

تأثير شدة ومدة التعرض للتيار الكهربائي في المحتوى الكلوروفيلي والبروتيني لشتلات الروبينا
Robinia pseudoacacia L.

أديبة يونس شريف
قسم علوم الحياة / كلية العلوم
جامعة الموصل

ناظم ذنون سعيد
قسم الغابات/ كلية الزراعة
والغابات /جامعة الموصل

اخلاص داؤد سليمان
قسم الغابات/ كلية الزراعة
والغابات /جامعة الموصل

E-mail: dawooda_2011@yahoo.com.

الخلاصة

تبين الدراسة تأثير شدة مختلفة من التيار الكهربائي وبمدد زمنية مختلفة والتداخل بينهما في المحتوى الكلوروفيلي والبروتيني لشتلات الروبينا *Robinia pseudoacacia L.* بعمر سنة من خلال تعريض بذورها للومض الكهربائي وظهرت النتائج تفوق الشدة 10Am معنويا في محتوى كلوروفيل a والكلبي والمحتوى البروتيني للأوراق و 8Am في كلوروفيل b ونسبة الكلوروفيل الكلبي/البروتين، قياسا الى المقارنة اما نسبة الكلوروفيل b/a فكانت المقارنة افضل واختلفت معنويا مع بقية المعاملات، أما مدد التعريض فقد تفوقت المدد 6min في كلوروفيل a والكلبي و 2min في نسبة كلوروفيل b/a ونسبة الكلوروفيل الكلبي/ البروتين و 4min في الكلوروفيل b و 8min في المحتوى البروتيني. وقد أظهرت نتائج التداخل الثنائي للصفات الكيميائية أن محتوى أوراق الشتلات من الكلوروفيل a و b والكلبي قد ازداد معنويا مع زيادة شدة الومض الكهربائي تفوق فيها التداخل 4min×8Am والتداخل 2min×4Am في نسبة كلوروفيل b/a، وأزداد محتوى الأوراق من البروتين معنويا مع شدة التيار 4×10Am و 8 و 6 دقيقة قياسا للمقارنة، أما أعلى معنوية للنسبة المئوية للكلوروفيل/البروتين فكانت عند التداخل 2min×8Am في حين انخفضت معاملة المقارنة معنويا. ويتضح ان معاملة البذور بالومض الكهربائي ادت الى تحسين خصائصها وصفاتها المدروسة بالمقارنة مع الشتلات غير المعرضة للومض الكهربائي.

كلمات دالة: التيار الكهربائي، شدة التيار، الروبينا *Robinia pseudoacacia L.*

تاريخ تسلم البحث 2014/3/18، وقبوله 2017/12/17

المقدمة

هدفت الدراسة الى بيان تأثير الومض الكهربائي الذي يعد من الطرق الفيزيائية الأمنة للبيئة كأداة وتقنية حديثة في التكنولوجيا الحيوية لإجراء تحسين لشتلات الروبينا *Robinia pseudoacacia L.* من العائلة البقولية *Fabaceae* من رتبة البقوليات *Fabales* والاسم الشائع لها *Black Locust* وهي من الاشجار الغابائية السريعة النمو والمدخلة للعراق، نظرا لأهميتها البيئية في العديد من المناطق الجغرافية، زرعت منذ اكثر من 350 عام كنوع غاباتي اساسي (Keresztesi، 1988 و Hanover وآخرون، 1989) لكونها تتحمل الجفاف ومن الانواع المثبتة للنتروجين وتستخدم في استصلاح الاراضي الهامشية وفي مناطق التعدين والمناجم حيث التربة الفقيرة (Böhm وآخرون، 2009) وقد لاقت اهتمام واسع من قبل الباحثين لما تمتلكه من مميزات فيزيائية وبيولوجية، ظهر في اوروبا اهتمام كبير في دراسة وتطوير مزارع اشجار الروبينا من رومانيا (Enescu، 1989) وهنغاريا (Redei، 2002) وبلغاريا (Kalmukov، 2002) لكون عوامل الغلاف الجوي تهدد صحه وسلامه المحيط الحيوي للأشجار الفنيه وكون الحقول الكهرو مغناطيسية يعد من اكثر الملوثات الملحوظة وفي العقود الأخيرة كان العديد من الباحثين المهتمين بدراسة التخصصات المتعددة في الاثار البيولوجية للتعرض للحقول المغناطيسية ذات المستوى المنخفض على البذور والنباتات وفي كندا الحاليتين تم البحث في التأثيرات الإيجابية والسلبية (Namba وآخرون، 1995 و Carbonell وآخرون، 2000 و Aksyonov وآخرون، 2001) وقد اثبت استخدام العلاج المغناطيسي كأسلوب واعد للتحسينات الزراعية واستخدام الطرق الفيزيائية مثل اشعه الليزر والأشعة فوق البنفسجية والمجالات الكهرومغناطيسية والكهرباء (Dominguez وآخرون، 2010) كطرق امنة للبيئة وكثيرا ما تغير مسار بعض العمليات الفسيولوجية والبيوكيميائية في البذور وهو ما يوضح زياده النشاط وتحسين التنمية للنباتات في مراحل لاحقه (Garcia وآخرون، 2002) في حين تظهر الدراسات رؤيه قليلة حول تأثير المجال الكهربائي على نمو النباتات وخاصة تأثيرها على بذور اشجار الغابات ومنها الروبينا والروبينا تنتج بذور بغزاره إلا انها قلما تنبت (Wiesler، 1998) وتحتاج الى معاملات لكسر السكون. ويعتبر كفاءة عملية التمثيل الضوئي مهمه جدا وحساسة في النباتات العليا وتأثر انتاج المركبات العضوية

باستخدام الطاقة الضوئية في المخوقات الحيه ويعتبر الكلوروفيل من العوامل الرئيسية في هذه العملية، ومحتوى الكلوروفيل يعتبر المعلمة التجريبية المهمة في الهندسة الزراعية والبحوث البيولوجية للنبات (Lamb واخرون، 2012). والانواع النباتية تختلف في حساسيتها والاستجابة للضغوط البيئية لان لديهم قدرات مختلفة للتأقلم مع الاجهاد مما يشير الى الاستجابة (Bohnert واخرون، 1995) وقد لوحظ حدوث تحفيز العمليات البيولوجية وعمليات الايض المختلفة في النباتات المعرضة لمجال كهربائي عالي الجهد (Blonskoya واخرون، 1983). وعليه تهدف هذه الدراسة الى انبات بذور نبات الروبينا على الانبات ومعرفة تأثير الومض الكهربائي على نمو الشتلات.

مواد البحث وطرائقه

نفذت الدراسة في ظلها قسم الغابات /كلية الزراعة والغابات /جامعه الموصل للفترة من منتصف اب 2012 وحتى منتصف تشرين الاول 2013 وصممت الدراسة وفقا لتصميم القطاعات العشوائي الكامل استعملت بذور الروبينا *Robinia pseudoacacia L.* المجموعة من اشجار منطقة متقاربة واحدة قسمت البذور الى مجاميع وغلفت كل مجموعته بورق السيلوفان المثقب ونقعت في محلول كلوريد الصوديوم 1% لمدة ثلاث ساعات للسماح بنفاذ المحلول داخل النسيج النباتي لزيادة التوصيل الكهربائي المسلط عليها لاحقاً، ثم وضعت في حوض زجاجي نو أبعاد (25×30×110) سم جهاز تم تصميمه لهذا الغرض يتكون من قطبين من الكربون مربوطين بسلكين موصلين بتيار كهربائي (AC/ V220) داخل الحوض لزيادة مساحة التماس بين المحلول الملحي وقطبي الكربون (الساھوكي، 1992). باستخدام جهاز Clamp meter لضبط شدة التيار والفولتية الداخلة للجهاز وذلك بتقريب القطبين من بعضهما حيث تزداد الأمبيرية أو ابعاده لتقليل الأمبيرية ومحرار لقياس درجة حرارة المحلول و ثم اضافة قطع من الثلج بصورة مستمرة خلال فترة الومض للحفاظ على درجة حرارة المحلول الملحي أقل من (30) م° للحفاظ على حيوية البذور (السامرائي، 2010). واستخدمت اربعة ترددات من التيار الكهربائي المتناوب AC بفولتيه 220 فولت وهي (4 و6 و8 و10) امبير لمدد زمني (2 و4 و6 و8) دقيقة فضلاً عن معاملة المقارنة (بدون تيار كهربائي) بثلاث مكررات لكل معاملة (4×5) اذ بلغ عدد المعاملات (20) معاملة لكل قطاع وبلغ عدد الوحدات التجريبية (60) وحدة تجريبية مكونة من (20) مشاهدة (الراوي وعبدالعزيز، 2000)، تم معاملة البذور بالمعاملات السابقة بعدها غسلت البذور في اناء يحتوي على الماء الجاري لمدة ثلاث ساعات لتخلص من الملح من النسيج النباتي ولتجنب الاضرار بالبذور ثم زرعت البذور المعاملة والمقارنة (بدون معاملة) في اكياس بولي اثلين طولها 30سم وقطرها 10سم في تربه مزيجيه معقمة بمحلول فورمالديهايد (فرمالين) قبل الزراعة وبمعدل بذرة واحدة في الكيس الواحد داخل الظلة الخشبية ونسبة الإضاءة 50٪، اجريت عمليات الخدمة والمكافحة كلما دعت الحاجة وحللت البيانات احصائياً حسب التصميم المتبع للصفات المدروسة ببرنامج (SAS) للتحليل الاحصائي (Anonymous، 2001) ومقارنه الاوساط الحسابية للمعاملات حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال (0.05).

تقدير الصفات الكيماوية:

1) تقدير محتوى الكلوروفيل (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب): تم اخذ العينات من الاوراق الطرية المكتملة النمو لشتلات الروبينا لغرض تقدير محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي والنسبة بين كلوروفيل a الى كلوروفيل b اذ اخذ (100) ملغم وهضمت بالأسيتون بتركيز (80٪) حسب طريقه Mackinney (1941) وتمت عملية الهضم في جفنه خزفيه وبعد هضم العينة كلياً رشحت ثم اجري لها طرد مركزي بسرعه 1600دوره/دقيقه لمدته (10) دقائق، ثم فصل الراشح عن الراسب واستخدم الراشح لقياس الكلوروفيل حيث يتمتع بخاصية الوميض الفلورسين Fluorescence فهو يمتص الضوء ويشعه في صورة موجة اكبر طولاً ومهما كان طول الموجة التي يمتصها فانه يومض دائماً في الضوء الاحمر (بحد اقصى عند 684 نانوميتر) وعلى هذا الاساس فان الكلوروفيل يقاس بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer في حدود الأشعة الحمراء والتي لا تشمل حدود قياس الكاروتينات (Sestak، 1971) وهي في الاطوال الموجية التالية: (645 و 652 و 663 نانوميتر) وحسب المعادلات التالية حسب التراكيز لكل نوع:

$$\text{Chlorophyll a} = [12.7(D663) - 2.69(D645)] \times \frac{v}{1000 \times w}$$
$$\text{Chlorophyll b} = [22.9(D645) - 4.68(D663)] \times \frac{v}{1000 \times w}$$

$$\text{Total Chlorophyll} = [20.2(D645) - 8.02(D663)] \times \frac{v}{1000 \times w}$$

حيث ان:

v: الحجم النهائي للراشح بعد اتمام عملية الفصل

w: الوزن الرطب (ملغم)

D: القراءة عند الطول الموجي

(2) تقدير محتوى البروتين (مايكروغرام.مل⁻¹وزن رطب): قدرت كميته البروتين في الوزن الرطب لأوراق شتلات الروبينا لجميع العينات باستخدام طريقه Lowry وآخرون (1951) والمحورة من Schacterle و Pallak (1973) والتي تعتمد على ترسيب البروتينات في العينة باستعمال 5% Trichloro acetic (acid TCA) ومن ثم استخلاص البروتينات بمحلول NaoH (1) عياري وتم تقدير محتوى البروتين الكلي في الوزن الرطب للأوراق بأخذ (0.2)غم واضيف اليه (2) مل TCA وسحقت بشكل جيد باستخدام هاون خزفي ووضع المزيج في انبويه طرد مركزي، وفصل الراسب عن الراشح بإجراء عملية الطرد المركزي بسرعة (3000 دورة/دقيقه) لمدته (5) دقائق واعيد عمليه غسل الراسب بمحلول 5% TCA ثم اضيف محلول NaoH (1) عياري الى الراسب ومزج جيدا وتركه بدرجة حراره (5)م⁰ لمدة 24 ساعة لإذابة البروتينات بشكل كامل وبعد اكتمال عملية الذوبان فصل الراشح عن الراسب واخذ الراشح واكمل الى حجم قياسي بمحلول NaoH (1) عياري، نقل 1مل من هذا المستخلص واضيف اليه 1مل من كاشف النحاس القاعدي، وبعد المزج الجيد تركت الانابيب لمدته (10) دقائق بدرجة حراره الغرفة ثم اضيف (4) مل من كاشف الفينول بسرعه مع الرج ووضعت الانابيب في حمام مائي لمدته (5) دقائق بدرجة حراره (55م⁰) ثم تركت الانابيب لتبرد عند درجه حراره المختبر، ثم قياس الامتصاصية على الطول الموجي (650) نانوميتر في جهاز المطياف الضوئي وحضرت انبويه السيطرة Blank من اضافته الكواشف المذكورة انفا الى (1) مل من الماء المقطر وحضر المنحني القياسي بإذابة (0.1) غم من Bovin serum albumin (BSA) في (100) مل NaoH (1) عياري للحصول على تركيز (1ملغم/مل) وحضرت منه التراكيز (50-500) ميكروغرام/مل ثم اتبعت نفس الخطوات المذكورة سابقا للحصول على الكثافة الضوئية عند الطول الموجي (650) نانوميتر) لرسم المنحني القياسي لتقدير المحتوى البروتيني في العينات كما تم تقدير النسبة المئوية للكلوروفيل الى البروتين بالعلاقة التالية:

$$(\%) \text{ كلوروفيل/ بروتين} = \frac{\text{محتوى الكلوروفيل الكلي مايكروغرام/مل}}{\text{محتوى البروتين الكلي مايكروغرام/مل}} \times 100$$

النتائج والمناقشة

محتوى الاوراق من الكلوروفيل a (ملغم.غم⁻¹وزن رطب): يتضح من الجدول (1) وجود اختلاف معنوي في محتوى اوراق الروبينا من الكلوروفيل a عند تعريض بذورها الى شدد مختلفة من الومض الكهربائي فقد سببت معاملة البذور بشدات التيار (10 و6 و8) امبير زيادة معنويه لهذه الصفة بلغت معدلاتها (1.419 و1.389 و1.384) ملغم.غم⁻¹وزن رطب على التوالي قياسا الى معاملة المقارنة والمعاملة بشدة (4) أمبير اللتان اعطتا قيم بلغتا (1.336 و1.273) ملغم.غم⁻¹وزن رطب على التوالي كما يتضح من الجدول نفسه بأن اكبر تركيز للكلوروفيل a (1.379 ملغم.غم⁻¹وزن رطب) من معاملة البذور للومض الكهربائي لمدة (6) دقائق وتلتها مدة الومض (4) دقائق تقوفا على مدة الومض (2 و8) دقيقه التي اعطتا اقل تركيز لمحتوى كلوروفيل a بلغا (1.346 و1.351) ملغم.غم⁻¹وزن رطب على التوالي. اما بالنسبة لتأثير التداخل ما بين شدة الومض الكهربائي ومدة التعريض فبيين الجدول (1) بأن اكبر معنوية لتركيز كلوروفيل a (1.506 ملغم.غم⁻¹) تم الحصول عليها من معاملة البذور بشدة (8 أمبير لمدة 4 دقائق) تلتها المعاملة (4) امبير لمدة 6 دقائق بلغت (1.493 ملغم.غم⁻¹) قياساً الى معاملة المقارنة التي اعطت (1.336 ملغم.غم⁻¹) وزن رطب لهذه الصفة وهذا ينسجم مع (Racuciu وآخرون، 2008) حيث وجد زيادة في تركيز الكلوروفيل a عند تعريض شتلات الروبينا بعمر شهرين لمستوى ضعيف من المجال المغناطيسي لمدد (0.5 و1) ساعه لمدة (10) ايام حدث تحفيز معين لتكوين وتصنيع الكلوروفيل اعطى اقصى زيادة وعند التعريض لفترات اطول من (2) ساعة ولمدة (10) ايام ايضا بدأ ينخفض محتوى الكلوروفيل a بالمقارنة مع معاملة المقارنة.

الجدول (1) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل a (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب) لشتلات الروبينا *R. pseudoacacia*

Table (1) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in chlorophyll a(mg.g⁻¹f.wt.) content of *R. pseudoacacia* transplant.

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي (أمبير) Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
1.336c	1.336gh	1.335gh	1.337gh	1.336 gh	بدون شدة
1.273d	1.153j	1.493ab	1.154j	1.295h	4
1.389b	1.444cd	1.409d-f	1.463bc	1.241i	6
1.384b	1.377e-g	1.211i	1.506a	1.442cd	8
1.419a	1.446cd	1.446cd	1.368fg	1.418c-e	10
	1.351b-d	1.379 a	1.365ab	1.346 d	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

محتوى الأوراق من الكلوروفيل b (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب): يبين الجدول (2) تأثير شدة الومض الكهربائي في محتوى كلوروفيل b لأوراق شتلات الروبينا واتضح وجود فروقات معنوية بين المعاملات بشدات الومض المختلفة وكانت شدتي الومض (6 و8) أمبير فقد سجلت أعلى القيم المعنوية ومقدارها في كلٍ منهما (0.568 ملغم.غم⁻¹) والتي تعادل نسبة زيادة (25.386%) بالقياس مع معاملة المقارنة التي سجلت أقل قيمة معنوية بلغت (0.453 ملغم.غم⁻¹) ويبين الجدول نفسه الى ان مدتي التعريض للومض الكهربائي (4 و6) دقيقة قد اعطتا أعلى تركيز لمحتوى كلوروفيل b بلغ (0.545 و 0.535 ملغم.غم⁻¹) على التوالي قياساً الى مدة الومض (2) دقيقة التي اعطت أقل قيمة بلغت (0.503 ملغم.غم⁻¹). ويبين الجدول (2) التداخل الثنائي بين العوامل المدروسة ان اغلب معاملات التداخل بين شدة الومض الكهربائي ومدته قد ادت الى حصول فروقات معنوية في صفة محتوى اوراق الشتلات الرطبة من كلوروفيل b وكان اكبر تركيز للكلوروفيل b (0.699 ملغم.غم⁻¹) تم الحصول عليها من معاملة البذور لشدة تيار (8) أمبير لمدة (4) دقائق والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة البذور لشدة تيار (4) أمبير لمدة (6) دقائق ولكنها اختلفت معنوياً عن باقي المعاملات وبنسبة زيادة مقدارها (54.646%) بالقياس لمعاملة المقارنة لمدة (4) دقائق والتي بلغت (0.452 ملغم.غم⁻¹) وهذا يتماشى مع (Isaac وآخرون، 2011) بأنه وجد زيادة الكلوروفيل b والكلوروفيل a و الكاروتين في شتلات الذرة النابتة من البذور المعالجة بالكهرومغناطيسية وكما ذكر (Sandu، 2005) انه عند تعريض شتلات الروبينا الى (400) ميكا هرتز لـ (1 و2 و3 و8 ساعات/ يوم) لمدة (21) يوماً ان محتوى كلوروفيل b زاد عند التعريض (2) ساعة حيث لاحظ وجود زيادة كبيرة في محتوى الكلوروفيل.

محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب): يشير الجدول (3) مدى تأثير الومض الكهربائي في محتوى الكلوروفيل الكلي لأوراق شتلات الروبينا وتبين وجود فروقات معنوية عند تعريض بذورها لشدات مختلفة من التيار الكهربائي إذ اعطت معاملة البذور بشدة (10 و6 و8) أمبير على التوالي لمحتوى الكلوروفيل الكلي (1.970 و1.957 و1.952) ملغم.غم⁻¹ على التوالي والذين لم يختلفوا معنوياً فيما بينهم ولكنهم تفوقوا معنوياً على معاملة المقارنة التي اعطت (1.789) ملغم.غم⁻¹ وسببت مدد التعريض للومض الكهربائي (6 و4) دقائق زيادة معنوية في هذه الصفة قياساً الى معاملة البذور لمدة (2) دقيقة التي اعطت أقل قيمة إذ بلغت معدلاتهم على التوالي (1.914 و1.911) ملغم.غم⁻¹، في حين كانت مدة الومض (8) دقائق غير معنوية مع معاملة التعريض لمدة (2) دقيقة. ويشير الجدول نفسه الى تأثير التداخل بين شدة الومض ومدد التعريض في محتوى الكلوروفيل الكلي لأوراق شتلات الروبينا ووجدت هناك فروقات معنوية ولمعظم التداخلات وتراوحت هذه القيم بين (1.547 و2.206) ملغم.غم⁻¹ وكانت أعلى المعدلات لهذه الصفة قد سجلت بالتداخل (8) أمبير لمدة 4 دقائق و (4) أمبير لمدة 6 دقائق) وبلغتا (2.169 و2.206) ملغم.غم⁻¹ على التوالي بالمقارنة مع معاملة المقارنة لمدة (4) دقائق وكانت (1.788) ملغم.غم⁻¹ وربما يعود سبب التأثير الايجابي لاستخدام الومض الكهربائي في زيادة محتوى اوراق الشتلات من الكلوروفيل الى ان هذه

المعاملات تعمل على زيادة امتصاص بعض العناصر المغذية (Black وآخرون، 1971) من خلال عملية التمثيل الكربوني أو ربما معاملة البذور بالومض الكهربائي تعمل على زيادة توسيع نسيج الخشب في اعناق الاوراق مما ادى الى زيادة حركة امتصاص العناصر الغذائية الضرورية ومنها N و Mg و S و Fe لتكوين جزيئة الكلوروفيل (محمد واليونس، 1991) وقد اشار (حسين، 2007) الى حدوث زيادة معنوية في محتوى الاوراق من الكلوروفيل بنسبة 48,34% عند معاملة بذور الاقحوان المستنبتة وشتلاته للمعاملة (8 أمبير×6 دقائق) بالصعق الكهربائي قبل الزراعة وقد يعود سبب الزيادة أو النقصان بين المعاملات الى تأثير الومض الكهربائي في تغير حجم وعدد البلاستيدات الخضراء لان النمو الخضري والجذري الجيد للشتلات الناتجة من زراعة البذور المعاملة بالتيار الكهربائي مرتبطا بما تحويه اوراق هذه الشتلات من كمية وزيادة نشاط الكلوروفيل، وتنسجم النتائج السابقة مع ما توصلت اليه (جاسم، 2007) من تأثير التيار الكهربائي على صفات النمو الخضري والزهرى لنبات *Ranunculus asiaticus* حيث ادت معاملات الصعق الكهربائي الى زيادة معنوية في صفات المساحة الورقية وعدد الافرع والوزن الجاف للمجموع الخضري ومحتوى الكلوروفيل.

الجدول (2) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل b (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب) لشتلات الروبينيا *R. pseudoacacia*

Table (2) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in chlorophyll b(mg.g⁻¹f.wt.) content of *R. pseudoacacia* transplant

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي (أمبير) Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
0.453 d	0.453 i	0.452 i	0.452 i	0.454 i	بدون شدة
0.476 c	0.394 k	0.676 a	0.423 jk	0.411 k	4
0.568 a	0.612 bc	0.542 fg	0.631 b	0.487 h	6
0.568 a	0.537 fg	0.449 ij	0.699 a	0.588 cd	8
0.550 b	0.547 fg	0.555 ef	0.523 g	0.578 de	10
	0.509 b	0.535 a	0.545 a	0.503 b	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

*Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

الجدول (3) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل الكلي (ملغم.غم⁻¹ وزن رطب) لشتلات الروبينيا *R. pseudoacacia*

Table (3) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in total chlorophyll(mg.g⁻¹f.wt.) content of *R. pseudoacacia* transplant

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي (أمبير) Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
1.789b	1.789h	1.790h	1.788h	1.789h	بدون شدة
1.749c	1.547k	2.169a	1.576 k	1.706jj	4
1.957a	2.056bc	1.951ef	2.094b	1.728i	6
1.952a	1.913fg	1.660j	2.206a	2.030cd	800
1.970a	1.993de	2.001c-e	1.889g	1.997de	10
	1.860b	1.914a	1.911a	1.850b	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

*Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

نسبة كلوروفيل a الى كلوروفيل b: يلاحظ من الجدول (4) تأثير الومض الكهربائي في نسبة كلوروفيل a / b في اوراق شتلات الروبينيا وقد وجدت فروقات معنوية بين المعاملات حيث سجلت معاملة المقارنة اعلى قيمة لهذه الصفة بلغت (2.951) تلتها شدة الومض (4) امبير بلغ (2.755) في حين اقل نسبة سجلت لشدة الومض (6) امبير وبلغت (2.459). كذلك يلاحظ من الجدول نفسه بأن اكبر نسبة للكلوروفيل b/a تم الحصول عليها من مدة التعريض (2 و 8) دقائق اللتين سجلتا اعلى قيمة معنوية بلغتا (2.689 و 2.713) على التوالي وتفوقا معنويا على مدة الومض (4) دقائق التي اعطت اقل قيمة بلغت (2.558). اما بالنسبة للتداخل بين شدة الومض الكهربائي ومدد التعريض له في نسبة كلوروفيل b/a فقد وجدت فروقات معنوية بين معظم التداخلات وكانت المعاملة 4 امبير لمدة 2 دقيقة قد سجلت اعلى القيم لهذه الصفة وبلغت 3.152 ونسبة زيادة قدرها (6.847%) بالقياس الى معاملة المقارنة صفر امبير لمدة 2 دقيقة التي سجلت (2.950) وهذا ينسجم مع ما ذكره (Kozlowski و Kramer، 1979) من ان نسبة الكلوروفيل b/a في النبات تكون بين ضعف الى ثلاثة اضعاف وينسجم مع (Saieed، 1990) انه كلما زادت نسبة كلوروفيل b/a يعني زيادة التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة النمو وكما اشار (Racuciu واخرون، 2008) ان نسبة الكلوروفيل في شتلات الروبينيا المعرضة لترددات مغناطيسية منخفضة جدا فهذه النسبة تعتبر دليل فسيولوجي هام بشأن كفاءة التمثيل الضوئي. وكشف ان تأثير التحفيز المغناطيسي الطفيف في عملية التمثيل الضوئي سببه زيادة في نسبة الكلوروفيل مقدارها (40%) في حالة التعريض لفترات زمنية (0.5-1-2) ساعة.

الجدول (4) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في نسبة كلوروفيل (a) / كلوروفيل (b) لشتلات الروبينيا *R. Pseudoacacia*

Table (4) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in chl. a / b ratio of *R. pseudoacacia* transplant

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي (امبير) Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
2.951a	2.949b	2.949b	2.955b	2.950b	بدون شدة
2.755b	2.924b	2.207gh	2.737c	3.152 a	4
2.459d	2.359 f	2.607 c-e	2.322fg	2.549de	6
2.471d	2.566 de	2.702 cd	2.154h	2.461ef	8
2.582c	2.646cd	2.605 c-e	2.622cd	2.455ef	10
	2.689 a	2.614 b	2.558 b	2.713 a	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

*Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

محتوى البروتين الكلي (مايكروغرام.مل⁻¹ وزن رطب): يتضح من الجدول (5) تأثير شدة الومض الكهربائي في محتوى اوراق شتلات الروبينيا من البروتين الى اختلاف معنوي وتفوق شدة الومض (10) امبير في تأثيره في هذه الصفة عن باقي الشدود للومض الكهربائي وسجل اعلى محتوى من البروتين مقدارها (2686.75 مايكروغرام.مل⁻¹) بنسبه زيادة مقدارها (40.65%) قياسا الى معاملة المقارنة التي بلغت (1910.25 مايكروغرام.مل⁻¹) في حين سجلت جميع مدد تعريض البذور الى الومض الكهربائي الى احداث زيادة معنوية في هذه الصفة فقد اعطت معاملة تعريض البذور لمدة (8) دقائق من الومض اعلى محتوى من البروتين بلغ (2258.60 مايكروغرام.مل⁻¹) وسجلت مدة تعريض (2) دقيقة اقل محتوى من البروتين اما بالنسبة للتداخل الثنائي بين شدة الومض الكهربائي ومدد التعريض فبين الجدول نفسه بان اكبر محتوى من تركيز البروتين (3274.33 مايكروغرام.مل⁻¹) تم الحصول عليها من شدة الومض (10) امبير لمدة (4) دقائق بنسبة زيادة مقدارها (71.431%) قياسا الى معاملة المقارنة صفر امبير لمدة 4 دقيقة (1910.1) مايكروغرام.مل⁻¹) وقد يعزى سبب زيادة محتوى اوراق الشتلات من البروتين الى دور الومض الكهربائي في احداث تغيرات في نشاط بعض الانزيمات المحللة كإنزيم البيروكسيديز في درنات البطاطا كنتيجة

للزيادة في تمثيل البروتين والذي انعكس ايجابياً في زيادة النشاط الخلوي ومن ثم زيادة حجم و وزن الخلايا (البرونجي، 2007) وذكر (وليد، 1993) بان تعريض تقاوى البطاطا الى التيار الكهربائي ادى الى زيادة تمثيل البروتينات بنسبة 30% وقد اكد (سعيد واخرون، 1996) ان زيادة المحتوى البروتيني يعني نشاط اكبر في عملية التمثيل والتحول الغذائي.

الجدول (5) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في محتوى البروتين (ميكروغرام. مل⁻¹) لشتلات الروبينيا *R. Pseudoacacia*

Table (5) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in protein content ($\mu\text{g.ml}^{-1}$) of *R. pseudoacacia* transplant

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي (امبير) Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
1910.25 c	1910.00gh	1910.67gh	1910.00gh	1910.33gh	بدون شدة
2007.50b	2036.67e-g	1653.67i	2064.3 ef	2273.33cd	4
1879.17c	2390.67c	1408.00j	1433.67j	2284.33c	6
1762.75d	2145.00de	2079.00ef	1848.00h	979.00k	8
2686.75a	2808.67b	2717.00b	3274.33a	1947.00f-h	10
	2258.60 a	1953.67c	2106.07b	1878.80d	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

*Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

النسبة المئوية للكوروفيل الكلي الى البروتين (%): تشير نتائج الجدول (6) الى وجود فروقات معنوية في نسبة الكوروفيل الكلي/ البروتين بين شدات الومض الكهربائي فقد تفوقت معاملة البذور بشدة الومض (8) امبير واعطت اعلى نسبة وبلغت (12.397%) بالقياس الى معاملة المقارنة التي سجلت (9.367%) وسببت مدة تعريض البذور الى الومض الكهربائي لمدة (2) دقيقة زيادة معنوية في هذه الصفة قياسا الى مدة الومض (8) دقائق التي اعطت اقل نسبة لمحتوى الكوروفيل الكلي/ البروتين اذ بلغ (11.091%) في حين اعطت المدة (8) دقائق ادنى نسبة مئوية بلغت (8.324%) ويلاحظ من التداخل بين العوامل المدروسة ان نسبة الكوروفيل الكلي/ البروتين ازدادت الى اقصى معدلاتها عند معاملة بذور الروبينيا بشدة الومض الكهربائي 8 امبير لمدة 2 دقيقة بلغت (20.738%) مع ملاحظة ان هذه النسبة اختلفت معنويا مع باقي المعاملات الاخرى ومنها معاملة المقارنة بشدة ومض كهربائي صفر امبير لمدة 2 دقيقة التي اعطت (9.366%) هذه النسبة تدل على كفاءة وحدات التمثيل الضوئي من خلال زيادة كمية الكوروفيل من حيث انتاج البروتين الضروري والحيوي للنمو بشكل عام (Saieed، 1990) وهذا ينسجم مع ملاحظة Al- salih و mala (2003) ان للمعاملة الكهربائية تأثيرا تحفيزيا في نمو كالس النبات مقترنا مع زيادة محتواها من البروتين والكوروفيل قياسا الى الكالس غير المعامل، كما اكد Joersbo و Brunsted (1991) تأثير المعاملة الكهربائية في زيادة البروتين في البروتوبلاست المعزول من النباتات.

ومما سبق يمكن ان نستنتج ان معاملة بذور الروبينيا بالومض الكهربائي بشدد التيار الكهربائي ومدده الى تحسين الصفات الكيميائية في الشتلات الناتجة فقد حصل زيادة في محتوى اوراق هذه الشتلات من كلوروفيل a و b والكلي ونسبة كلوروفيل b/a والبروتين ونسبة الكوروفيل الكلي/ البروتين وقد تعزى هذه الزيادة الى أن التيار الكهربائي يعمل على زيادة نفاذية الأغشية الخلوية كما يساعد في سرعة تحول المدخرات الغذائية إلى حالة يسهل الاستفادة منها من قبل النبات كما يعمل على تنشيط التمثيل الكربوني وزيادة نمو النبات (وليد، 1993) ويكون سببا في ازدياد المحتوى الكلوروفيلي لأوراق الشتلات المعرضة للتيار الكهربائي تكون محصولتها زيادة في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي نموا اكبر واسرع وكذلك الحال بالنسبة لزيادة مستوى البروتين تعني نشاط اكبر في عملية التمثيل والتحول الغذائي (Langheirich، 1993 وسعيد واخرون 1996) وقد يعود سبب الزيادة الى تأثير التيار الكهربائي في تغير حجم وعدد البلاستيدات

الخضراء لان النمو الجيد للشتلات الناتجة من زراعة البذور المعاملة بالصعق الكهربائي مرتبط بما تحويه اوراق هذه الشتلات من كمية ونشاط الكلوروفيل (حسين، 2007) كما اكد الباحث Racuciu واخرون (2008) من تعريض شتلات الروبينيا الى مجل مغناطيسي ضعيف جداً حفز على زيادة تكوين وتصنيع الكلوروفيل مقارنة بالشتلات الغير معرضة.

الجدول (6) تأثير الومض الكهربائي ومدد التعرض والتداخل بينهما في نسبة محتوى الكلوروفيل الكلي ميكروغرام.غم⁻¹ /محتوى البروتين ميكروغرام.غم⁻¹ (%) لشتلات الروبينيا *Pseudoacacia R.*

Table (6) The impact of electrical shock and duration of shock and interaction in total chl. /protein ratio (%) of *R. pseudoacacia* transplant

تأثير شدة الومض الكهربائي Effect of electrical shock	مدة التعرض للومض الكهربائي (دقيقة) Duration of shock (min.)				شدة الومض الكهربائي Electrical shock (Am.)
	8	6	4	2	
9.367 c	9.366 f	9.367 f	9.367 f	9.366 f	بدون شدة control
8.986 d	7.589 hi	13.196 c	7.635 hi	7.524 hi	4
11.171 b	8.648 fg	13.860 c	14.608 b	7.570 hi	6
12.397 a	8.920 f	7.983 gh	11.948 d	20.738 a	8
7.622 e	7.096 i	7.368 hi	5.770 j	10.256 e	10
	8.324 d	10.355 b	9.865 c	11.091 a	تأثير مدة التعرض للومض الكهربائي Effect of duration

Means of treatments and interaction followed by the same letters had no significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

وهذا يبين الاثار الايجابية للومض الكهربائي تنطبق مع التحفيزات الايجابية للمعاملات المغناطيسية في التركيب الحيوي للبروتينات وانتاج الخلايا والنشاط الضوئي ومعدل التنفس ونشاط الانزيم ومحتوى الحمض النووي الذي اكد Stange واخرون (2002) في الذرة. وقد يكون سبب التأثير الايجابي للومض الكهربائي في الصفات الكيميائية المدروسة زيادة الفعاليات الحيوية والانزيمية داخل الخلية فقد ثبت ان التيار الكهربائي يمكن ان يحدث نفس التأثيرات التي تحدث في النباتات عند معاملتها بكل من حامض الجبرليك واشباه الاوكسين وغيرها من المستحضرات الكيميائية (وليد، 1993)، وهذا ينسجم مع Al-Mallah و Salih (2003) ان للمعاملة الكهربائية تأثيراً تحفيزياً في نمو كالس النبات مقترنا مع زيادة محتواها من البروتين والكلوروفيل قياساً الى الكالس غير المعامل، كما اكد شريف (2013) ان تعريض بذور الصنوبر الحلبي لشدة الصعق الكهربائي وفترة ادى الى زيادة محتوى الاوراق من الكربوهيدرات الكلية سببه قوة ونشاط النمو الخضري في الشتلات الناتجة من البذور المعرضة للصعق الكهربائي ومن ثم زيادة كفاءة التمثيل الكربوني فيها التي تؤدي الى زيادة تراكم المواد الكربوهيدراتية في الاوراق وذكر ان سبب ازدياد محتوى البروتينات الكلية في اوراق الشتلات الى دور الصعق الكهربائي مما انعكس على تحسين العديد من المواصفات الكيميائية في الشتلات الناتجة في محتوى اوراق هذه الشتلات من البروتينات والفينولات الكلية والكلوروفيل قياساً الى معاملة المقارنة.

EFFECT OF ELECTRICAL SHOCK AND ITS DURATION IN CHLOROPHYLL AND PROTIEN ONTENT OF *Robinia pseudoacacia L.* TRANSPLANTS

Suleiman E. D. Nathim Th. Saieed Adeb Y. Shareef
Forest Dept./ College of Agriculture & Forestry Biology Dept./College of Science
Mosul University/Iraq Mosul University / Iraq

E-mail: dawooda_2011@yahoo.com.

Abstract

A research work was done for chlorophyll and protein contents of *Robinia pseudoacacia L.* leave, So the seeds were treated with different shocking power and duration. Then subjection of *Robinia* seeds to different electrical shock have significantly effect, so (10) Ampere shock power was the best in (chlorophyll a, total chlorophyll and protein contents) in *Robinia* leaves in comparison with control treatment, but chlorophyll b and ratio of total chlorophyll / protein traits was significant at shock power (8) Ampere, at same time the characteristic of chlorophyll a/b ratio was significantly different for control with all other treatments. On other hand duration of shocking (6) minutes was the best in (chl. a and total chl.) and significantly different from control, but duration of (2) minutes was the best in (chl. a / b ratio and total chl. /protein ratio) and significantly different with all other characteristics, When duration of (4) minutes was the best in chl. b and duration of (8) minutes was the best for protein content characteristics in comparison with all other treatments. Interaction effect between electric shock power and duration showed that chlorophyll contents for (chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll) was the best in comparison with all other treatments at (8 Am. × 4min.) and this not differ significantly with interaction of (4Am. × 6min.) also interaction of yielded highest value for the ratio of chl. a/b and this was significantly different with control, But protein content increased at interaction of (10 Am. × 4,8 and 6 min.) and this was significantly different with control, but the highest percent for the ratio of (total chl./ protein) was recorded for the interaction (8Am.×2min.) and this significantly different with control and all other treatments, Finally we concluded that the improvement in chemical characteristics was due to subjection of *Robinia* seeds to different electric shocks and different periods.

Key words: electrical shock, duration of shock, *Robinia pseudoacacia L.*

Received: 18/3/2014, Accepted 17/12/2017

المصادر

- البرزنجي، إقبال محمد غريب طاهر(2007). تأثير الأشعة فوق البنفسجية والتيار الكهربائي والتربتوفان في النمو والحاصل والقابلية الخزن للبطاطا (*Solanum tuberosum L.*) صنف ديزري اطروحة دكتوراه، قسم البستنة-كلية الزراعة-جامعة بغداد، العراق.
- جاسم، صدى نصيف (2007). تأثير الصعق الكهربائي في صفات النمو الخضري والزهرى لنبات *asiaticus Ranunculus* مجلة العلوم الزراعية العراقية. 38 (6): 110-117.
- حسين، جنان قاسم (2007). تأثير الصعق الكهربائي في تغيرات النمو الخضري والزهرى و DNA لبعض نباتات الزينة. اطروحة دكتوراه، قسم البستنة-كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- الراوي، خاشع محمود وعبدالعزیز خلف الله (2002). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، الطبعة الثانية، جامعة الموصل، العراق.
- السامرائي، سارة خليل إبراهيم (2010). قوة الهجين وقابلية الائتلاف قرع الكوسة واستجابته للصعق الكهربائي. رسالة ماجستير، قسم البستنة، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
- الساهوكي، مدحت مجيد (1992). تقويم طوافر فول الصويا مستحدثة بطريقة الصعق الكهربائي. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 22 (2): 99 - 105.
- سعيد، ناظم ذنون وموفق دخيل يحيى ووثبة ادريس (1996). التباين الطبيعي لأشجار القوغ الفراتي. مجلة زراعة الرافدين. 38 (1): 74-83.

- شريف، صباح غازي (2013). تأثير تقانة الصعق الكهربائي والمعالجة بالموجات الصوتية فوق السمعية وحامض الجبرليك في إنبات البذور ونمو شتلات الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* Mill. اطروحة دكتوراه، قسم الغابات- كلية الزراعة والغابات-جامعة الموصل.
- محمد، عبد العظيم كاظم ومؤيد أحمد اليونس (1991). أساسيات فسيولوجيا النبات. ثلاثة أجزاء. دار الحكمة للطباعة والنشر. جامعة بغداد، كلية الزراعة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 1328 صفحة.
- وليد، عبد اللطيف سامي (1993). استخدام منظمات النمو الفيزيائية والكيميائية في إنتاج البطاطا. مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي. (3): 46-41.
- Aksyonov, S. I.; A. A. Bulychev; T. Yu. Grunima; S. N. Goryachev; V. B. Turovetsky (2001). Effects of ELF-ELM treatment on wheat seeds at different stages of germination and possible mechanisms of their origin. *Electro – Magnetobiol.* (20): 231– 253.
- Al-Mallah, M. K. and S. M. Salih (2003). Electroporation increased growth of callus, regeneration capability and protein content of *Solanum nigrum* L. *Journal plant . Biology – Special Issue*, 14:35- 42.
- Anonymous, (2001). Statal Analysis System. Users Guide. SAS institute. Inc. Cary, N. C. USA.
- Black, J. D.;F. R. Forsyth; D. S. Fensom and R. B. Ross (1971). Electrical stimulation and its effect on growth and in accumulation in tomato plants. *Canadian Journal of Botany.* 49:1809-1815.
- Blonskoya, A. P.; A. N. Mironova and V. A. Okulova (1983). Effect of electrical treatment of sowing material on quality of the new yield. *Electronnoyaorbrabotka - Materialov*, (6):71.
- BÖhm, C.; A. Quinkenstein; D. Freese and R.F. Huttl (2009). Wachstumsverlauf von vierjährigen Robinien. *AFZ-DerWald* 10: 532-533.
- Bohnert, H.; D. Nelson and R. Jenson (1995). Adaptation to environmental stresses. *The Plant Cell.* 7: 1099-1111 .
- Carbonell, M. V.; E. Martinez and J. M. Amaya (2000). Stimulation of germination in rice (*Oriza sativa* L.) by static magnetic field. *Electromagn. Biological Medicine.* 19(1): 121-128.
- Dominguez-Pacheco, A.; C. Hernandez-Aguilar; A. Cruz-Orea; A. Carballo-Carballo; R. Zepeda-Bautista and E. Martinez-Ortiz (2010). Semilla de maiz bajo la influencia de irradiacion de campos electromagneticos. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 33(2): 23-28.
- Enescu, V. (1989). Micropropagarea in Vitro si amelioraea prin selectie clonala a salcamului (*Robinia pseudoacacia* L.). *Revista padurilor.* (104): 6-9.
- Garcia, F.; D. L. P. Sueiro and A. T. De Souza (2002). Efecto del tratamiento magnetico de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.) sobre la germinacion y el crecimiento de las plantulas. *Alimentaria.* (337): 181-186.
- Hanover, J.W.; T. Mebrahtu and P. Bloese (1989). Genetic improvement of *black locust*: A prime agroforestry species. Proc. Ist Conf. Agroforestry in Nord America, Ontario, Canada .
- Isaac, E. A.; C. A. Hernández; A. P. Domínguez, and A. O. Cruz (2011). Effect of pre-sowing electromagnetic treatment on seed germination and seedling growth in maize (*Zea mays* L.). *Agronomía Colombiana* 29(2): 213-220.

- Joersbo, M. and J. Brunstedt (1991). Electroporation: mechanism and transient expression, stable transformation and biological effects in plant protoplasts. *Physiology plant.* (81): 256-264.
- Kalmukov, K. (2002). Selection and technological capacity of *Robinia pseudoacacia* L. for intensive culture production. Proc. IUFRO Meeting "Management of fast plantations", Izmit, Turkey, pp. 276-281.
- Keresztesi, B. (ed.) (1988). the *black locust*. Akademiiai Kiado, Budapest, Hungary .
- Kramer, P. J. and Th. T.Kozlowski (1979). Physiology of Woody Plant. Academic Press New York, 811 pp.
- Lamb, JJ.; JJ. Eaton-Rye and MF. Hohmann-Marriott (2012). An LED-based Fluorometer for Chlorophyll quantification in the laboratory and in the field. *Photosynth Research.* (114): 59-68.
- Langheinrich, V. (1993). Clonal Variation in apical growth and content in vegetative storage proteins in *Populus*. *Tree* (7):242-249.
- Lowry, O.H.; N. J. Roserough; A. L. Farr and R. J. Randall (1951). Protein measurements with folin-phenol reagent *Journal Biological Chemistry* (193):265-275.
- Mackinney, G. (1941) Absorption of light by chlorophyll solution. *Journal of Biological Chemistry.* (140): 315-322.
- Namba, K.; A. Sasao; and S. Shibushava (1995). Effect of magnetic field on germination and plant growth. *Acta. Horticulture.* (399): 143-147.
- Racuciu, M.; D. E. Creanga, and GH. Calugaru (2008). The influence of extremely low frequency magnetic field on tree seedling. *Romaian Journal Physics.* (53)1-2: 361-367.
- Redei, K. (2002). Improvement of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. Proc. IUFRO Meeting on "Management of fast plantations", Izmir, Turkey, pp. 166-174 .
- Saieed N. Th.,(1990).Studies of variation in primary productivity, growth and morphology in relation to selective improvement of broad-leaved tree species. Ph.D. Thesis submitted to UCD, Dublin Ireland.
- Sandu, D. D.; I.C. Goiceanu; A. Ispas; I. Creanga; S. Miclaus and D.E. Creanga (2005). A preliminary study on ultra-high frequency electromagnetic fields effect on black locust chlorophylls, *Acta Biological Hungarica;* 56 (1-2) 109-117.
- Schacterle, G. R. and R. L. Pollak (1973). A simplified method for the quantitative assay of small amount of protein in biologic material. *Analytical Biochemistry.* (51):654-655.
- Sestak, Z.; J. Catsky and P. G. Jarvis (1971). Plant Photosynthetic Production, Manual of Methods. Dr. W. Junk N. V. Publishers. The Haugue. 672-701.
- Stange, B.C.; R.E. Rowland; B.I. Rapley and J.V. Podd (2002). ELF magnetic fields increase amino acid uptake into *Vicia faba* L. roots and alter ion movement across the plasma membrane. *Bioelectromagnetics* (23): 347-354.

Wieseler, S. (1998). *Black Locust, Robinia Pseudoacacia* L. Plant Conservation Alliance, Alien Plant Working Group. P. 137.