إستجابة عقل اللايم (*Citrus aurantifolia* Christm Swingle) صنف اللومي للتجذير تحت تأثير حمض أندول بيوتريك (IBA) ووسط التجذير وموعد زراعة العقل

غسان رشيد عبد الله و عبد اللطيف علي الخطيب

قسم البساتين - كلية العلوم الزراعية والأغذية - جامعة الملك فيصل

الاحساء – المملكة العربية السعودية

الملخص:

يعتبراللومي من أهم أشجار الحمضيات المنتشرة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، وحيث أن المناخ ملائم جدا لهذه الشجرة فقد جاءت هذه الدراسة بهدف تسليط الضوء على بعض العوامل التي تؤثر على اكثارها الخضري بتجذير عقلها النصف متخشبة.

أجريت هذه التجربة في البيت الزجاجي التابع لقسم البساتين في كلية العلوم الزراعية والأغذية بجامعة الملك فيصل إذ استخدمت العقل النصف متخشبة في موعدين سبتمبر (الخريف) ومارس (الربيع) وعوملت بطريقة الغمس السريع في أربعة تراكيز من حمض اندول بيوتيرك (IBA) ٢٠٠٠، ٤٠٠٠، ٦٠٠٠ ، ٨٠٠٠ جزء بالمليون بالإضافة للشاهد بالغمس في الماء المقطر. ووزعت على سبعة أوساط للتجذير: الرمل ، البيتموس ، البرلايت ، فرميكولايت، (الرمل+ بيتموس)، (البرلايت +البتموس)، و (فيرميكولايت + بيتموس).

تبين النتائج بأن التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون من (IBA) قد تفوق على جميع التراكيز الأخرى من حيث نسبة العقل المجذرة(٥٦,٠٧ ٪ في الخريف و ٤٠,٣٦٪ في الربيع) وعدد وطول الجذور وذلك بغض النظر عن أوساط التجذير، في حين أن الوسط (فرميكولايت + بتموس) تفوق معنويا على كافة الأوساط بغض النظرعن التراكيز الهرمونية، حيث أسهم برفع نسبة التجذير إلى ٧٢٪ في الخريف و ٥٥,٧٦٪ في الربيع وكان أقلها في الوسط (رمل+بتموس)، كما ساهم أيضا بزيادة عدد وطول الجذوربالمقارنة مع الأوساط الأخرى.

وقد أظهر التفاعل بين الأوساط والتراكيز الهرمونية بأن الوسط (فرميكولايت + بتموس) بقي أفضلها حيث بلغت نسبة التجذير أقصاها (٩٢,٥٪ في الخريف و ٧٢,٥٪ في الربيع) عند استخدام التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون مع هذا الوسط، إلا أن طول الجذور أنخفض بفروق معنوية عند أستخدام التركيز ٨٠٠٠ جزء بالمليون وأصبح مثل الشاهد خلال الزراعتين الخريفية والربيعية. أما بالنسبة لموعد التجذير فقد تفوقت الزراعة الخريفية على الربيعية بنسبة التجذير، حيث يمكن ربط ذلك بالحالة الفسيولوجية للعقل التي تختلف حسب الفصول.

الكلمات المفتاحية: الحمضيات، اللايم، اللومي، التجذير، IBA، الأوكسين، الوسط الزراعي، العقل الساقية.

المقـــدمـــة:

ينتمي اللايم (*C. aurantifolia* Christm. Swingle.) إلى العائلة (*Rutaceae*) وهو إحدى أنواع الحمضيات الهامة، خاصة في المناطق الإستوائية والشبه الإستوائية حيث تتميز أشجاره باعطاء ثمار خضراء حامضية الطعم، منها ما يعطي ثمار كبيرة الحجم مثل الصنف (Tahiti) وأخرى تعطي ثمار صغيرة الحجم مثل اللومي (Loussert, 1989). وتنتشر زراعة اللومي في دول الخليج العربي حيث يزرع بكثرة في المنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية بين أشجار النخيل لتوافقه الجيد مع ظروف المنطقة من حيث تحمل أشجاره درجات الحرارة العالية وانخفاض الرطوبة الجوية، أما الثمارفتستخدم طازجة للحصول على العصير الحامض والمخللات أو مجففة لتحضير التوابل التي تضاف للعديد من الأطعمة المحلية (باشة، ١٩٩٨).

يعتبر الاكثار الخضري من أهم الطرق المستخدمة في إكثار أشجار الفاكهة وعلى الأخص الحمضيات والتي تكاثر معظمها بالتطعيم وأحيانا بالعقل الساقية (مكي وآخرون، ١٩٩٧)، وتعتبرالعقل الغضه والنصف متخشبة أكثر استجابة للتجذير في الأشجار المستديمة الخضرة، و يرتبط هذا بفترة نموالعقل ونضجها، وعمر النبات الأم

وحالته الغذائية (Jull *et al.*,1994). ويزداد نجاح التجذير بتفوق كمية الكربوهيدرات على النتروجين ضمن نسيج العقلة (Drug *et al.*,1998)، وقد بين (Smalley *et al.*, 1991) بأن نواتج الاصطناع الضوئي في عقل الصيف كانت أعلى مما هي عليه في عُقل الربيع للنوع *Acer rubrum* ، وأكد ذلك بعده (Sharma *et al.*, 1999) على عُقل الشاي حيث كان تجذيرعقل نهاية الصيف أفضل من تجذير عقل الربيع.

تلعب الظروف البيئية ومنظمات النمو ونوع الاوكسين المستخدم وتركيزه دورا كبيرا في التجذير ونوعية الجذور وطولها(Patil *et al.*, 2001) ، هذا وقد لعب كل من الأثيفون المضاف وكذلك الاتيلين المصنع داخل عقل الورد دوراً هاماً في تجذيرها وكسر طور سكون البراعم عليها (Sun *et al.*, 1993). وقد سبق واستخدم (Choudhar, and Chakrawar, 1980, 1981) منظمات النمو لتنشيط وتسريع إنبات بذور بعض أنواع الحمضيات مثل اللايم صنف (Kagazi) ومن قبله (Prasad and Govind, 1972) استخدموا أندول بيوتريك أسيد (IBA) ونفتالين أسيتيك أسيد (NAA) لتجذير عُقل البرتقال وكذلك (Rathor, 1973) فقد استخدم نفتالين أسيتيك أسيد (NAA) لتجذير عقل النوع (*Citrus karna*) حيث وجد بأن االتركيز ٢٥٠٠جزء بالمليون كان أفضلها وقد تطرق (Reuther and Batchelor, 1973) بشكل عام إلى إكثار بعض أنواع الحمضيات بالعقلة ولكن دون تحديد دقيق لمتتطلباتها.

تلعب الأوكسينات دورا فعالاً وغير مباشراً في التجذير حيث تشكل مع المواد الفينوليةالمصنعة في العقلة و بمساعدة بعض الأنزيمات مترابطات أوكسيفينولية (أوكسين - فينول) تشجع على تكوين مباديء الجذور(Haissing *et al.*, 1974) ، وقد أكد ذلك (Al-Obeed and Sabbah 2001) في تجذير عقل الزيتون حيث أستخدم الأوكسين مع المركبات الفينولية للحصول على نتائج جيدة.

إن لوسط التجذير أهمية كبيرة في هذا المجال فهو ذو تأثير مختلف حسب النوع النباتي ونوع العقلة، فالبرلايت جيد لتجذيرعقل الياسمين (Hartmann and Beutel, 1979) وحجر الخفان البركاني ملائم لتجذيرعقل الزيتون النصف متخشبة (EL-Dairi, 1993)، أما الرمل فهو أكثر ملائمة لإكثار الفل (Singh and Mokial, 1981) و(Al-Kotobe *et al.*, 1997) والفيرميكولايت لإنبات بذور اللومي (Choudhar and Chakrawar, 1980) في حين أن البرلايت المخلوط مع البيتموس كان الأفضل لتجذير العقل الساقية للعرعر (Rein *et al*, 1991).

يهدف هذا البحث إلى دراسة بعض العوامل الرئيسة التي يمكن أن تؤثر على نجاح الإكثارالخضري لشجرة اللومي المزروعة في الاحساء باستخدام العقل النصف متخشبة وذلك بدراسة إستجابة هذه العقل إلى التجذير تحت تأثير التركيز الهرموني لحمض أندول بيوتريك (IBA) وأوساط تجذير مختلفة و موعد زراعتها فى أوساط التجذير.

مواد وطرق البحث

أجريت هذه التجربة في البيت الزجاجي بقسم البساتين ، كلية العلوم الزراعية والأغذية بجامعة الملك فيصل. استخدمت العقل النصف متخشبة بطول ١٠- ١٥سم من أمهات تم انتخابها لإنتاجيتها العالية وجودة ثمارها. جمعت الأغصان وحضرت العقل وزرعت في موعدين : (سبتمبر ويمثل موسم الخريف ومارس حيث يعتبر بداية موسم الربيع). وقد تم قص العُقل بطريقة مائلة للطرف العلوي فوق البرعم بمسافة ١سم في الجهة المعاكسة مع الاحتفاظ بزوج من الأوراق على الطرف العلوي، وكذلك بقص أفقي للطرف السفلي للعقلة وتحت البرعم مباشرة. واستخدمت لهذه الدراسة سبعة أوساط للتجذير هي:

١ – الرمل (Sand) بعد غسله بالماء عدة مرات

٢ – البيتموس (Peatmoss) بعد ترطيبه بالماء جيدا

٣ – البرلايت الزراعي (perlite) بعد ترطيبه بالماء جيدا

٤ – فرميكولايت(Vermiculite) بعد ترطيبه بالماء جيداً

٥ - خلطة مؤلفة من الرمل والبيتموس بنسبة حجمية١:١

٦ – خلطة مؤلفة من البرلايت والبيتموس بنسبة حجمية ١:١

٧ – خلطة مؤلفة من الفيرميكولايت والبيتموس بنسبة حجمية ١ : ١

وقبل الزراعة عقمت مراقد وأوساط التجذير بمبيد فطري (البنليت ٠,٥ جم/ ليتر)، ثم وزعت الأوساط ضمن المراقد بمكررات عشوائية. كما استعملت أربعة محاليل هرمونية بتراكيز مختلفة من حمض أندول بيوتريك (IBA):٢٠٠٠ ، ٤٠٠٠، ٦٠٠٠ ، ٨٠٠٠ جزء بالمليون، بالاضافة للشاهد (ماء مقطر) وذلك انطلاقا من دراسات سابقة على كل من الزيتون والياسمين والحمضيات (أبو زيد، ١٩٩٠). حضرت هذه المحاليل ضمن أواني زجاجية معقمة وعاتمة وذلك بإذابة كمية الهرمون بالكحول الإيتيلي تركيز ٤٠ ٪. و بعد قص العقل وتحضيرها تم تطهيرها بمحلول فطري بتركيز ٠,١جم/ليتر من البنليت ثم عوملت كل مجموعة منها بتركيز هرموني معين، وذلك بغمس قواعدها لمسافة ٣ سم في المحلول الهرموني لمدة ٥ ثواني وتركت لمدة ١٠ دقائق في الهواء الطلق قبل زراعتها ، بغية تطاير كحول المحلول منها، أما عقل الشاهد فقد غمست قواعدها بالماء المقطر فقط. زرعت العقل بعد معاملتها في أوساط التجذير المختلفة في مكررات بصورة عشوائية بعمق ٥ سم وعلى سطور بمسافة ١٠ سم بين السطر والآخر و٥ سم بين العقلة والأخرى على السطر نفسه وذلك في المواعيد التى ذكرت سابقا.

اتبع في هذه التجربة تصميم القطع المنشقة (Split-split-plot) على ٧ أوساط تجذير كقطع رئيس، و ٥ معاملات هرمونية كقطع شقية أو ثانوية وموعد زراعة العقل كقطع تحت الشقية أو تحت الثانوية وخصصت لكل معاملة (٤٠) عقلة وزعت عشوائيا على أربعة مكررات يضم كل منها عشر عقل فقط ، حيث ثبتت درجة حرارة

وسط التجذير ما بين ٢٤ - ٢٦ درجة مئوية ودرجة حرارة الهواء حول العقل على ٢١ – ٢٣ درجة مئوية، والرطوبة الجوية ٨٠ – ٩٠٪ حيث تم المحافظة عليها آليا باستخدم نظام الري الضبابي. وبعد ستة أسابيع تم قلع العقل وتحديد النسبة المئوية للعقل المجذرة وكذلك عدد الجذور/عقلة ومتوسط طولها. ثم حللت البيانات احصائيا باستخدام تحليل التباين Anova بالاستعانة بالحاسب الآلي باستخدام برنامج التحليل Costate لحساب أقل فرق معنوي (L.S.D.) بين متوسطات تأثيرالمعاملات على الصفات المدروسة على المستوى (٥٪) (Gomez and Gomez, 1984).

النتائج والمناقشة

تعتمد استجابة أي جزء نباتي مفصول عن النبات الأم للتجذير على الحالة الفسيولوجية لهذا الجزء من جهة وعلى الظروف البيئية المحيطة به وقت التجذيرمن جهة ثانية. و تبين النتائج في الجدول رقم(١) بأن الوسط (فيرميكولايت + بيتموس) متفوق معنوياً على كافة الأوساط الأخرى حيث بلغت نسبة التجذير أعلاها (٧٢ ٪). أما الأوساط (برلايت + بيتموس) ، (فيرميكولايت) و(رمل) بالرغم من الإختلافات الظاهرة بنسب التجذير عليها لكن لايوجد فروق معنوية بينها.أما عن تأثير تركيز الهرمون بمفرده، فتبين النتائج عدم وجود فروق معنوية بين التراكيز ٤٠٠٠ ، ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون في حين كانت هذه التراكيزمتفوقة معنويا على كل من الشاهد والتركيز ٢٠٠٠ جزء بالمليون. وقد وصلت نسبة التجذير إلى ٥٦,٠٧ ٪ على التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون وإنخفضت بالشاهد إلى ١٧,٨٦ ٪ وبذلك تفوقت معظم المعاملات بالهرمون على الشاهد. وهذا يؤكد ما جاء به (Prasad and Govind, 1972) عن فعالية الهرمونات على تجذير عقل البرتقال وكذلك (Rathor,1973) عن تأثير الهرمونات على تجذير عقل (Citrus karna). أما التفاعل مابين أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية فتبين النتائج بأن التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون أعطى أعلى نسبة

تجذير(٩٢,٥ ٪) على الوسط (فرميكولايت + بيتموس) وبذلك تفوقت هذه المعاملة معنويا على التركيز ٢٠٠٠ جزء بالمليون والشاهد على نفس الوسط بينما لم تتميز عن بقية المعاملات معنويا في الزراعة الخريفية. أما الزراعة الربيعية فيوضح لنا الجدول رقم (٢) بأن الوسط (فرميكولايت + بيتموس) بغض النظر عن تركيز الهرمونات متفوق معنويا على كافة الأوساط بنسبة التجذير (٥٥,٧٦٪). وقد تفوق معنويا التركيز٦٠٠٠ جزء بالمليون على كل من الشاهد والتركيز ٢٠٠٠ جزء بالمليون حيث وصلت نسبة التجذير إلى (٤٠,٩١ ٪) ولكن بدون أي فروق معنوية مع كل من التراكيز ٤٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون. في حين أن التفاعل ما بين التراكيز الهرمونية وأوساط التجذير، أظهرت تفوق التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون و الوسط (فرميكولايت + بيتموس) بدلالة إحصائية على جميع المعاملات ما عدا التراكيز ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون على نفس الوسط. وبشكل عام و مهما اختلفت الأوساط أو التراكيز فالإنخفاض بنسبة تجذير العقل واضح جدا في الربيع عنه في الخريف، وهذه النتائج متفقة مع (Sharma *et al.*, 1999) اللذين وجدوا بأن العُقل الساقية المأخوذة في نهاية الصيف ذات استجابة أعلى للتجذير من تلك المأخوذة في بداية الربيع وهذا يتوقف على الحالة الفسيولجية للعقلة حيث أن محتواها من المواد الكربوهيدراتية مرتفع في هذا الوقت.

جدول (١)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على النسبة المئوية للعقل المجذرة في موسم الخريف

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (p.p.m.)				
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	7.5	40	50	63.8	72.5	46.76
بيتموس	5	32.5	72.5	50	47.5	41.50
برلايت زراعي	2.5	15	30	42.5	50	28.00
فرميكولايت	42.5	55	65	47.5	45	51.00
رمل + بيتموس	7.5	12.5	20	22.5	22.5	17.00
برلايت + بتموس	12.5	40	62.5	80	65	52.00
فرميكولايت+ بيتموس	47.5	57.5	92.5	82.5	80	72.00
المتوسط	17.86	36.07	56.07	55.54	54.64	
أقل فرق معنوي.L.S.D على المستوى	0.05					
بين الأوساط	6.31					
بين التراكيز	5.74					
بين التراكيز X الأوساط المختلفة	14.66					

جدول (٢)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على النسبة المئوية للعقل المجذرة في موسم الربيع

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (p.p.m.)				
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	5.5	22.5	30	46.3	45	29.86
بيتموس	2	18.8	37.5	37.5	35	26.16
برلايت زراعي	1.5	11.3	22.5	33.8	35	20.82
فرميكولايت	31.3	38.8	45	41.3	31.3	37.54
رمل + بيتموس	5	8.8	12.5	15	13.8	11.02
برلايت +بيتموس	8.8	30	62.5	45	42.5	37.76
فرميكولايت+ بيتموس	30	45	72.5	67.5	63.8	55.76
المتوسط	12.01	25.03	40.36	40.91	38.06	
أقل فرق معنوي.L.S.D على المستوى	0.05					
بين الأوساط	5.27					
بين التراكيز	4.39					
بين التراكيز X الأوساط المختلفة	12.13					

أما بالنسبة لتأثير المعاملات على متوسط عدد الجذور في الزراعة الخريفية، فتوضح النتائج في الجدول (٣) بأن الوسط (فرميكولايت + بيتموس) قد تفوق معنويا على جميع الأوساط حيث وصل متوسط عدد الجذور(٧,٩ جذر /عقلة)، يليه بذلك الوسط فرميكولايت حيث أعطى (٥,٣ جذر /عقلة) ، بينما كان أدنى متوسط عدد جذور في وسط البرلايت الزراعي (٢,٣٦) ورمل + بيتموس (٢,٤٨). وقد تفوق التركيز الهرموني ٤٠٠٠ جزء بالمليون معنوياً على بقية المعاملات حيث أعطى أعلى متوسط لعدد الجذور (٦,١٦ جذر/عقلة). أما التفاعل بين الأوساط والتراكيز الهرمونية يوضح لنا بأن أكبر عدد من الجذور كان تحت تأثير التركيز٤٠٠٠ جزء بالمليون والوسط (فرميكولايت + بيتموس) والذي وصل إلى(١٢,٣ جذر/عقلة) مع تفوق معنوي على كافة المعاملات.

أما في الزراعة الربيعية، فتبين النتائج في الجدول (٤) تفوق الوسط (فرميكولايت+ بيتموس) على الأوساط كافة حيث وصل متوسط عدد الجذور إلى ٥,٣٨ جذر /عقلة، تلاه مباشرة الوسط فرميكولايت (٣,٩٢ جذر /عقلة) والذي تفوق معنويا على الأوساط الأخرى. كما تفوق التركيز ٤٠٠٠جزء بالمليون بدلالة إحصائية على المستوى ٥٪ على كل من الشاهد والتركيز ٢٠٠٠جزء بالمليون. ويظهر التفاعل بين الأوساط والتراكيز الهرمونية تفوق التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون مع الوسط (فرميكولايت + بتموس) على كافة المعاملات عدا التراكيزالمرتفعة ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون على نفس الوسط حيث وصل عدد الجذور إلى ٧,٢ جذر/عقلة. ، وهذا الرقم منخفض عما حصلنا عليه في الزراعة الخريفية. إن زيادة عدد الجذور للعقل المعاملة بالهرمون وتفوقها على الشاهد لم تكن طردية مع زيادة التركيز في كلا الزراعتين الربيعية والخريفية بل كانت على العكس عند التراكيز العالية للهرمون (٦٠٠٠ و٨٠٠٠ جزء بالمليون) فقد تناقصت أعداد الجذور وهذا يتفق مع نتائج تجذير عقل الفل من قبل (Al-Kotob *et al.*, 1997) والذي أرجع هذا التناقص إلى إحتمال تأثير تراكم سمي مع التراكيز العالية.

جدول (٣)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على متوسط عدد الجذور/عقلة المجذرة في موسم الخريف

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (p.p.m.)				
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	1	3.5	5.3	4.3	3.5	3.52
بيتموس	1	2.5	5.8	4.2	3.6	3.42
برلايت زراعي	1	1.5	3.5	3	2.8	2.36
فرميكولايت	4.3	5.5	7.5	4.8	4.5	5.32
رمل + بيتموس	1.3	1.5	4.2	3.1	2.3	2.48
برلايت +بتموس	1.8	2.5	4.5	4.1	3.5	3.28
فيرميكولايت + بيتموس	4.8	5.8	12.3	8.8	8	7.94
المتوسط	2.17	3.26	6.16	4.61	4.03	
أقل فرق معنوي.L.S.D عاى المستوى			0.05			
بين الأوساط			0.74			
بين التراكيز			0.61			
بين التراكيز X الأوساط المختلفة			1.63			

جدول (٤)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على متوسط عدد الجذور/ عقلة المجذرة في موسم الربيع

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (p.p.m.)				
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	1	2.9	1.8	3.3	4.5	2.70
بتموس	1	1.8	2.9	2.2	2.1	2.00
برلايت زراعي	1	1.1	1.2	1.2	1.8	1.26
فرميكولايت	3.3	4.5	4.9	3.6	3.3	3.92
رمل + بتموس	1.1	1.2	1.7	1.9	1.6	1.50
برلايت +بتموس	1.4	2.1	3.4	4	1.6	2.50
فرميكولايت + بتموس	2.8	4.4	7.2	6.5	6	5.38
المتوسط	1.66	2.57	3.36	3.24	2.99	
أقل فرق معنوي.L.S.D على المستوى			0.05			
بين الأوساط			0.55			
بين التراكيز			0.49			
بين التراكيز X الأوساط المختلفة			1.18			

إن تأثير التراكيز والأوساط لم يقتصرعلى النسبة المئوية للتجذيروعدد الجذور بل تعدى ذلك إلى نمو المجموع الجذري، وتبين النتائج في الجدول (٥) تأثير هذه المعاملات على متوسط طول الجذورفي الزراعة الخريفية، حيث نجد أن الوسط (فرميكولايت + بيتموس) كان أفضل الأوساط و بلغ متوسط طول الجذورفيه ٦,٨٢سم، وتفوق بذلك معنويا على كافة المعاملات، جاء بعده كل من الرمل والفرميكوليت و(برلايت + بيتموس) والتي تفوقت بدلالة احصائية على المعاملات الأخرى. وبالمقابل كانت أطوال الجذور منخفضة جدا على الوسط بيتموس ٣,٢ سم.أما بالنسبة إلى تأثير التركيزالهرموني فإن أطول الجذور ٦,١سم كانت على التركيز٤٠٠٠جزء بالمليون الذي تفوق معنويا على كافة المعاملات الأخرى في حين تفوق معنويا التركيزين ٢٠٠٠و ٦٠٠٠جزء بالمليون على كل من الشاهد والتركيز ٨٠٠٠ جزء بالمليون اللذين لايوجد أية فروق معنوية بينهما. كما تشير نتائج التفاعل بين الأوساط والتراكيز إلى أن العقل المعاملة بالتركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون على الوسط (فرميكولايت + بتموس) أعطت أعلى قيمة بمتوسط طول الجذور (٨,٦ سم) وتفوقت هذه المعاملة على بقية المعاملات التجريبية بدلالة إحصائية علىالمستوى ٥٪ ما عدا المعاملة ٦٠٠٠ جزء بالمليون على الوسطين رمل و(فرميكولايت + بتموس) حيث لاتشير أي دلائل إحصائية على الفرق بينهما. كما تبين أيضا تراجع في أطوال الجذور على التراكيز المرتفعة وخاصة التركيز ٨٠٠٠ جزء بالمليون حيث أصبحت الأطوال قريبة جدا من الشاهد مهما أختلفت الأوساط، وهذا يؤكد التأثير السلبي للتراكيز العالية للهرمون على نمو المجموع الجذري، وهذا متفق مع ما وجده كل من (Rathor,1973) عند تجذير نوع الحمضيات (C.karna) و ((Al-Kotob *et al.*, 1997) عند تجذير عقل الفل نصف المتخشبة.

كما تبين نتائج الزراعة الربيعية في الجدول (٦) بأن الوسط (فرميكولايت + بيتموس) متفوق من حيث تأثيرة على طول الجذور(٥,١٨سم) على كافة الأوساط ، تلاه بذلك الوسط (برلايت + بيتموس)، كما تفوق التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون (٤,٣٦ سم) على الشاهد والتركيز ٨٠٠٠ جزء بالمليون. أما التفاعل بين الأوساط والتراكيز يوضح أن أفضلها كان مابين التركيز ٦٠٠٠جزء بالمليون والوسط (فرميكولايت + بيتموس) حيث متوسط طول الجذور ٦,١سم وكذلك مابين ٦٠٠٠ جزء بالمليون والرمل ، مع ملاحظة إنخفاض تأثير هذه المعاملات في الزراعة الربيعية عن تأثيرها في الزراعة الخريفية.

بشكل عام فإن معاملة قواعد العقل النصف متخشبة للومي بهرمون حمض أندول بيوتريك (IBA) قد أدت إلى زيادة واضحة بنسبة التجذير وعدد الجذور وأطوالها مقارنة بالشاهد وهذا يدل على التأثير الفعال وغير المباشر لهذا الأوكسين والذي لوحظ في بحوث سابقة بأنه يؤدي إلى ارتفاع محتوى الاتيلين داخل العقل من جهة (Sun *et al*, 1993) ويشترك بمساعدة بعض الأنزيمات مع المواد الفينولية المصنعة داخليا نتيجة القص في مترابطات (أوكسين- فينول) تشجع على تكوين مباديء الجذور العرضية على العقل من جهة ثانية (Haissig, 1974) ، وما يؤكد ذلك فقد وجد حديثا بأن معاملة عقل الزيتون بمزيج من الأكسينات والمواد الفينولية قد أدى إلى زيادة تأثير تلك المواد على التجذير مقارنة باستخدامها لوحدها (AL-Obeed and Sabbah, 2001).

جدول (٥)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على متوسط طول الجذور/سم في موسم الخريف

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (.p.p.m)					
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	4.6	5.7	6.3	7.6	4.3	5.70
بيتموس	2.9	3.9	4.3	2.6	2.4	3.20
برلايت زراعي	3.	3.9	5.5	4.3	3.9	4.12
فرميكولايت	4.2	5.7	6.7	4.9	4.7	5.24
رمل + بيتموس	3.5	4.5	5.2	5	4.1	4.46
برلايت +بيتموس	4.1	5.1	6.1	6.2	4.3	5.16
فيرميكولايت + بيتموس	4.9	6.	8.6	7.9	6.7	6.82
المتوسط	3.89	4.97	6.1	5.5	4.34	
أقل فرق معنوي.L.S.D عاى المستوى				0.05		
بين الأوساط				0.62		
بين التراكيز				0.50		
بين التراكيز X الأوساط المختلفة				1.50		

جدول (٦)

تأثير أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية على متوسط طول الجذور/سم في موسم الربيع

وسط التجذير	تركيز حمض أندول بيوتريك (IBA) /جزء بالمليون (.p.p.m)					
	شاهد	2000	4000	6000	8000	المتوسط
رمل	2.9	4	4.3	5.5	2.1	3.76
بتموس	1.1	2.6	3	1.9	1.8	2.08
برلايت زراعي	2	2.7	4	3.1	2.8	2.92
فرميكولايت	3.2	4	4.5	3.7	3.7	3.82
رمل + بتموس	2.7	3.5	3.9	3.7	3.6	3.48
برلايت +بتموس	3.2	4.1	4.9	4.9	3.1	4.04
فرميكولايت+ بتموس	3.7	4.9	5.9	6.1	5.3	5.18
المتوسط	2.69	3.69	4.36	4.13	3.2	
أقل فرق معنوي.L.S.D على المستوى				0.05		
بين الأوساط				0.72		
بين التراكيز				0.66		
بين التراكيز X الأوساط المختلفة				1.64		

لقد أكدت الدراسة على أن التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون أعطى أفضل النتائج من حيث نسبة التجذير وعدد الجذور وطولها مقارنة بالشاهد والمعاملات الأخرى ، ولكن

الزيادة في تركيز الهرمون لم يرافقها زيادة في نسبة التجذير وتطور المجموع الجذري بل على العكس فإن عدد الجذور يتناقص مع التراكيز العالية ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون وهذا يؤكد حقيقة علمية مفادها أن الأوكسين يساعد بشكل غيرمباشر في تكوين مباديء الجذور وتطورها عند حد معين والتراكيز الأعلى تؤدي إلى إعاقة عملية التجذير بسبب الخلل الذي يمكن أن يحدث مابين كمية الأوكسين وكمية الباديء الفينولي المتكون والذي قد يؤثر سلبا على تشكيل المترابطات التي تساهم في تشكيل مباديء الجذور العرضية.

كما تبين الدراسة أيضا أن أفضل وسط زراعي لتجذير عقل اللومي هو خليط من الفرميكولايت و البيتموس بنسبة حجمية ١ :١ حيث وصلت نسبة التجذير ونمو المجموع الجذري إلى أعلى ارتفاع وبذلك تفوق هذا الوسط معنويا على كافة الأوساط، في حين أن استخدام الأوساط فيرميكولايت أو بيتموس كل على حده قد خفض من نسبة التجذير وعدد الجذور وطولها مقارنة بتأثير الأثنين معا (فرميكولايت + بيتموس) ، ويمكن أن يعزى ذلك لقدرة البيتموس على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الرطوبة التي تقلل من كمية الأوكسجين في الوسط حيث أن جذور الحمضيات يتحسن نموها بوجود الأوكسجين وكذلك العقل بحاجة لكمية وافرة من الأكسجين لتشكيل المترابطات (أوكسي – فينولية) اللازمة لتكون الجذور، كما إن الرطوبة الزائدة تزيد من نشاط الأحياء الدقيقة والتحلل الميكروبي للمادة العضوية والذي قد يسبب تأثيرات سلبية على تكون الجذور وتطورها. أما الفيرميكولايت فاحتفاظه بالرطوبة أقل ويجف بسرعة مما يزيد من حركة التهوية فيه، وحيث أن جذور الحمضيات تنمو جيدا بوجود الأوكسجين الكافي وإنتشارها سطحي فقد كانت نسبة التجذير فيه مرتفعة ووصلت حتى ٥٠٪. لذلك نجد بأن تفوق الوسط (فيرميكولايت + بيتموس) مرتبط بمؤازرة المادتين لبعضهما البعض في التخفيف من المساويء الناتجة عن أستخدام كل مادة لوحدها في التجذير.

وقد دلت النتائج أيضا عند دراسة التفاعل بين أوساط التجذير والتراكيز الهرمونية بأن التركيز ٤٠٠٠جزء بالمليون من حمض أندول بيوتريك قد رفع من النسبة المئوية للتجذير ونمو المجموع الجذري بشكل كبير، عند استخدام الوسط(فرميكولايت + بيتموس) بوصفه وسطا تجذيريا. وبالرغم من أن الفروق بالنسبة المئوية للتجذير بين التراكيز ٤٠٠٠، ٦٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء بالمليون على الوسط (فرميكولايت + بيتموس) كانت ظاهرية إلا أن هذه التراكيز تفوقت بفروق معنوية على التركيز ٢٠٠٠ جزء بالمليون والشاهد في الوسط نفسه. وفيما عدا ذلك فقد أثبت التركيز ٤٠٠٠ جزء بالمليون بأنه الأفضل في جميع الأوساط في زيادة نسبة التجذير وتطور الجذور حيث أن التراكيز العالية وخاصة ٨٠٠٠جزء بالمليون كان لها تأثير سلبي بالنسبة لعدد الجذور وطولها.

هذا وقد لوحظ التفوق المستمر للزراعة الخريفية على الزراعة الربيعية مهما اختلفت المعاملات وهذا ما يشير اليه التحليل الحصائي في الجدول رقم (٧) حول تأثير موعد الزراعة على النسبة المئوية للتجذيرحيث وصلت نسبة التجذير في الزراعة الخريفية إلى ٤٤,٠٤٪ مقابل ٣١,٢٧٪ في الزراعة الربيعية، وهذا يؤكد ما جاء به كل من (Sharma *et al*., 1999 , Smalley *et al.*, 1991) اللذين وضحوا أن نواتج الإصطناع الضوئي وكذلك نسبة التجذير كانت أعلى بالعقل الساقية المأخوذة في سبتمبر من تلك المأخوذة في يونيو. وفي دراستنا هذه أخذت العقل الخريفية بعد موسم نمو طويل لذلك فهي أغنى بالمواد الغذائية، في حين أخذت العقل الربيعية مع بداية طور الأزهار، وهذا الأخير يستهلك كمية كبيرة من المواد الكربوهيدراتية من أجل التمايز والتفتح الزهري، لذلك فعقل اللومي التي تم أخذها وزراعتها في الربيع كانت أقل أستجابة للتجذير من تلك العقل المأخوذة والمزروعة في الخريف.

جدول (٧) :

تأثير موعد الزراعة على النسبة المئوية لتجذير عقل اللومي

وسط التجذير	زراعة خريفية	زراعة ربيعية	المتوسط
رمل	46.76	29.86	38.31
بتموس	41.5	26.16	33.83
برلايت زراعي	28	20.82	24.41
فرميكولايت	51	37.54	44.37
رمل + بتموس	17	11.02	14.01
برلايت +بتموس	52	37.76	44.88
فرميكولايت+ بتموس	72	55.76	63.88
تركيز الهرمون (ppm)			
0 (شاهد)	17.86	12.01	14.94
2000	36.07	25.03	30.55
4000	56.07	40.36	48.22
6000	55.54	40.91	48.23
8000	54.64	38.06	46.35
المتوسط	44.04	31.27	
أقل فرق معنوي.L.S.D على المستوى			0.05
اللأوساط الزراعية X موعد الزراعة			5.13
التراكيز X موعد الزراعة			4.24
التراكيز X الأوساط X الموعد			10.13

كلمة شكر:

يود الباحثان شكرعمادة البحث العلمي بجامعة الملك فيصل لدعمها المالي لهذا البحث.

المراجع العربية

١. أبو زيد، ا ، ١٩٩٠، الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية، دار المعارف القاهرة، جمهورية مصر العربية ص ٣٢٠.

٢. باشة، م. ع. أ ، ١٩٩٨ ، إنتاج الفاكهة بالمملكة العربية السعودية، منشورات جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية ص ٦٤٢.

٣. مكي، م. ع. ن، حمودة، أ. م. م، ١٩٩٧ ، علم بساتين الفاكهة ، الجزء الأول، طرق إنتاج الفاكهة ، ديوان البلاط السلطاني ، سلطنة عمان ص٩٧٩.

المراجع الأجنبية

4. AL-Kotob, M.A; AL-Batal, N. and Kharoof, M. 1997, Effects of rooting media and hormonal concentration (IBA) on the rooting of cutting in *Jasminum sambac,* Damascus Univ. J. Agri. Sci. 13: 72 –82.

5. AL-Obeed, R. S. and Sabbah, S. M., 2001, The effect of some growth regulators, phenolic acids and time of propagation on the Rhizogenesis of olive semi-hardwood cuttings, J. King Saud Univ. Agric. Sci. 13 (2): 137-146.

6. Choudhar, B. K. and Chakrawar, V. R. 1980, Effect of some chemicals on the germination of Kagazi lime (*C. aurantifolia* Swingle) seed, J. of Maharashtra Agricultural Universities 5(2) : 173-174.

7. Choudhar, B. K., and Chakrawar, V. R., 1981, Effect of seed treatment with certain growth regulations on the shoot and root development of Kagazi lime (*C. aurantifolia* Swingle), J.of Maharashtra Agricultural Universities 6(1) : 19-21.

8. Druge, U.; Zerche, S. and Kadner, R. 1998, Relation between nitrogen and soluble carbohydrate concentrations and subsequent rooting of chrysanthemum cuttings, Horticultural Science 12 (2): 78-84.

9. EL-Dairi N. 1993. Evergreen orchards, Aleppo University Publications, Pp.627

10. Gomez K. A. and Gomez, A. A., 1984, Statical proccedures for agricultural research, John Wiley and sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto and Singapore. Pp 680.

11. Haissig, B. E., 1974, Influences of auxins and auxin synergisis on adventitious root primordium initiation and development, N. Z. J. For Sci. 4(2): 311-323.

12. Hartmann H.T, and Beutel, J.A., 1979, Rooting media propagation of temperate zone fruit plants, Horyana Journal of Horticultural Sciences 8: 58- 59.

13. Jull, L.G.; Warren, S. L. and Blazich, F. A., 1994, Rooting 'Yoshino' cryptomeria stem cuttings as influenced by growth stage, branch order, and IBA treatment, HortScience, 29 (12): 1532-1535.

14. Loussert, R., 1989, Les Agrumes (Arboriculture) VI, Ed. Lavoisier paris: Pp 113.

15. Patil,V. N.; Chauhan, P. S.; Panchbhai, D. M.; Shivankar, R. S. and Tannirwar A.V., 2001, Effects of different growth regulators on rooting of hardwood cuttings of some commercial grape varieties, J. Soil. and Crops 10 (2): 295 – 297.

16. Prasad, A. and Govind, S., 1972, Effect of IBA and NAA on air-layering in Mosambi (*Citrus sinensis* Osbeck), Plant Science 4: 120-121.

17. Rathor, S. V. S., 1973, Effect of plant growth regulators on formation of primary roots on hard and semi-hard wood cutting of Karna Kahatta (*Citrus karna*), Fm. J. Calcutta 14 (8) : 13-14.

18. Rein, W. H., Wright, R. D. and Seiler, JR., 1991, Propagation medium moisture level influences adventitious rooting of woody stem cuttings, Horticultural Science 116 (4): 632-636.

19. Reuther W. and Batchelor, L.D., 1973, The Citrus Industry V.III, Ed. University of California.Pp 398.

20. Sharma, M.; Sood A.; Nagar,P.K.; Prakash, O. and Abuja, P. S., 1999, Direct rooting and hardening of tea microshoots in the field, Plant Cell, Tissue and Organ Culture 58 (2): 111 –118.

21. Singh S. P. and Mokial V. S., 1981, Effect of intermittent mist and indol butyric acid on regeneration of *Jasminum sambac* Cv "Madonban" by different type of cuttings, Horyana Journal of Horticultural Sciences 10: 54-57.

22. Smalley, T. J.; Dirr, M. A., Armitage, A. M., Wood, B. W., Teskey, R. O. and Syverson R. F., 1991, Phytosynthesis and leaf water, carbohydrate, and hormone status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*, Journal of the American Society for Hotricultural Science 116 (6): 1052 – 1057.

23. Sun, W. Q. and Bassuk, N. L., 1993, Auxin-induced ethylene synthesis during rooting and inhibition of budbreak of 'Royalty' rose cuttings, Journal of the American Society for Horticultural Science 118 (5): 638-643.

Rooting Response of Lime (*Citrus aurantifolia* Christm Swingle) cultivar (cv.) loomi to Indol Butric Acid (IBA), Rooting Media and Date of Planting Cuttings

Abdullah, Gh. R. and AL-Khateeb, A. A.

Department of Horticulture, College of Agricultural and food Sciences, King Faisal University, Alhassa, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract:

Lime (Loomi) (*C. aurantifolia* Swingle) is considered as one of the major citrus trees cultivated in the eastern region of Saudi Arabia. Since the environment of the eastern region is very suitable for its cultivation, this study was conducted to clarify some of the factors that may affect its vegetative propagation by using semi-hardwood cuttings.

The study was conducted in a greenhouse of the Department of Horticulture at King Faisal University, Kingdom of Saudi Arabia. The semihardwood cuttings were grown in the rooting media either at September (autumn) or March (spring). They were treated with 2000, 4000, 6000, and 8000 ppm IBA before grown in the following 7 rooting media: sand, peatmoss, perlite, vermiculite, sand + peatmoss, perlite + peatmoss and vermiculite + peatmoss.

The results indicated that cuttings under 4000 ppm IBA gave the best rooting percentag (56.07 % during autumn and 40.36% in spring) and number and length of root irrespective of rooting media. However, the rooting media (vermiculite + peatmoss) significantly improved rooting irrespective of IBA concentration (72 % during autumn and 55.76 % in spring). The media sand + peatmoss gave the least rooting.

The interaction between rooting media and IBA concentrations showed that vermiculite + peatmoss under 4000 ppm IBA yielded better rooting percentag (92.5 % during autumn and 72.5 % in spring), compared to all other interactions. The length of roots was significantly reduced in the same media under 8000 ppm IBA and became relatively similar to the control in both seasons. Furthermore, cuttings grown during autumn gave better rooting percentage than spring. This might be due to the physiological conditions of cuttings during the different seasons.

Keywords: Lime, citrus, rooting, IBA, auxin, rooting media, shoot cuttings.