

## العصارة اللحائية *Phloem Translocation*

### Aspect of Phloem translocation

### خصائص النقل في اللحاء

أ- الأدلة المؤيدة لنقل العصارة الغذائية في اللحاء

#### 1- تجارب التحلق Ringing Experiment

ازالة انسجة القلف (اللحاء) بعملية التحلق (Ringing Gridling) يحدث تضخم الجزء الواقع فوق الحلقة مما يشير الى ان نواتج التمثيل الضوئي تجري في انسجة اللحاء .

2- تجارب تحليل العصارة اللحائية . الحصول على العصارة اللحائية يكون صعب لوجود عدة عوائق وانغلاق الانابيب المنخلية اضافة الى كون نسيج اللحاء حيا فقد يحدث اختلاط مكونات العصارة اللحائية مع سايتوبلازم الانبوب المنخلي ولكن اكتشاف طريقة مجس حشرة المن Aphid stylet يجعل من الممكن استخلاص العصارة اللحائية حيث يغرس بعض انواع المن مجسه داخل الانابيب المنخلية ويمكن اصطياد الحشرة بينما يبقى المجس داخل النبات ينرف العصارة ثم تجمع العصارة .

#### مقارنة تحليل العصارة الخشبية واللحائية لنبات *Robinia sp*

تركيز العصارة (mg/L)		المادة
لحاء	خشب	
720	85	Ca
380	24	Mg
950	60	K
-	32	SO4 <sup>2-</sup>
-	25	PO4 <sup>3-</sup>
20000	-	سكريات
425	-	مركبات نتروجينية عضوية
135	-	مركبات نتروجينية غير عضوية

#### 3- تجارب المواد المعقبة Traces Experiments

أ- الصبغات مثل صبغة Fluorescin حيث وجد انها تتحرك في انسجة اللحاء .

ب- تجارب منظمات النمو مثل اضافة 2,4-D الى النبات في نقطة معينة ثم دراسة ظهور تاثيره الفسيولوجي مثل انحناء سويقات الاوراق ووجد ان المركب يتحرك في اللحاء ، كذلك استعمال Maleic hydrazide .

#### 2- تجارب النظائر المشعة Radioactive Isotopes

اهم النظائر المشعة هي الكاربون ، الفوسفور ، الكبريت ، الكلور ، السترونتيوم ، الروبيديوم ، الهيدروجين ( Tritium ) وتستخدم النظائر المشعة بعدة طرق منها :

1- وضع حلقة صغيرة من الفازلين Lanolin على الورقة فوق احد العروق ووضع قطرة من محلول الحاوي على المادة المشعة داخل الحلقة لمنع انتشار قطرة ، ثم تتبع سيرها داخل النسيج .

2- إزالة نصل الورقة وادخال سويقها الذي لا يزال متصل بالنبات في انبوب اختبار حاوي على محلول المادة المشعة .

3- فصل النسيج اللحائي عن نسيج الخشب بواسطة طبقة من ورق الشمع على شكل اسطوانة عازلة لعزلة الحركة الجانبية بين الخشب واللحاء ثم تعريض الورقة الى CO<sub>2</sub> والضوء حيث الكاربون المشع يتحول بالتركيب الضوئي الى مواد عضوية تنتقل من اجزاء الورقة الى اجزاء النبات الاخرى ويمكن تتبع مسيرها بقطع النبات ويفقس توزيع كمية الاشعاع في احياء النبات .

### ”المواد المنقوله في اللحاء“

- الكربوهيدرات حيث تشكل حوالي 95% من المواد المنقوله وبعد السكر اهمها كما توجد مواد كاربوهيدراتية أخرى مثل Sorbitol (C:18) و Verbascose (C:24) و Stachyose (C:30) و سكريات كحولية مثل raffinose و sugar phosphate او السكريات السادسية الكاريون كالكلوكوز والفركتوز Manitol فهي اما عديمة او قليلة الوجود في اللحاء .
- مواد أخرى مثل بعض الأحماض الأمينية والـ amides حيث تنتقل من الأوراق الهرمية إلى الأوراق الفتية ومن أهم المركبات النتروجينية العضوية المنقوله هي amino butyric acid , aspartic acid , glutamic acid . ويظهر ان تركيز المواد النتروجينية في العصارة اللحائية يعتمد على مرحلة النمو حيث يزداد في اواخر فصل النمو . كذلك يوجد في العصارة اللحائية الهرمونات والصبغات والفايروسات كما لوحظ ان الانزيمات والبوروں والكالسيوم تكون ضئيلة التركيز في اللحاء .

### ”اتجاه حركة النقل في اللحاء“

اتجاه حركة العصارة الغذائية في اللحاء هي من مناطق الشحن Source إلى مناطق الاستهلاك بغض النظر عن موقعها ولهذا تكون حركة العصارة متوجهة للأعلى Acropetal لتغذى الأوراق الفتية والبراعم والإزهار والثمار أو للأسفل Basipetal لتغذى الجذور والذرنات الجديدة أي ان اتجاه العصارة يكون ذا اتجاهين Bidirectional Movement . وهناك من الأدلة لوجود اتجاهين متضادين في حركة نقل العصارة اللحائية التي قد تحدث في الحزمة الوعائية مثل انتقال السكريات وصبغات الفلورسين باتجاه مضاد في لحاء ورقة الفاصوليا المركبة . كذلك توجد في اللحاء حركة جانبية تماضية تحدث من اللحاء إلى الخشب وبالعكس عبر الكامبيوم .

### ”معدل حركة نقل عصارة اللحاء“

عام 1960 اوجد Canny العلاقة التالية :

$$S = VC$$

حيث V سرعة النقل (سم / ساعة)

و C التركيز (غم / سم<sup>3</sup>) و S هي Specific mass transfer (غم / سم<sup>3</sup> / ساعة)

وقد توصل الباحثون ان معدل حركة العصارة اللحائية هو 100-200 سم/ساعة ووجد ان كميات كبيرة من المواد المذابة تنتقل في اللحاء وان حركة نقل المواد الغذائية لمسافات بعيدة نسبيا في اللحاء تعد عملية حيوية تحتاج طاقة وعليه فان حركة اللحاء تتأثر بعد عوامل :

- الحرارة : النقل يقل بارتفاع او خفض الحرارة ، ارتفاعها يسبب تكوين Callose في الأنابيب المنخلية .
- الأوكسجين : حيث قللته تقلل من النقل بسبب قلة إنتاج الطاقة .
- الضوء : حيث زيادة شدة الإضاءة تزيد من معدل التركيب الضوئي وتنشط نقل اللحاء
- المواد المثبتة حيث تعرقل حركة اللحاء مثل Azide , Dinetrophenol
- منحدر التركيز حيث نقل العصارة يتجه من التركيز العالي للسكريات والمواد المذابة إلى تلك ذات التركيز الواطئ .
- نقص العناصر الغذائية حيث وجد ان امتصاص وانتقال السكروز من قبل ورقة نبات الفاصوليا او الطماطة الغاطسة في محلول السكروز ذي الكاريون المشع ينشط في حالة توفر البوروں في محلول . كما وجد ان تأثير نقص

العناصر المغذية الأخرى على النقل في اللحاء لا يزال غير واضح فمثلاً وجد أن نقص الفوسفور يؤثر بشدة على نقل . 2,4,D

7 - الهرمونات النباتية حيث يرى البعض أن الهرمونات النباتية تؤثر بصورة غير مباشرة على عملية النقل في اللحاء وتسبب نقل المواد المماثلة Assimilated Substances إلى الأنسجة الفعالة لغرض البناء .

ومن الهرمونات المؤثرة في النقل اللحائي هو السايتوكابينين و IAA و GA فعند قطع ورقة نبات لوحظ انتقال المركبات الترويجينية من النصل إلى السويق مسبباً أصفرار الورقة غير أن رش الورقة بالسايتوكابينين يؤدي إلىبقاء الورقة خضراء اللون بسبب إعاقة انتقال المركبات الترويجينية الذائبة من النصل إلى السويق أما رش نصف نصل الورقة بالسايتوكابينين عندها تنتقل المركبات الترويجينية من النصف غير المرشوش إلى النصف المرشوش بالسايتوكابينين .

## ميكانيكية انتقال العصارة الغذائية في اللحاء

### -1- فرضية النقل الكتلي Mass flow or pressure flow

وضعت هذه الفرضية لأول مرة من قبل Munch عام 1930 وقد ايدها الكثير من الباحثين مثل Grafts عام 1961 و Zimmermann عام 1963 وهي تفترض أن زيادة الضغط الانتفاخي في خلايا الورقة الحشوية ( والتي تعد مصدراً Source ) نتيجة الفعاليات الحيوية وتجمع المواد السكرية فيها وامتصاص الماء بينما يقل هذا الضغط كثيراً في الأنسجة المستهلكة Sink ( وال الموجودة في بقية أجزاء النبات ونتيجة لذلك تسير المواد الغذائية والماء في أماكن التصدير إلى أماكن الاستهلاك في الأنابيب المنخلية وتساعد هذه الحركة الفعاليات الحيوية للخلايا المرافقة للأنابيب المنخلية .

#### الأدلة المؤيدة لفرضية :

- 1 - حصول عملية النزف أو النضح عند قطع الساق ( عملية Exudation ) او عند عمل جرح في اللحاء .
- 2 - وجود اختلاف في تركيز المحاليل بين المصدر والمستهلك في الأنسجة النباتية أي وجود منحدر او فرق الأزموزية والضغط الانتفاخي وتظهر هذه الخاصية عند مقارنة الضغط الأزموزي في خلايا الجذر مع خلايا الورقة .
- 3 - وجود النظام المترباط بين المصدر والمستهلك كوجود الأنابيب في جهاز الأزموميتر وهذا النظام المتربط يمثل الأنابيب المنخلية .
- 4 - وجود وسط محيط خارجي مخفي مقارنة بالماء المقطر الذي يحيط بالأزموميتر ويمكن تمثيله بالخلايا القائمة بالتمثيل الضوئي في الورقة والتي تكون متصلة بالأنسجة اللحائية وغير بعيدة عن عناصر الخشب قليلة التركيز .

#### الانتقادات الموجهة لفرضية :

- 1 - المواد الذائبة في اللحاء تسير باتجاهين متضادين أحدهما للإعلى والآخر للأسفل .
- 2 - نقل اللحاء يتوقف على وجود المواد المثبتة مثل السيانيد وهذا يعني أن عملية النقل تعتمد على عمليات فسيولوجية حيوية وليس على وجود فرق الضغط الأزموزي .
- 3 - معدلات حركة المواد في اللحاء تكون مختلفة حسب قابلية ذوبانها في العصارة اللحائية

### -2- فرضية الانسياب البروتوبلازمي Cytoplasmic Streaming

افتراض Devries عام 1885 ومن بعده Curtis بأن انسياب البروتوبلازم في خلايا اللحاء ومعه المواد المذابة يحدث من خلية لآخر ( خلية منخلية ) وفي سريان دوري وإن هذا الانتقال للجزيئات يحدث بالانتشار والانسياب البروتوبلازمي .

### -3- الانتقال بواسطة الأنابيب Tubules

افترض Thaine بان المواد تتحرك في اللحاء عن طريق اجسام انبوبيه موجودة على طول الانابيب المنخلية مخترقة لثقوب الصفائح المنخلية .

#### **4- فرضية التناضج الكهربائي Electro Osmosis**

تفترض ان المواد تعبر الصفيحة المنخلية استجابة لفرق في الطاقة الكهربائية ومثل هذه الطاقة تتكون نتيجة حركة ايونات البوتاسيوم التي تعبر الصفيحة المنخلية ، تلك العملية تتطلب طاقة حيوية ، انتقدت هذه الفرضية لاحتياجها لصرف طاقة كهربائية تقدر بحوالى 100.000 فولت نظريات اخرى اقل اهمية مثل الانتشار الفعال Activated diffusion والحركة السريعة Rapid Movemen