٥ سم) وزرعت على الوسط الغذائي MS (شكل١) الحاوي على ٢ غم فحم نباتي/ لتر مع اضافة ٣% سكروز و٧,٠ غم/لتر آكار (Agar) داخل انابيب الاختبار قياس ٢٥×١٥٠ ملم، عدلت الدالة الهيدروجنية (pH) الى ٥,٧ ثم حضنت الزروعات في غرفة النمو تحت درجة حرارة ٢٥ °م ± ٢ ومدة أضاءة ١٦ ساعة / يوم وشدة أضاءة ١٠٠٠ لوكس ولمدة ٢١ يوم، حيث أصبحت النبيتات النامية بطول (٨ – ١٠ سم)، عزلت المرستيمات القمية لهذه النبيتات بطول (٠,٣ – ٠,٥ ملم) مع زوج من بادئات الاوراق وزرعت على نفس مكونات الوسط الغذائي السابق داخل انابيب الأختبار ثم حضنت في المختبر وتحت نفس الظروف وبعد ٣٥ يوم اصبحت النبيتات النامية بطول (١١– ١٣ سم)، (شكل ٢). أخذت النبيتات Plantlets وضعت في اطباق بتري داخل جهاز التعقيم الهوائي الطبقي وأزيلت الجذور، ثم أخذت منها العقل القاعدية، العقل الوسطية والعقل الطرفية بطول (١– ٢) سم وتحتوي على عقده واحدة لكل عقلة، وزرعت داخل أوعية زجاجية سعة ٢٥٠ مل تحتوي على وسط MS خاص بتكوين الدرنات الدقيقة مضافاً اليه ٨% سكروز مع تراكيز مختلفة من الفحم النباتي الفعال (٠,٠ ، ٠,٥ ، ١,٠ ، ١,٥

، ٢,٠ ، ٢,٥ أو ٣,٠ غم/ لتر) بواقع خمسة عقل/ دورق ونقلت الى غرفة النمو وحضنت على درجة حرارة ١٨ ْم ±١ ومدة إضاءة ٨ ساعة/ يوم ولمدة ٨ –

١٢ أسبوع لتحفيز

شكل (1) توضح زراعة البراعم الخضرية في وسط MS

شكل (٢) توضح نمو المرستيمات القمية بعد ٣٥ يوم من الزراعة

شكل (٣) توضح تكوين الدرنات والافرع على العقل الطرفية والوسطية

شكل (٤) تكوين الدرنات الدقيقة على العقل القاعدية

تكوين الدرنات الدقيقة، لقد تكونت الأفرع الخضرية على العقل الوسطية والطرفية بعد أسبوع من التحضين (شكل ٣). بدأت عملية تكوين الدرنات الدقيقة على العقل القاعدية بعد اسبوعين من الزراعة وتكاملت بعد شهرين (شكل ٤)، حصدت الدرنات بواسطة الملاقط والمشارط وغسلت بالماء الجاري وتركت في اطباق بتري مكشوفة داخل المختبر الى اليوم التالي للتخلص من الرطوبة السطحية ثم أخذت القراءات لآوزان الدرنات(ملغم) وعدد العيون/ درنة وعدد الدرنات الدقيقة وعدد الافرع الأخضرية/ عقلة أما حجم الدرنات فقد أستخدمت القدمة (Vernier) لتحديد أقطارها (ملم) [8] وبواقع ٥ مكررات/ معاملة ولجميع الصفات المدروسة. تم تحليل البيانات إحصائياً بأستخدام التجارب العاملية وفق التصميم العشوائي الكامل CRD (Completely Randomized Design)، ثم قورنت المتوسطات عند اقل فرق معنوي بمستوى إحتمالية ٠,٠٥ [9] .

النتائج والمناقشة

تشير نتائج الجدول (١) الى وجود فروقات معنوية بين انواع العقل المزروعة لصنف البطاطا كَاردينال في معدل الصفات المدروسة، فقد تفوقت العقل القاعدية المزروعة على الوسط الغذائي MS الخاص بتكوين الدرنات الدقيقة على بقية انواع العقل الآخرى وأعطت اعلى معدل وزن وقطر وعدد عيون/ درنة بلغت (207.78 ملغم، 3.51 ملم، 3.42) على التوالي. قد يعزى السبب في ذلك الى ان العقل القاعدية تكون ذات عمر فسلجي اكبر من العقل الاخرى، وهذه النتائج تتفق مع [10] حيث وجد ان العقل القاعدية ذات العمر الفسلجي الاعلى تعطي درنات دقيقة ذات وزن وحجم وعدد عيون اكثر وذلك لاحتوائها على السايتوكاينينات وخاصة هرمون البنزل ادنين Benzyl Adenine والكاينتين Kinetin حيث لهما دور كبير في تنشيط وتكوين الدرنات الدقيقة خارج الجسم الحي بكميات اعلى من العقل الاخرى والمأخوذة من نفس النبيتة Plantlet. في حين أنخفض عدد الافرع الخضرية للعقل القاعدية مما أدى إلى إنخفاض ملحوظ في عدد الدرنات الدقيقة مقارنة بالعقل الآخرى، حيث أعطت العقل الوسطية أعلى معدل عدد درنات دقيقة وأفرعاً خضرية بلغت (3.01 و4.74) على التوالي وقد تفوقت معنوياً على بقية أنواع العقل. يلاحظ ايضا" إن العقل الطرفية هي الاخرى تفوقت معنوياً على القاعدية في معدل عدد الافرع الخضرية وفي عدد الدرنات الدقيقة. وقد يعزى السبب في ذلك الى إن العقل الطرفية والوسطية قد أحتوت على عقداً أكثر بلغت (١٠-١٢ عقده) بينما أعطت العقل القاعدية (٣- ٥ عقده) وأن هذه الزيادة في عدد العقد ساعد على أعطاء أفرعاً خضرية

وعدد درنات دقيقة بنسب أعلى مـــن العقل القاعدية. وهذه النتائج تتفق مع [11] الذي وجد أن العقل القاعديـــة بعـــد تكوين الـــدرنات الـــدقيقة عليها تميل الـــى النضج المبكر وتنهي دورة حياتها بعد شهرين من الزراعة، بينما تـــستمر العقل الوسطية والطرفية في النمو والتطور حتى بعد نضج الدرنات الدقيقة عليها. ويتضح من الجدول نفسة أن للفحـــم النباتي الفعال تأثيراً معنوياً في الصفات المدروسة أذ أعطى التركيز 2 غم/ لتر أعلى معدل وزن وحجـــم وعـــدد عيون للدرنات الدقيقة، وعدد الافرع الخضرية بلغت (290.66 ملغم/ درنة، ٣,٧٣ ملم/ درنة، ٣,٧٣ عـــين/ درنة، ٤,٦٠ فرع/ عقلة) على التوالي، وبذلك تفوقت معنوياً على التراكيز الاخرى، بينما لم يظهر الفحم تأثير معنـــوي في عدد الدرنات الدقيقة، وقد يعود السبب ألى أن عملية تكـــوين الدرنات الدقيقة تعتمد بالاساس على كميـــة الـــسكروز المضافة الى الوسط الغذائي. وهذة النتائج تتفق مع [12] الذي أستعمل تراكيز مختلفة من السكروز والفحـــم النبـــاتي الفعال في أنتاج الدرنات الـــدقيقة حيث وجـــد إن زيادة كمية السكروز فـــي الوسط الغذائي قـــد أثرت معنويـــاً فـــــي عـــدد الـــدرنات الـــدقيقة في حين لـــم يكـــن للفحم أي تأثير معنوي فـــي عـــدد الـــدرنات الـــدقيقة.

جدول (١) تأثير نوع العقل والفحم النباتي الفعال (AC) والتداخل بينهما في الصفات المدروسة لنبات البطاطا صنف كارديناك

تركيز الفحم غم/ لتر	نوع العقل	وزن الدرنات الدقيقة/ ملغم	قطر الدرنات الدقيقة/ ملم	عدد العيون / درنة	عدد الدرنات الدقيقة/ عقلة	عدد الافرع الاخضرية / عقلة
0.0	القاعدية	٨٩,١	٢,٦	٢,٠	١,٤	١,٨
	الوسطية	٨٣,٢	٢,٠	٢,٠	٢,٤	٣,٢
	الطرفية	٥١,٤	٢,٠	٢,٠	٢,٠	٢,٨
0.5	القاعدية	٩٣,٦	٢,٨	٢,٩	١,٤	٢,٣
	الوسطية	٩٠,٢	٢,٠	٢,٦	٢,٨	٤,٦
	الطرفية	٦٠,٢	٢,٠	٢,٠	٢,٤	٣,٢
1.0	القاعدية	١٧٣,٢	٣,٣	٣,٦	١,٢	٢,٨
	الوسطية	١٤٢,٦	٢,٠	٣,٠	٣,٠	٤,٨
	الطرفية	١٠٣,١	٢,٠	٢,٠	٢,٦	٣,٤
1.5	القاعدية	٢٣٣,٥	٣,٩	٣,٩	١,٤	٣,٢
	الوسطية	٢٢١,٦	٢,٦	٣,٤	٣,٣	٥,٠
	الطرفية	١٠٨,٨	٢,٢	٣,٠	٢,٩	٣,٦
2.0	القاعدية	٣٣٩,٢	٤,٦	٤,٦	١,٢	٣,٢
	الوسطية	٣٢١,٥	٣,٦	٣,٨	٣,٩	٥,٩
	الطرفية	٢١١,٣	٣,٠	٢,٨	٣,١	٤,١
٢,٥	القاعدية	٢٧٥,٨	٣,٨	٣,٨	١,٤	٢,٩
	الوسطية	٢٥٧,٨	٣,١	٢,٨	٣,١	٤,٩
	الطرفية	٢٠٤,١	٢,٨	٢,٤	٢,٦	٣,٦
٣,٠	القاعدية	٢٥٠,٢	٣,٦	٣,٢	١,٢	٢,٦
	الوسطية	٢٤٣,١	٣,٠	٢,٨	٢,٦	٤,٨
	الطرفية	٢٠١,٢	٢,٦	٢,٢	٢,٠	٣,٢
L.S.D 0.05		١٢,٢	٠,٥	٠,٦	غ.م	٠,٨
تأثير العقل	القاعدية	٢٠٧,٧٨	٣,٥١	٣,٤٢	١,٣١	٢,٧١
	الوسطية	١٩٤,٢٨	٢,٦١	٢,٩١	٣,٠١	٤,٧٤
	الطرفية	١٣٤,٣٠	٢,٣٧	٢,٣٤	٢,٥١	٣,٢٢
L.S.D 0.05		١٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٣
تأثير الفحم النباتي غم/لتر	0.0	٧٤,٥٦	٢,٢٠	٢,٠	١,٩٣	٢,٦٠
	0.5	٨١,٣٣	٢,٢٦	٢,٥٠	٢,٢٠	٣,٣٦
	1.0	٩٦,٩٦	٢,٤٣	٢,٨٦	٢,٢٦	٣,٦٦
	1.5	١٨٧,٩٦	٢,٩٠	٣,٤٣	٢,٥٣	٣,٩٣
	2.0	٢٩٠,٦٦	٣,٧٣	٣,٧٣	٢,٧٣	٤,٦٠
	2.5	٢٤٥,٩٠	٣,٢٣	٣,٠	٢,٣٦	٣,٨٠
	3.0	٢٣١,٥٠	٣,٠٦	٢,٧٣	١,٩٣	٣,٥٣
L.S.D 0.05		٨,٦	٠,٢	٠,١	غ.م	٠,١

فالتراكيز العالية من السكروز قد تخلق حاله فسلجية عند قمة المدادات ينتج عنها تكوين منطقة تجمع النواتج الآيضية بشكل قوي يضمن تدفق عالي للسكروز الذي يتحلل الى سكريات بسيطة تستخدم في بناء النشأ وتراكمه اللاحق مما ينتج عنه تكوين الدرنات الدقيقة [13]. وأن التضاعف الخضري الذي حصل في اعداد الافرع، كان نتيجة لاختلال التوازن الهرموني الذي أحدثه الفحم في المناطق المرستيمية الغنية بالاوكسينات، التي ترتبط مع الفحم، حيث يساعد ذلك على ألغاء السيادة القمية في النبيتات وبالتالي يدفع بادئات البراعم الموجودة في اباط الاوراق على النمو والاستطالة وتكوين أفرع جديدة [14]. كما أن نبيتات البطاطا المزروعة داخل الوسط الغذائي تنتج كميات كبيرة من السايتوكاينينات، وعند انتقال هذه الهرمونات داخل النباتات، تعمل على ألغاء السيادة القمية وتحفيز البراعم الابطية على النمو وتكوين أفرع جديدة [15]. وللتداخل بين مستويات الفحم ونوع العقل المزروعة تأثيرا معنويا في معدل الصفات المدروسة، حيث تفوقت العقل القاعدية معنوياً في الوسط الغذائي الحاوي على ٢غم/لتر فحم على المستويات الاخرى وعلى معاملة المقارنة في معدل وزن وقطر وعدد عيون/درنة بلغت على التوالي (٣٣٩,٢ ملغم، ٤,٦ ملم، ٤,٦ عين) وقد يعزى السبب في ذلك الى أن الفحم النباتي الفعال يمدص المواد الفينولية المؤكسده من الوسط الغذائي المستخدم [16]، وبالتالي تحفيز الجزء النباتي على النمو بصورة أفضل. كما يلاحظ من الجدول نفسه وجود تأثير معنوي للتداخل بين مستويات الفحم النباتي الفعال بتركيز ٢,٠ غم/لترالمضافة الى الوسط الغذائي والعقل الوسطية المزروعة في عدد الافرع الخضرية بلغت (٥,٩ فرع/ عقلة) في حين لم يظهر أي تأثير معنوي للتداخل بين الفحم ونوع العقل في عدد الدرنات الدقيقة، وذلك يعود الى أن عملية تكوين الدرنات الدقيقة خارج الجسم الحي هي عملية فسلجية تتداخل فيها المواد المغذية كالسكروز ومنظمات النمو، بالاضافة الى الظروف البيئية المحيطة بوسط النشوء وأن الفحم النباتي الفعال ليس له أي دور فسلجي في زيادة عدد الدرنات الدقيقة ولجميع انواع العقل المزروعة، فالسكروز يعتبر مصدر جيد للكاربون حيث يسهل تمثيله وتحويله الى النشأ اللازم لتكوين الدرنات الدقيقة [12]، كما يعتبر السكروز منظماً ازموزياً للوسط الغذائي المستخدم، فالتراكيز العالية من السكروز تزيد من الضغط الازموزي داخل الوسط الغذائي وبالتالي شجع تراكم النشأ في قمة المدادات [17]. ويلاحظ ايضاً ان زيادة تركيز الفحم النباتي الفعال داخل الوسط الغذائي الخاص بتكوين الدرنات الدقيقة من (٠,٥ – ٣,٠ غم/ لتر) لم يظهر أي ضرر فسلجي على الجزء النباتي المزروع وان اضافة الفحم الى الوسط يجعله معتماً وبالتالي يوفر بيئة ملائمة لعملية تكوين الدرنات الدقيقة والتي يصعب احياناً توفرها تحت ظروف المختبر. نستنتج من هذه التجربة ان العقل الناتجة من الزراعة النسيجية لنبيتات البطاطا يمكن استخدامها في الاكثار الخضري والتضاعف وفي انتاج الدرنات الدقيقة وان اضافة الفحم النباتي الفعال الى الاوساط الغذائية مفيد جدا" للجزء النباتي المزروع وان افضل النتائج قد تحققت عند التركيز ١,٥ و ٢,٠ غم فحم/لتر مع العقل المزروعة.

المصـــــادر

١ــ حسن، احمد عبد المنعم. *انتاج البطاط*، الدار العربية للنشر والتوزيع، جمهورية مصر العربية، ١٩٩٩.

2-Anouymous., *The road to seed potato production*. NIVAA, The Netherland, potato consultative, Institute, Den Haag, The Netherland, 1998.

3-Murashige, T., and F. Skoog."Arevised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures" *Physiologia Plantarum*,15 : 473 – 497, 1962.

4- Sarkar, D., "About potato tissue cultures". The official of the DSE PGR and *Biotechnology*, No5, 2001.

5-Verugdenhil, D. J. Boogaard, J. Klocek, R.G.F Visser and S.M. de Bruijn. Comparison of tuber and shoot formation from *in vitro* culture potato explants. *Plant Cell Tiss . Org. Cult.*, 53.197 – 204, 1998.

٦ــ الكناني، فيصل رشيد ناصر. *زراعة الانسجة والخلايا النباتية*. جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق، ١٩٨٨.

٧ــ سلمان، محمد عباس. *اساسيات زراعة الخلايا والانسجة النباتية*. جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق، ١٩٨٨.

٨ــ الخزعلي، فلاح حسن عيسى. *تأثير الجبرلين ومركبات الكالسيوم في تزريع ونمو حاصل درنات البطاطا الدقيقة الناتجة من الزراعة النسيجية*. رسالة ماجستير – البستنة – كلية الزراعة – جامعة بغداد، ٢٠٠٠ .

٩- الساهوكي، مدحت وكريمة احمد وهيب. *تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب*. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – العراق، ١٩٩٠.

10-Bhojwani, S. S., *Role of Tissue Culture in Plant Industry*. Department of Botany, University of Delhi, India, 2001.

11- Hones, M. S., "The effect of sucrose concentration on micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.)". *Am. J. Potato Res.* 80 : 103 – 115, 2003.

١٢- الحميري، موسى محمد حمزة. *تأثير السكروز، السايتوكاينينات والفحم النباتي الفعال في تكوين الدرنات الدقيقة خارج الجسم الحي للبطاطا صنف Desiree*. رسالة ماجستير، قسم التقنيات الحياتية النباتية، الكلية التقنية المسيب، ٢٠٠٥.

13-Avigad, G., and P. M . Dey. *Carbohydrate metabolism : storage carbohydrates. In : Plant Biochemistry*, PP 143 – 203 . (Eds P. M. Dey and J. B. Harborne) Academic press. London UK,1997.

14- Marschner, H., B.Sattelmacher, and F.Bangerth." Growth rate of potato tuber and endogenous contents of indole acetic acid and abscisic acid". *Physiol Plant* .60 :16 – 20, 1989.

15- Alejar, A. A. and L. R. Gonzal. "Variation in plant hormones III. The effect of light or darkness on hormone levels in buds of sprouting potato tubers". *PH I L. AGR*. 69 : 35-36, 1986.

16- Fridborg, G., M. Pedersen, L. Landstrom and T. Eriksson. "The effect of activated charcoal on tissue culture adsorption of metabolites inhibiting morphogensis", *Physiologia Plantarum* . 34-104, 1978.

17- Ross, A. H., H.V. Davies, M. R. Burch, and J. E. Bryan." Developmental changes in carbohydrate content and degrading enzymes in tuberising stolons of potato *(Solanum tuberosum* L.)" *Physiologia Plantarum*. 90 : 748 – 756, 1994.