تأثير الشدة الضوئية و البورون و الاوكسين في استجابة تجذير عقل الماش بدلالة مستويات IAA الطبيعي في الهيبوكوتيل .

عبد الله ابراهيم شهيد حسنين عبد الكاظم فاضل

جامعة بابل – كلية العلوم – قسم علوم الحياة

المستخلص :-

ان تأثير الشدة الضوئية التي تنمو تحتها النباتات الام وكذلك تجهيز الاوكسين والبورون في استجابة تجذير عقل الماش المشتقة منها بدلالة مستويات الاوكسين الطبيعي في الهيبوكوتيل (منطقة نشوء الجذور) قد درست . حيث بينت النتائج ان استجابة التجذير بدلالة الاوكسين المجهز (IAA) من الخارج عند التركيز الامثل (5×10^{-4}M)، قد حفزت بأكثر من ثلاثة اضعاف والشدة الضوئية بأكثر من خمسة اضعاف بينما البورون لم يؤثر معنويا الا عند التركيز العالي وبنسبة 24.8% عندما جهزت هذه العوامل اعلاه على انفراد، ان هذه الزيادة في استجابة التجذير قد تناغمت مع اعلى مستويات الاوكسين الطبيعي Endogenous IAA والتي تم الكشف عنها (تقديرها) في هيبوكوتيل العقل .ومن جانب اخر ، فان الافعال المتبادلة الثنائية بين العوامل اعلاه قد بينت نقطتين جوهريتين هما :- الاولى ، ان الشدة الضوئية تستحث الحاجه الى البورون و الثانية ، ان الشدة الضوئية كذلك تستحث اخذ الاوكسين المجهز uptake of supplied auxin من قبل العقل . اما بدلالة الفعل المتبادل الثلاثي بين العوامل اعلاه فقد تبين ، ان اخذ الاوكسين المجهز والذي يستحث مع اعلى شدة ضوئية يتطلب استحثاث الحاجه لأعلى تركيز من البورون (100 مايكرو غرام /مل) والذي يساوي 20 ضعف مقارنة مع الحاجه الطبيعية (5 مايكرو غرام / مل) للعقل المشتقة من بادرات نامية في الضوء لمدة 10 ايام . ان الحاجة الى B على ما يبدو تكمن في تفعيل انزيم IAA- oxidase لخفض مستوى IAA خلال طور النمو والتكشف ليكون ملائما لتحويل البادئات الجذرية الى جذور مرئية . فضلا عن كون المناقشة قد تمحورت حول دور البورون في ايض وانتقال IAA وكذلك تحطمه الضوئي / الانزيمي في الاوراق قبل الانتقال القاعدي وبعد انتقاله وتجمعه في هيبوكوتيل العقل .

The influence of light irradiance , boron and auxin on rooting response of Mung bean cuttings in terms of endogenous levels of IAA in hypocotyls.

Abdullah Ibrahim Shaheed Hasanain Abdulkadhim Fadhil

Biology Department-College of Science-Babylon university

Abstract:-

The influence of light irradiance under which stock plants were raised , in addition to supplied auxin and boron in rooting response of derived cuttings in terms of IAA levels in hypocotyl (root initiation zone) has been studied .

The results were revealed that rooting response due to supplied auxin (IAA) at the optimal concentration (5×10^{-4} M) induced more than 3 folds and irradiance more than 5 folds whereas , boron has no significant effect except at high concentration (24.8 %), when the above factors employed individually . However, such increment in rooting response was coincided with high levels of IAA where detected in hypocotyls.

On the other hand , the interactions between the above factors revealed two fundamental points : first, irradiance induce the requirement of boron . second, irradiance induce the uptake of supplied auxin .Moreover, the triple interaction between the above three factors showed that the uptake of supplied auxin which induced by irradiance required the induction of high concentration of boron (100 µg/ml).The later concentration is equal 20 folds compared to normal level required of boron (5µg/ml) by cutting derived from 10 days old light grown seedlings. seemingly , B- required by IAA-oxidase enzyme for diminishing of IAA– level to be suitable for development of root primordia into visible roots . In addition , the discussion was focused on the role of irradiance and boron in IAA –metabolism and transport as well as its photo- oxidation in primary leaves before its basipetal transport and after its accumulation in the hypocotyls.

Key words:- Auxin metabolism , Basipetal transport , B-requirement , Darkness, IAA- oxidase , Light irradiance , Mung bean , Photo- oxidation and rooting response.

المقدمة:-

الشدة الضوئية احد المتطلبات المهمة لنمو النبات ، حيث ان طاقة الضوء تستخدم لإنتاج ATP و NADPH في التفاعلات الضوئية للبناء الضوئي (Taizو Zeiger ، 2007). وعلى الرغم من كون الضوء هو مصدر الطاقة للبناء الضوئي فهو عامل مهم جدا في جميع الجوانب المتعلقة بنمو وتكشف النباتات . وقد يؤثر في تكوين الجذور العرضية بدلالة شدته intensity او نوعيته quality او مدته duration (أي التواقت الضوئي photoperiod).

ومع ان تأثير الضوء في تكشف الجذور العرضية لايزال غير معروف . الا ان Eliasson (1978) اقترح بان التعرض للأشعة الضوئية يؤثر في نشوء الجذور من خلال ميسورية نواتج البناء الضوئي . فضلا عن كون نتائج Middleton وجماعته (1980) مع عقل الماش وكذلك Veierskov وجماعته (1982 a ,b& c) مع عقل البزاليا هي ليست على ثبات مع هذه الفكرة . ومن خلال عدة اقتراحات بديلة (مثال Christensen وجماعته 1980) فان الضوء يؤثر في توزيع وتركيز منظمات النمو الطبيعية ومن بينها الاوكسين بشكل خاص . اخذين بنظر الاعتبار الدور المركزي (الاولوية) للاوكسين في تكشف الجذور العرضية (بطوريها النشوء و النمو والتكشف). وعلى ما يبدو ان هذا الاقتراح قد يكون ممكنا .ان امكانية تأثير الضوء المباشر في انتقال الاوكسين قد نشرت من قبل Thimannو Wardlaw (1963) و ان الشدة الضوئية العالية تزيد من اخذ uptake و تجمع IAA في الانسجة الخضراء لسيقان الماش (Shaheed،1987) .

بالإضافة الى ذلك فان العديد من النتائج المتناقضة قد نشرت حول تاثير الضوء ، الذي يجهز للنباتات الام ، على التجذير اللاحق في العقل المشتقة منها .من هذه النتائج ما بينه Hansen و Eriksen (1974) وكذلك Hansen (1975) من ان الشدة الضوئية الواطئة تكون مفيدة (مشجعة) لتكشف الجذور العرضية في عقل البزاليا . بينما بين Boroweski وجماعته (1981) ان الشدة الضوئية العالية لنباتات الـ Chrysanthemum الام يزيد ايضا من التجذير اللاحق في العقل المشتقة منها، وقد اوضح Niemi وجماعته (2005) ان مصادر الضوء ذات الاطياف المختلفة قد تؤثر على الجذور العرضية في الصنوبر البري (Pinus sylvestris).

اما بخصوص دور البورون في تكشف الجذور العرضية فقط لاحظ Middleton وجماعته (1978) ان الضوء يستحث الحاجة لتجهيز البورون من الخارج بهدف تسهيل تكشف البادئات الجذرية في عقل الماش مقارنة بعدم الحاجة الى ذلك في عقل البادرات النامية في الظلام . وفي وقت مبكر فقد اشار Warrington (1933) ان التواقت الضوئي قصير النهار يختزل اعراض نقص الـ B في عدة انواع منها الباقلاء و الفاصوليا و البزاليا .فضلا عن كون الشدة الضوئية الواطئة تخفف من الحاجة الى الـ B لنمو الجذور في النباتات الكاملة (Eaton،1940).

وفي مضمار الـ B وايض الاوكسين فان اول ارتباط بين B وبناء IAA قد ظهر من قبل Eaton في عام 1940 ،عندما اقترح بان نقص B في النباتات ناتج عن نقص محتوى IAA . ومع ذلك ، فالبحوث اللاحقة لم تؤكد ذلك ، وبعضها اشار الى ان تعزيز محتوى الـ IAA يحصل نتيجة لنقص الـ B (Loke وWhittington، 1968).اذ ان النباتات التي تفتقر للـ B تظهر اعراض مشابهة جدا لتلك المتسببة عن فرط الاوكسين hyperauxiny . تلك الاعراض تتضمن تثبيط نمو الجذور ، ظهور اللون البني على قممها وتكوين الجذور الجانبية (Hirsch و Torry،1980) . ومع ذلك فان Bohusack و Albert (1977) اقترحا بان نقص الـ B يستحث فعالية انزيم IAA-oxidase . وبالمقابل ، فقد بين Smirnov وجماعته (1977) ان اعراض نقص الـ B في النباتات لا ترتبط مع تجمع المستويات السامه من IAA . لكنها نتيجة لتجمع الفينولات المؤكسدة oxidized phenols والتي تمتلك قدرا اكثر من الخصائص السامه . وعلى هذا الاساس ، ان أي علاقة بين الـ B و ايض الاوكسين تبدو غير واضحه .فضلاً عن اهمية الشبكة الايضية التي اكدها Lewis (1980) والمتضمنة للـ B و التلكنن Lignification وانزيمات البيروكسيديز ، والتي هي متداخله مع ايض الهرمونات النباتية وبالخصوص IAA . هذا و يعد البورون من المغذيات الصغرى الأساسية لنمو وتكشف النباتات الوعائية (Pandeyوجماعته،2012). فضلا عن ان الاوكسين (IAA) احد منظمات النمو النباتية الذي لا يقتصر توزيعه بين النباتات الراقية فحسب بل يشمل البكتريا والفطريات والطحالب الزرقاء ايضا (VaralakshmiوMalliga ، 2012).

يهدف البحث الى دراسة تأثير الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين المجهز والتداخل بينهما في تكوين الجذور العرضية لعقل الماش بدلالة مستويات IAA الطبيعي .

المواد وطرائق العمل:-

استعملت بذور الماش *Phaseolus aureus* Roxb صنف تجاري (المستورد من شركة ZER التركية) حيث نُقعت بماء الحنفية الجاري لمدة 12 ساعة وزرعت في خطوط متوازية على نشارة الخشب المعقم Sterile sawdust كوسط للزراعة باستخدام أحواض بلاستكية، أضيف الماء المقطر و تركت في غرفة النمو Plant Growth Chamber من نوع Binder KBW 700 والتي تمتاز بظروف قياسية (أضاءه مستمرة وبشدة ضوئية (1500-

1800 لوكس، درجة حرارة 25±1 م ، ورطوبة نسبية 60-70%) وباستخدام شدد ضوئية مختلفة (ظلام ،50% ،100%). أضيف الماء حسب الحاجة الى عمر عشرة أيام بالنسبة للبذور النامية بالضوء وبعد بزوغ البادرات Seedlings emergence تم أستخدمها لتهيئة العقل منها وأجراء التجارب. هيئت العُقل بعمر عشرة أيام 10-day-old light grown seedlings حسب طريقة (Hess,1961). وتمتاز هذه البادرات باحتوائها على برعم طرفي Terminal bud، زوج من الاوراق الاولية كاملة الاتساع Pair of fully expanded primary leaves و سويقة جنينية فوق الفلق Epicotyl و سويقة جنينية تحت الفلق Hypocotyl بطول (3سم) تحت ندب الفلق Cotyledon nodes وذلك بعد إزالة المجموع الجذري Root system. اما العقل التي اخذت من بادرات نامية بالظلام (Etiolation) وبعمر 4 ايام فكانت بنفس المواصفات باستثناء وجود الفلق ولون الاوراق الاولية مصفرة و غير كاملة الاتساع مع قصر الابيوكوتيل . قسمت العقل الي مجموعتين ، الاولى جهزت بالاوكسين (IAA) بتركيز 5×10^{-5}M ، والثانية بالماء المقطر ، وذلك بوضعها في فيالات زجاجية Glass vials . تتضمن كل معاملة ثلاث فيالات، كل فيال يتسع لأربعة عقل أي بمعدل 12 عقلة للمعاملة الواحدة. حيث غمرت السويقة الجنينية تحت الفلق التي طولها (3 سم) في محلول حجمه (20 مل) من محاليل الاختبار لمدة 24 ساعة . بعدها نقلت العقل المعاملة الى حامض البوريك بثلاث تراكيز(0 ، 5 ، 100) مايكرو غرام/ مل لمدة ستة أيام كوسط للتجذير بعدها تم حساب معدل عدد الجذور في العقلة ،علما ان جميع معاملات العقل كانت تحت نفس الظروف اعلاه من حراره ورطوبة باستثناء الشدة الضوئية وهي 25% .

كما تم تقدير تركيز IAA الطبيعي في الهيبوكوتيل حسب طريقة Ergun وجماعته (2002) واستخدمت الطول الموجيnm 280 لقياس امتصاصية الاوكسين .

تم اجراء التحليل الاحصائي وفق التصميم العشوائي الكامل CRDوباستخدام برنامج التحليل الاحصائي Genstat وعلى مستوى احتمالية 0.05 .

النتائج:-

يشير الجدول (1) الى ان استجابة تجذير عقل الماش بدلالة معدل عدد الجذور العرضية المتكشفة في العقلة الواحدة بغياب الاوكسين المجهز (المعاملة بالماء المقطر) تساوي 8.70 جذر ، بينما تجهيز الاوكسين للعقل من الخارج وبالتركيز الامثل 5×10^{-4} M IAA, يستحث اكثر من ثلاثة اضعاف ونصف (40.13) جذر بالمقارنة مع السيطرة اعلاه . بالإضافة الى ذلك ، فان استجابة تجذير عقل الماش المشتقة من بادرات نامية في الظلام هي 5.05 جذر ، بينما تضاعف هذا العدد لأكثر من خمسة اضعاف واكثر من ستة اضعاف في العقل المشتقة من بادرات نامية تحت شدد ضوئية ، 50% و 100%، حيث كانت اعداد الجذور المتكشفة في الحالتين الاخيرتين 30.87 و 37.32 جذر على التوالي . اما تأثير البورون في استجابة التجذير لعقل الماش فقد تبين ان إضافة B بالتراكيز 5 و100 مايكرو غرام/ مل قد زاد طرديا من عدد الجذور الى 24.10 و 27.29 جذرا على التوالي وكانت الزيادة الأخيرة معنويه أي مع التركيز العالي من الـ B مقارنة بالماء المقطر(أي بغياب ألـB) حيث كان عدد الجذور المتكشفة يساوي 21.86 .

وبدلالة الفعل المتبادل الثنائي :-

أ- بين الشدة الضوئية والبورون فكانت اعلى استجابة تجذير (44.25) جذر قد تجلت عند اعلى شدة ضوئية (100) مع اعلى تركيز للبورون (100 مايكرو غرام / مل) ، بينما اوطأها (4.58) جذر فكان عند غياب البورون و ظروف الظلام التام .

ب- بين الاوكسين و البورون فقد تحققت اعلى استجابة تجذير (45.75) جذر عند تجهيز الاوكسين مع اعلى تركيز للبورون (100 مايكرو غرام / مل)، بينما اوطأها (7.83) جذر مع غياب البورون وغياب الاوكسين المجهز من الخارج .

ت- بين الشدة الضوئية و الاوكسين فكانت اعلى استجابة تجذير (65.25) جذر مع العقل المشتقة من بادرات نامية تحت الشدة الضوئية العالية (100%) مع التجهيز للاوكسين ، بينما أوطأ استجابة كانت (0.0) جذر مع العقل المشتقة من بادرات نامية في الظلام مع التجهيز للاوكسين . ان استجابة التجذير في الحالة الأخيرة كانت مثبطة بالكامل نتيجة لذبول العقل خلال 24 ساعة الاولى من المعاملة و تيبسها لاحقا .

وما تجذر الاشارة اليه ، ان الفعل الثلاثي بين الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين قد تجلى في اعلى صوره بدلالة عدد الجذور (78.92) جذر / العقلة عند التوليفة (الشدة الضوئية العالية (100%) مع التركيز الاعلى من البورون (100 مايكرو غرام / مل وعند تجهيز الاوكسين من الخارج ، بينما اوطأ استجابة تجذير كانت (0.0) جذر بالتوليفة (تجهيز الاوكسين في الظلام بغض النظر عن تركيز البورون او غيابه).

يشير الجدول (2) الى تأثير الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين المجهز في تركيز IAA في هيبوكوتيل عقل الماش . اذ تبين ان تركيز IAA الطبيعي في هيبوكوتيل (منطقة نشوء الجذور) عقل الماش المعاملة بالماء المقطر (بغياب B) هو M 0.765×10^{-3} ، بينما تلك المجهزة بالبورون عند التركيز 5 و 100 مايكرو غرام / مل فكان 0.665×10^{-3}M و 0.632×10^{-3}M على التوالي . حيث انخفض معنويا من الناحية الاحصائية على مستوى 0.05 مع زيادة التركيز .

اما تأثير الشدة الضوئية في تركيز IAA فكان مستواه في الهيبوكوتيل للعقل المشتقة من بادرات نامية في الظلام هو 0.070×10^{-3}M، بينما تلك المعرضة لشدد ضوئية 50% و 100% فكانت 0.795×10^{-3}M و1.197×10^{-3}M أي زيادة تقدر بأكثر من 11 و17 ضعف على التوالي.

وفيما يتعلق بتأثير الاوكسين المجهز ، فكان تركيز IAA في هيبوكوتيل العقل غير المعاملة بالاوكسين (الماء المقطر) هو 0.650×10^{-3}M بينما ازداد معنويا الى 0.725×10^{-3} M في هيبوكوتيل العقل المجهزة بالاوكسين.

وبدلالة الفعل المتبادل الثنائي :-

أ- بين الشدة الضوئية و البورون فكان اعلى مستويات IAA (1.355×10^{-3} M) عند الشدة الضوئية العالية و غياب البورون، واوطأ مستوى هو 0.062×10^{-3}M عند ظروف الظلام مع الـ B عند التركيز الاعلى .

ب- بين الاوكسين والبورون فكان اعلى مستوى من IAA هو 0.858×10^{-3}M عند الاوكسين المجهز مع غياب البورون و اوطأ مستوى كان $0.615x10^{-3}$M عند الاوكسين المجهز مع اعلى تراكيز الـ B (100 مايكرو غرام/ مل) .

ت- بين الشدة الضوئية و الاوكسين فقد حققت اعلى مستوى من IAA وهو 1.248×10^{-3}M عند الشدة الضوئية العالية وبوجود الاوكسين المجهز ، بينما اوطأ المستويات (0.140×10^{-3} M) كان في الظلام مع غياب الاوكسين المجهز.

ومن جانب اخر ، فان الفعل المتبادل الثلاثي بين الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين المجهز قد حقق اعلى المستويات من IAA وهو 1.697×10^{-3} M عند التوليفة [شدة ضوئية عالية (100%) و الاوكسين المجهز وغياب البورون] ، بينما اوطأ مستوى (0.125×10^{-3} M) كان عند التوليفة (ظروف ظلام وغياب الاوكسين المجهز و البورون عند التركيز العالي 100 مايكرو غرام / مل).

جدول (1): تأثير الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين والتداخل بينهما في استجابة تجذير عقل الماش بدلالة عدد الجذور العرضية / العقلة .

الشدة الضوئية (لوكس)	المعاملة بالاوكسين IAA $5*10^{-4}$(M)	تركيز البورون(µg/ml)			معدل الشدة الضوئية × الاوكسين
		0	5	100	
ظلام	-	9.17	10.25	10.90	10.10
	+	-	-	-	-
%50	-	6.25	7.58	6.00	6.61
	+	50.08	57.00	58.33	55.14
%100	-	8.08	10.50	9.58	9.39
	+	57.58	59.25	78.92	65.25
معدل البورون		21.86	24.10	27.29	
أ . ف . م 0.05	البورون =2.774 ، الشدة الضوئية × الاوكسين =3.923 ، الشدة الضوئية × الاوكسين × البورون = 6.795				معدل الشدة الضوئية
الشدة الضوئية × البورون	ظلام	4.58	5.13	5.45	5.05
	%50	28.17	32.29	32.17	30.87
	%100	32.83	34.88	44.25	37.32
أ . ف . م 0.05	الشدة الضوئية =2.774 ، الشدة الضوئية × البورون = 4.805				معدل الاوكسين
الاوكسين × البورون	-	7.83	9.44	8.83	8.70
	+	35.89	38.75	45.75	40.13
أ . ف . م 0.05	البورون × الاوكسين =3.923 ، الاوكسين= 2.265				

جدول(2) :تأثير الشدة الضوئية والبورون و الاوكسين والتداخل بينهما في تركيز هرمون IAA/هايبوكوتيل(M) .

الشدة الضوئية (لوكس)	المعاملة بالاوكسينIAA $5*10^{-4}$(M)	تركيز البورون(µg/ml) 0	5	100	معدل الشدة الضوئية × الاوكسين
ظلام	-	$0.167x10^{-3}$	$0.129x10^{-3}$	$0.125x10^{-3}$	$0.140x10^{-3}$
	+	-	-	-	-
%50	-	$0.838x10^{-3}$	$0.583x10^{-3}$	$0.569x10^{-3}$	$0.663x10^{-3}$
	+	$0.878x10^{-3}$	$1.040x10^{-3}$	$0.865x10^{-3}$	$0.927x10^{-3}$
%100	-	$1.013x10^{-3}$	$1.175x10^{-3}$	$1.251x10^{-3}$	$1.146x10^{-3}$
	+	$1.697x10^{-3}$	$1.067x10^{-3}$	$0.980x10^{-3}$	$1.248x10^{-3}$
معدل البورون		$0.765x10^{-3}$	$0.665x10^{-3}$	$0.632x10^{-3}$	
أ . ف . م 0.05	البورون = $0.0312x10^{-3}$ ، الشدة الضوئية × الاوكسين = $0.0442x10^{-3}$ ، الشدة الضوئية × الاوكسين ×البورون = $0.0765x10^{-3}$				معدل الشدة الضوئية
الشدة الضوئية × البورون	ظلام	$0.083x10^{-3}$	$0.064x10^{-3}$	$0.062x10^{-3}$	$0.070x10^{-3}$
	%50	$0.858x10^{-3}$	$0.811x10^{-3}$	$0.717x10^{-3}$	$0.795x10^{-3}$
	%100	$1.355x10^{-3}$	$1.121x10^{-3}$	$1.116x10^{-3}$	$1.197x10^{-3}$
أ . ف . م 0.05	الشدة الضوئية =$0.0312x10^{-3}$ ، الشدة الضوئية × البورون = $0.0541x10^{-3}$				معدل الاوكسين
الاوكسين × البورون	-	$0.672x10^{-3}$	$0.629x10^{-3}$	$0.648x10^{-3}$	$0.650x10^{-3}$
	+	$0.858x10^{-3}$	$0.702x10^{-3}$	$0.615x10^{-3}$	$0.725x10^{-3}$
أ . ف . م 0.05	البورون × الاوكسين = $0.0442x10^{-3}$ ، الاوكسين= $0.0255x10^{-3}$				

المناقشة :-

تبين من الدراسة الحالية خمسة نقاط رئيسية وهي :-

اولاً- ان استجابة تجذير عقل الماش بدلالة عدد الجذور العرضية المتكشفة تزداد معنويا بزيادة الشدة الضوئية التي تتعرض لها النباتات الام كذلك عند تجهيز الاوكسين من الخارج بينما تزداد معنويا فقط مع تركيز البورون العالي المضاف ، كل على انفراد .

ثانيا، وبدلالة الفعل المتبادل الثنائي تبين ان العوامل البيئية الثلاث اعلاه تعمل بالاتجاهات التالية:-

1- ان الشدة الضوئية تستحث الحاجه الى البورون ، وبعبارة اخرى فان اعلى استجابة تجذير(44.25 جذر) قد تزامنت مع اعلى شدة ضوئية (100%) تعرضت لها النباتات الام مع اعلى تركيز للبورون قيد الدراسة (100 مايكرو غرام / مل) اضيف للعقل وهذا يتفق تماما مع Middleton عام (1978) حول عقل الماش ضرب Berkin .

2- ان الشدة الضوئية العالية تحفز (تزيد) من اخذ الاوكسين Auxin uptake المجهز من الخارج عند تجهيزه للعقل مما انعكس على اعلى استجابة تجذير (65.25 جذر). وهذا يتفق ايضا مع Shaheed (1987) مع نفس الصنف اعلاه.

3- الحاجه الى البورون قد تلازمت مع الحاجه الى الاوكسين . أي تزداد مع الاوكسين المجهز وتقل مع IAA الطبيعي ، وذلك لخفض مستوى الاوكسين الضروري لتكشف البادئات الجذرية .ان أي فعلا متبادلا بين الاوكسين والبورون المجهزين قد وصف في عقل الـ English holly (Weiser و Blaney، 1960). اما في عقل الماش فان B يؤثر في عدد البادئات الجذرية المتكشفة فيما اذا كان التجذير قد استحث بالاوكسين الخارجي او بسبب العوامل الداخلية لوحدها (Jarvis وجماعته، 1984 ; Middleton و جماعته ، 1978). ان المصدر الاخير قد وضح الفعل المتبادل بين B و IAA عندما يجهزان كلاهما من الخارج . و اشار

الى ان استجابة التجذير المثلى لأي من هذه المتغيرات تعتمد على تركيز الاخر ، كأن يكون التجذير قد استحث باستخدام تركيز عال من الاوكسين فقط عندما يكون تركيز B هو نسبياً عالي ايضا ، بينما التراكيز العالية من B تخفض عدد الجذور ، حتى وان جهزت لفترة قصيرة نسبيا، بعد معاملة العقل بالاوكسين مباشرة، حيث انه يشجع نمو الجذور . ان هذه النتائج مع ملاحظات سابقة ادت الى اقتراح مفاده ان B له تأثير تحفيزي في التحطيم التأكسدي للاوكسين .وان هذا يكون بسبب التركيز العالي للاوكسين والذي ينشأ الاستجابة للتجذير

وبنفس الوقت سيكون مثبط بدرجة كبيره لنمو الجذور اللاحق(Middleton،1977). ان مثل هذا التنظيم الداخلي لمستوى الاوكسين خلال تكشف الجذور العرضية قد يشمل البورات Borate طالما انها مؤثره في الاوكسين المجهز (Jarvis وجماعته ،1984).

و ما هو جدير بالذكر ، فان الشدة الضوئية العالية (100%) هي في الحقيقة مناسبة لنمو بادرات الماش و لاتعد اجهادا بيئيا (تأكسديا) كما لو تعرضت لها بادرات البزاليا على سبيل المثال (حيث ان حاجة البزاليا للبناء الضوئي والعمليات التكشفية الاخرى قد تساوي نصف الشدة اعلاه بسبب زيادة المساحة السطحية لأوراقها المركبة مقارنة بالأوراق الاولية للماش بعمر 10 ايام (الاوراق الحقيقية ثلاثية الوريقات لم تتكشف بعد في هذا العمر) .

ان هذه الشدة الضوئية العالية تحفز اخذ الاوكسين المجهز uptake of supplied auxin (Shaheed، 1987) . وهو ضروري لنشوء البادئات الجذرية . بينما تكشف هذه البادئات الى جذور مرئية تتطلب اضافة B من الخارج.

ان الضوء يستحث الحاجه الى البورون من خلال تكوين المركبات الفينولية كنواتج عرضية ثانوية (Middleton ،1977 ; McClure، 1979) . تصل نسبتها الى 45% خلال 24 ساعة الاولى من معاملة العقل وتستمر لحين تكوين البادئات الجذرية (Fernqvist،1966). ان المركبات الفينولية في طور النشوء تعمل كحاميات للاوكسين Auxin protectors من التحطم الانزيمي بوساطة IAA-oxidaseلحين تكوين البادئات الجذرية . وان الاخيرة لا تنمو وتتكشف الى جذور مرئية ، مالم تجهز العقل بالبورون (Middleton وجماعته،1978).ان البورون المجهز يكون معقدات مع المركبات الفينولية مما تسبب في سحبها من ساحة التفاعل ليوفر المجال لزيادة فعالية IAA-oxidase في موقع النشوء (Sumbdner وجماعته،1980). والقيام بتحطيم الزيادة من IAA (Brunner، 1978) في عقل الفاصوليا وبالتالي يبدأ طور النمو والتكشف أي تحول البادئات الجذرية الى جذور مرئية .

ان الدراسات اللاحقة (Shaheed ،1987) اكدت ان ضرورة تجهيز البورون تكمن خلال واحدة من ثلاث حالات ، الاولى خلال نمو البادئات و الثانية خلال 24ساعة الاولى من معاملة العقل بالاوكسين (تجهز مع الاوكسين في ان واحد) و الثالثة يجهز البورون بعد المعاملة الاوكسينية في أي وقت شرط ان لا تتجاوز الـ 72 ساعة الاولى من وقت تهيئة العقل .

ثالثا، ان تجهيز الاوكسين للعقل المشتقة من بادرات نامية في الظلام قد تسبب في تثبيط استجابة التجذير بالكامل (0.0) بوجود الـB او بغيابه . ان هذا يعود الى كون الاوكسين المجهز بتركيز IAA, 5×10^{-4}M وهو الامثل لعقل الماش المشتقة من بادرات نامية في الضوء لمدة 10 ايام . يُعَدْ ضارا / مؤذيا injurious للعقل المشتقة من بادرات نامية في الظلام ، وبمعنى اخر عديمة التلكنن Not lignified ، حيث تسبب في ذبولها خلال 24 ساعة الاولى من المعاملة بالاوكسين ثم تيبسها .

رابعا، ان الشدة الضوئية العالية و الاوكسين المجهز على انفراد يحفزان مستوى IAA الطبيعي في الهيبوكوتيل . أي بعبارة اخرى يحفزان بناء IAA الطبيعي (جدول -2) او اخذ الاوكسين المجهز uptake of supplied auxin ثم انتقاله من الاوراق الى الهيبوكوتيل (Koevenig و Jacobs،1972). ان دور الـ B قد يكمن في تعزيز الانتقال القاعدي للـ IAA وتجمعه في الهيبوكوتيل (منطقة نشوء الجذور) [Mitchellوجماعته، 1953]. اذ ان الـ B يعجل من حركة السكريات وبهذا يكون قد عجل من انتقال IAA بشكل غير مباشر، أي مع حركة المواد الغذائية خلال اللحاء (Davis وPotter ، 1981).

خامسا، ان مستويات IAA ، قد انخفضت معنويا نتيجة لمعاملة العقل بالبورون و الاوكسين المجهز خارجيا في الهيبوكوتيل (جدول -2) و في الاوراق (نتائج غير معروضة)، علما ان مستويات IAA في الهيبوكوتيل هي اعلى من نظيراتها في الاوراق ولجميع الحالات ، مما يشير الى انتقال IAA من الاوراق وهي مصادر بناء IAA الى الهيبوكوتيل (منطقة نشوء الجذور) أي مكان الحاجة.

ومن جانب اخر ، فان استجابة التجذير قد ازادت طرديا (جدول -1) مع زيادة مستويات IAA في هيبوكوتيل العقل نتيجة لزيادة الشدة الضوئية التي تتعرض لها النباتات الام وكذلك مع التجهيز الاوكسيني مقارنة بالظلام وبغياب الاوكسين (جدول 2) . فضلا عما بينه الجدول نفسه من ان الافعال الثنائية المتبادلة وتأثيرها في استجابة التجذير قد تطابقت جزئيا مع مستويات IAA بدلالة زيادة الاستجابة مع التجهيز الاوكسيني وكذلك مع الشدة الضوئية العالية ، ولكنها تطابقت بشكل معكوس مع مستويات البورون العالية (100 مايكرو غرام / مل) حيث حصلت الزيادة مع غياب الـ B وبالمقابل انخفاض مستويات الاوكسين مع زيادة تركيز الـ B.

وما يؤكد ذلك ايضا ، هو الفعل المتبادل الثلاثي بين العوامل الثلاث اعلاه حيث حققت اعلى مستويات IAA (جدول -2) عند الشدة الضوئية العالية مع التجهيز الاوكسيني وبغياب الـ B (1.697×10^{-3}M)، بينما اوطأ المستويات 0.125×10^{-3}M كان عند ظروف الظلام مع غياب التجهيز الاوكسيني وعند التركيز العالي (100 مايكرو غرام / مل).

وما هو ملفت للنظر ، ان الحالة الاخيرة قد حصلت في غياب التجهيز الاوكسيني مع الـ B بالتركيز العالي ، أي عند الموازنة الدقيقة بين غياب الاوكسين والتجهيز العالي من الـ B في حالة اوطأ القيم من جانب ، و احتمالية وجود الـ B كملوث contaminant في الحالة الاولى، أي حالة اعلى القيم التي حصلت عند غياب الـ B من جانب اخر ، وبالإضافة الى دور الـ B في تنظيم مستوى IAA خلال طوري النشوء و كذلك النمو والتكشف ، فان الـ B له دوراً في أيض الـ IAA وانتقاله وما يترتب على ذلك من اكسدة ضوئية / انزيمية في الاوراق الاولية قبل الانتقال او بعد الانتقال والتجمع accumulation في ظروف الضوء والظلام . وكبديل لذلك ، فقد يعود السبب الى العوامل الداخلية الاخرى كمنظمات النمو ومنها على سبيل المثال ، زيادة GAs (نتائج غير معروضة)، والذي يتسبب في زيادة هجرة الاوكسين من الاوراق باتجاه الهيبوكوتيل(Varga و Humphries، 1974).

المراجع:

Bohnsack, C.W. and Albert, L.S. (1977): Early effects of boron deficiency on indole acetic acid oxidase levels of squash root tips . Plant physiol. ; 59:1047- 1050.

Borowski, E. ; Hagen, P. and Moe, R. (1981). Stock plant irradiation and rooting of *Chrysanthemum* cuttings in light or dark. Sci. Hort., 15:245-253 .

Brunner, H. (1978). Influence of various growth substance and metabolism inhibitors on root regeneration tissue of *Phaseolus vulgaris* I. change in content of growth substance and in peroxidase and IAA-oxidase activities. Z. Pflanzen physiol., 88: 13-23.

Christenson, M.V. ;Eriksen, E.N. and Andersen, A.S. (1980): Interaction of stock plant irradiance and auxin in propagation of apple root stocks by cuttings. Sci. Hort., 12:11-17.

Davies, T.D. and Potter, J.R. (1981). Current photosynthetic on a limiting factor in adventitious root formation in leaf cutting . J. Amer. Soc. Hort. Sa., 106: 278-82.

Eaton, F.M.(1940): Interrelations in the effects of boron and indole acetic acid on plant growth . Bot . Gaz., 101:700-705.

Eliasson ,L.(1978). Effects of nutrients and light on growth and root form-ation in *Pisum sativum* cuttings. Physiol.Plant.,43:13-18.

Ergun N.; Topcuoúlu S.F.and Yildiz A.(2002). Auxin (Indole-3-acetic
acid), Gibberellic acid (GA3), Abscisic Acid (ABA) and Cytokinin
(Zeatin) Production by Some Species of Mosses and Lichens. 26 :13-18.

Fernqvist, I.(1966). Studies on factors in adventitious root formation. Lantbrukshogsk. Ann., 32: 109-244.

Hansen, J. (1975): Light dependent promotion and inhibition of adventitious root formation by gibberellic acid . Planta (Berl.), 123: 203-205.

Hansen, J. and Eriksen, E.N. (1974). Root formation of pea cuttings in relation to the irradiance of the stock plants. Physiol. Plant., 32:170-173.

Hess,C.E.(1961). The mung bean bioassay for detection of root promoting substances. Plant Physiol.,36: Suppl.21.

Hirsch, A.M. and Torry, J.C. (1980): Ultra structural change in sunflower root cells in relation to boron deficiency and added auxin. Can .J. Bot ;58:856-866.

Jarvis, B.C. ; Yasmin, S. ; Ali, A.H.N. and Hunt, R. (1984). The interaction between auxin and boron in adventitious root development . New phytolo, 97: 197-204.

Shaheed, A.I.(1987). The control of adventitious root development in cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. Ph. D. Thesis. University of Sheffield. U. K.

Smirnov, Y.S. ; Krupnikova, T.A. and Shkolnik, M.Y. (1977): Content of IAA in plants with different sensitivity to boron deficits . Soviet plant physiol ., 24:270-276.

Sumbdner, G. ; Gross, D. ; Liebisch, H.W. and Schneider, G. (1980). Biosynthesis and metabolism of plant hormones. In: Encyclopedia of plant physiology, New series, 9: 281-222. Springer- verlag.

Taiz, L. and E. Zeiger. (2007). Plant physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts.

Thimann, K.V. and wardlaw, I.F. (1963): The effect of light on uptake and transport of indole acetic acid in the green stem of the pea. Physiol. Plant., 16; 368-377.

Varalakshmi, P. &Malliga, P. (2012). Evidence for production of Indole- 3-acetic acid from a fresh water cyanobacteria (oscillatoriaannae) on the growth of *H*. annus. *Int. J. Sci. and Res. Pub.*, 2(3) : 1 – 15 .

Varga, M. and Humphries, E.C. (1974). Root formation on petioles of detached primary leaves of dwarf beans (*Phaseolus vulgaris*) pretreated with gibberellic acid , triiodobenzoic acid and cytokinin. Ann. Bot, 38: 803- 807.

Veierskov, B. , Andersen, A.S. and Eriksen , E.N. (1982a). Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum*. I. carbohydrate and nitrogen content in pea plants and cutting grown at two different irradiances. Physiol. Plant. , 55, 167-173.

Veierskov, B. , Anderson, A.S. , Stummann, B.M. and Henningsen, K.W. (1982b). Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum* L. II. Carbohydrate content

Koevenig, J.L. and Jacobs, W.P. (1972). Effects of light on basipetal movement of indole acetic acid in green stem section of *Coleus* . plant physiol., 49:866-867.

Lewis, D.H. (1980): Boron , lignification and the origin of vascular plants- a unified hypothesis . New phytol. , 84:209-229.

Loke, L. and Whittington , W.J. (1968) : The role of boron in plant growth .IV . Interrelation ships between boron and indole -3-acetic acid in the metabolism of bean radicles . J. EXP. Bot; 19:295-308.

McClure, J.W. (1979). The physiology of phenolic compound in plants. In: Biochemistry of plant phenolics. Vol. 12, Ed. T. Swain, J.B. Harborne and C.F. Van Sumere, PP. 525-556, Plenum Press.

Middleton, W. (1977). Root development in cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. Ph. D. Thesis. Univ. of Shefield. UK.

Middleton, W.; Jarvis, B.C. and Booth.A.(1980): The role of leaves in auxin and boron-Dependent rooting of stem cuttings of *phaseolus aureus* Roxb. New phytol. , 84:215-259.

Middleton, W.; Jarvis, B.C. and Booth, A.(1978). The boron requirement for root development in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. The New Phytol., 81: 287-297.

Mitchell, J.W. ; Dugger, W.M. and Gauch, H.G. (1953). Increased translocation of plant – growth modifying substances due to application of boron. Science, 118: 354-355.

Niemi, K., Julkunen-Tiitto, R., Tegelberg, R., and Haggman, H. (2005). Light sources with different spectra affect root and mycorrhiza formation in Scots pine in vitro. Tree Physiol. 25, 123–128.

Pandey, D. K.; Singh, A. K. & Chaudhany, B. (2012). Boron-Mediated Plant Somatic Embryogenesis : A Provocative Model. *Journal of Botany*. 45: 1 – 9 .

cuttings during rooting. Physiol. Plant. , 55, 197-182.

Warrington, K. (1933): The influence of length of day on the response of plant to boron. Ann. Bot ., 47:429-458.

Weiser, C.J. and Blaney, L.T.(1960). The effect of boron on the rooting of English holly cuttings. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.,75 :704-710.

and photosynthesis of pea cuttings in relation to irradiance and stock plant temperature and genotype. Physiol. Plant., 55,174-178.

Veierskov, B. and Andersen, A.S. (1982c). Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum* L. III. The effect of IAA and temperature on content and translocation of carbohydrates in pea