تأثير الجاذبية الأرضية على اتجاهات الجذور *
وازدياد طولها في النمو

للدكتور بول لارسن

الأستاذ بمعهد البحوث النباتية في جامعة برجن

يعتبر نمو الجذور واتجاهاتها نحو الوضع الطبيعي ، والعوامل المؤثرة في النمو والاتجاه مثار جدل وبحث بين الكثير من العلماء .

ففي النبات كما في أي كائن حي يوجد دفع انجذابي على جميع الأجزاء يؤدي إلى ضغط خارجي على الأجزاء المجاورة .

فإذا تغير اتجاه نمو الخلية النباتية عن اتجاه الجاذبية الأرضية تغير الضغط على تلك الأجزاء بالخلية ونتج عنه نشاط فسيولوجي . وهذا النشاط الفسيولوجي يتبعه نشاط مواد معينة يتجه تأثيرها لهذا التغيير ، والمواد التي وضعت موضع البحث وثبت تأثيرها على الجاذبية الأرضية الكامنة في الجذور النباتية تعرف باسم Statoliths وقد توصل Went سنة ١٩٣١ إلى أن كمية المادة الدافعة والمنشطة للنمو تنتج بكمية ثابتة في مدة معينة ، وتؤدي إلى درجة صغرى من التأثير ، ويمكن أن يفهم ذلك إذا علمنا أنها تؤدي إلى نوع من الحركة يحتاج إلى وقت معين ليؤثر على صفة الجاذبية .

وقد نشر Haberlandt & Nemec في سنة ١٩٠٠ مستقلا كل منهما

---

* Infleunce of Gravity on Rate of Elongation and on Geotropic and Autotropic Reactions in Roots, by Poul Larsen.
Reprintid from
Physiologia Plantarum. Vol. 6, P. 774,1953.
قام بتلخيص هذا البحث وترجمه إلى العربية المهندس الزراعي محمد إيهاب عز الدين الاخصائي بقسم البحوث في مصلحة البساتين .

عن الآخر أن نظرية وجود حبيبات النشا فى الأنسجة النباتية يعتبر المحور الأساسى للحساسية النباتية للجاذبية الأرضية، وأنها تعمل فى نفس الاتجاه مثل الـ Statoliths، واقترح Ravitscher فى سنة ١٩٣٢ و Brauner فى سنة ١٩٢٧ وسنة ١٩٤٢ و Lundegardh فى سنة ١٩٤٢ و ١٩٥٠ أن تكون نظرية انتقال إيونات معينة تحت تأثير الجاذبية الأرضية حرة الاتجاه بالخلية، ولكنها قد تكون محتوية على اتجاه أجزاء معينة تؤدى فى النهاية وبالطرق الاحصائية إلى تحسين الاتجاه لوضع معين بالنسبة للجاذبية الأرضية.

وتوصل Lundegordh فى سنة ١٩٥٠ إلى أن هذا التأثير على الجاذبية الأرضية نتيجة لجزيئات دقيقة ميكرونية ذات اتجاه معين، وتحمل شحنات كهربائية خاصة، ومن المحتمل أن تكون مواد بروتينية نووية موجودة فى طبقات السيتوبلازم.

ولاحظ Zimmerman فى سنة ١٩٢٧ و Von Ubisch فى سنة ١٩٢٨ و Reiss فى سنة ١٩٣٤ أن الوقت اللازم للتأثير الكامن ثبوته بجذور النباتات الصغيرة يمكن تقصيره بوضع النموات الصغيرة بتلك النباتات فى وضع عكسى بضع دقائق بعد التعرض الأفقى. وتوصلت Ubisch إلى نظريتها بعد أن درست الجذور النباتية التى تحتوى على حبيبات النشا المتحركة والموزعة فى أنسجة السيتوبلازم.

وثبت من أبحاث Nelson, Snow, Keeble فى سنة ١٩٣١ أن جذور الذرة والبسلاء تنمو نمواً أسرع فى الوضع الأفقى عنها فى الوضع الطبيعى الرأسى.

وقد نقض هذه الأبحاث Chlodony فى سنة ١٩٣٢ إذ لم يلاحظ هذا التأثير عند استعمال جهاز الـ Klinostat.

وقام Ahrens فى سنة ١٩٣٣ وفى سنة ١٩٣٤ بأبحاث عديدة فوضع النباتات الصغيرة « الشتلات » فى شقوق بأحواض من الـ Plaster فى وضع مزدوج وغطاها بألواح زجاجية لكى تمنع الانحناء فى الاتجاه الأرضى للأجزاء والأعضاء المتحورة الاتجاه، فتوصل إلى أن عاملا معيناً هو الذى يؤثر جزيئياً على تلك الأوضاع، وهو وجود أو غياب نقطة من الماء على المنطقة المنشطة لنمو الجذور والطرف النهائى للجذور، ووجد Cholodony فى سنة ١٩٣٢ و Navaz فى ١٩٣٣ أن نقطة

الماء التى تجتمع حول الطرف النهائى للجذور الموجود فى الوضع الرأسى والطبيعى للنمو تنقص نمو الجذور إذا قورنت بالجذور النامية فى الوضع الأفقى، والتى لم تتأثر أو تتعرض لتجمع الماء حول أطرافها .

وذهب Thimaun & Went فى أبحاثهما سنة ١٩٣٧ إلى اتجاه آخر ، هو أن اتجاه الجذور فى النمو لا يخضع لتأثير هذا الاتجاه بالجاذبية الأرضية ، إذ لا يوجد هذا النوع من التأثير على نمو الجذور . فإذا كان تأثير نقطة ما يحدد احتياج أو إمداد الجذور بالأكسوجين فإننا نلاحظ أن هذا العامل يتساوى فى تأثيره كما يحدث بالجذور النامية فى الآجار بصرف النظر عن دوران الجذور فى النمو . وقد أجريت أبحاث عدة على هذه النظريات الهامة بكل من معاهد البحوث النباتية فى Bergen & Chicago باستعمال أجهزة الـ Klinostat على أنواع نباتية بذرية وعوملت معاملات خاصة مع استعمال أضواء معينة وبقوة خاصة لمدد معينة حيث يؤثر الضوء الأبيض على طول الجذور فى عدد من النباتات تبعاً لأبحاث Torrey فى سنة ١٩٥٢ وبعد هذه المعاملات التى توصلوا إليها نتيجة للبحث المستمر دونت الملاحظات وأخذت القياسات الميكروسكوبية والميكرومترية على الشرائح الزجاجية الخاصة بالبحث الميكروسكوبى فى حين كانت النباتات معرضة للاضاءة الحمراء الضعيفة خلال الغطاء البلاستيكى ثم أجريت اختبارات ميكروسكوبية نهائية .

وقورنت الجذور المختبرة وازديادها فى الطول ، والتى عرضت للنمو الأفقى والدائرى بالجذور التى تنمو فى الوضع الطبيعى وبالشرائح الزجاجية التى وضعت فى أوانى الصبغ Coplin Staining jars فوجد أن التذبذبات التى تنتج عن تأثير حركة الـ Klinostat ربما تؤثر على حالة نمو الجذور واتجاه نموها ، وأن لتلك التذبذبات فى بعض الأحيان تأثيراً بسيطاً منشطاً يؤدى إلى ازدياد الجذور فى النمو والطول .

وبمقارنة الأبحاث التى أجريت فى كل من Bergen، Chicago على انفراد نجد أنها تحدث نتائج متماثلة بعد تعديل الإجراءات التى اتبعت للبحث فى كل من المعهدين وإرجاعهما لوحدة واحدة ثابتة تتخذ أساساً للمقارنة ،وأن تأثير التحول على نمو الجذور لنبات الـ Artemisia يتوقف على اتجاهات التحرك لأجزاء

ومواد معينة بأنسجة السيتوبلازم ، وأن تلك التحركات فى الوسط اللزج التى تتحرك فيه الجزيئات تحتاج إلى وقت معين فى تحركها .

وإذا أعطيت تلك الجذور المتحولة فى اتجاهها ونموها منشطات للجاذبية الأرضية فإنها تنمو بدرجة أسرع من جذور نباتات المقارنة .

وتأخر النمو فى الجذور المعاملة ، التى تتحول للاتجاه الأفقى يؤيد نظرية ازدياد تكوين أو انفصال مواد معينة « أوكسين » بتلك الجذور .

ومن الثابت أن الجاذبية الأرضية ذات تأثير واضح ومعلوم على النمو الجنينى فى عقد نبات قصب السكر .

وتأثير الـ Klinostat فى تحول الجذور ودورانها فى النمو قد يؤيدى إلى ازدياد وازدواج القدرة من خلايا الجنينية على النمو المتأخر وقد تؤدى إلى تأخير انقسام الخلايا بالطريق المباشر أو على النمو البروتوبلازمى .

والشحنة الكهربائية على مسطح هذه الأعضاء تختلف بين القمة والقاعدة ، فإذا اعتبرنا أن المادة المنشطة للجاذبية الأرضية تعمل على ازدياد كمية الأكسين فى الجذور توصلنا إلى أن تجمع الأكسين يزداد ولكن لا نحصل على تجمع للشحنات الكهربائية ، وأن التغير فى مستوى الأكسين يؤثر على النشاط والاتجاه مع الجاذبية الأرضية ، وأن تأثير الدوران فى جهاز الـ Klinostat على اتجاه النمو يتوقف على كل دفعة منشطة للنمو على حدة خلال ½ دورة وليس على كل الدفعات معاً ، والتى تعتبر غير متوقفة على قوة الدوران ونوعها .

كما أنه ثبت من تلك الأبحاث أن ازدياد الجذور فى النمو يزداد فى الوحدة (M / hr .) بكمية مقدارها ٨,٣ لكل ساعة ، وأن الجاذبية الأرضية لها تأثير وإن كان بسيطاً على ازدياد الخلايا فى الطول حين تتجه للوضع الطبيعى ، ولكنه يكون مثبطاً حين تتجه الجذور للوضع العكسى .

وثبت كذلك أن الجاذبية الأرضية لا تؤثر على اتجاه النمو فى الجذور التى يكون اتجاه نموها موازيا للزوايا الأفقية لجهاز الـ Klinostat وهذا محتمل أيضاً عندما يكون الوقت لكل اتجاه بين نصف دقيقة ودقيقتين .

هذا وكمية المادة المنشطة للاتجاه والجاذبية الأرضية التى تلى عملية التحول ذات تأثير كبير عن أية مادة منشطة أخرى .