

أن جميع هذه التغيرات التي تحدث في البروتوبلازم يشمل البناء البروتيني ، رغم أن هناك فعاليات البناء الحيوي الأخرى (مثل بناء الدهون والكاربوهيدرات) التي تحدد بعمليات خاصة "أن تنظيم بناء البروتين هو تنظيم للنمو " . أن البروتين الذي يصنع في الخلية يصمم في الأصل بواسطة النواة. وتبذل الجينات genes جهودها في نمو الخلية وذلك بإعطائها التعليمات لمواقع بناء البروتينات في السائتوبلازم.

ويحصل ذلك بصورة (رسائل) من الجزئيات التي تعود إلى صنف من المركبات التي تسمى الحوامض الجينات الرايبوزية (RNA)ribonucleic acids وتمد الجينات نفسها في البناء هذه بالمعلومات من خلال ما تحويه من المركبات المشابهة لصنف الـ RNA_الا وهو الحامض النووي الرايبوزي اللاوكسجيني

Deoxyribonucleic acid(DNA) وجزئيات الـ RNA المرسل (mRNA) التي تعتبر نسخا متحركة (نسخة طبق الأصل) من الجينات الثابتة . وبما أن جزئيات الـ mRNA تترجم من قبل جهاز بناء البروتين في السائتوبلازم والتي تقوم فيما بعد بعمل البروتين المطابق (مثل الإنزيمات أو البروتينات التركيبية)

وبما أن هناك نقاط سيطرة أخرى في هذا التسلسل ، وإذا عرفنا التفاصيل الصميمة للعملية يمكننا أن نفترض الموقع الذي سوف تستقر فيه هذه السيطرات . ومجال هذا الموضوع يعتبر من النوع الحديث جدا . وهي تقع الآن ضمن دائرة تسمى بيولوجية الجزئيات Mollecular Biology ولكن مع كون التفاصيل معقدة للغاية ، فإن الخطوط العريضة لهذا التسلسل يمكن أن يفهم بسهولة .

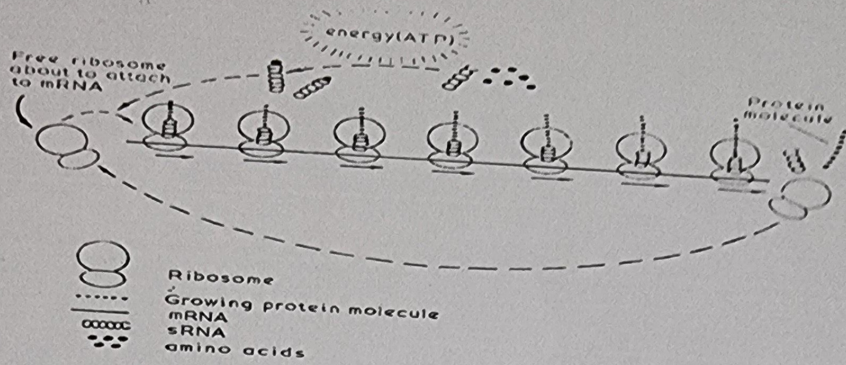
ويخرج الـ RNA المرسل من النواة ، خلال الثقوب التي يمكن مشاهدتها في الغشاء النووي المحيطي ومن المحتمل أن عدد هذه الثقوب يزداد أثناء نمو الخلية ويقل عندما تنضج . ولتكوين جزيئه البروتين فإن جزيئه المرسل الخيطية الشكل ذات التركيب الكيميائي المعقد والحاوية على المعلومات تشترك مع بعض (حوالي ستة) من الجسيمات الصغيرة المسماة بالرايبوسومات Ribosomes. وقد أخذت الرايبوسومات اسمها من احتواءها على الـ RNA الذي يكون حتما ذا نوع آخر من الـ RNA الذي تحمله جزيئات المرسل ويطلق على جزيئات الرايبوسومات التي تتصل بجزيئه المرسل باسم الرايبوسوم المتعدد polyribosome أو البوليسوم polysome وعند اتصالها بالمرسال فإن كل

رايبوسوم تصبح له المقدرة على ربط جزيئات الحامض الأميني amino-acid وذلك لتكوين جزيئه بروتين .

أن تسلسل الأحماض الأمينية المختلفة في البروتين يحدد بواسطة الرسالة أو الشفرة Code التي يحصل عليه الرايبوسوم من جزيئه الـ mRNA من نهاية إلى أخرى . وعندما تكتمل جزيئه البروتين (أي عندما يصل الرايبوسوم إلى نهاية المرسال فان البروتين ، والرايبوسوم المرسال تنفصل عما بعضها البعض داخل السايكوبلازم حيث يتحطم المرسال أخيراً . ولذا فمن الظاهر أن الانتقال الثابت للمرسلات يحتاج إلى استمراريه بناء البروتين وان جزيئه المرسال يمكن اعتبارها شفره لنوع واحد من البروتين فقط ، وهذا معناه أن الأنواع المختلفة من البروتينات تتطلب شفره مراسلات مختلفة .

ولا تستعمل الأحماض الأمينية في الحالات الحرة بواسطة البوليسومات polysomes . وسوف نجد فيما بعد بأنه يمكن أن تحفز ، أو تصبح فعاله ، وتصبح لها المقدرة على الالتصاق بنوع آخر من الـ RNA يسمى (الـ RNA الناقل) حيث إنها تنقل جزيئات الحامض الأميني إلى البوليسومات . وهذه العملية موضحة في شكل (6:3) . وبإضافة إلى الأنواع الثلاثة من الـ RNA التي تشترك في بناء البروتين وهي الـ mRNA (المرسال)، والـ rRNA (الرايبوسومي ribosomal) والـ sRNA (الناقل، حيث يشير الحرف الصغير (s) إلى الذوبان ليظهر بأنه ليس بصوره دقائق particulate مجزئه) ، وتحفز التفاعلات بواسطة إنزيمات مختلفة وتحتاج إلى عوامل مساعده co-factors خاصة . واهم واحد من هذه هو مركب الـ ATP ذو الطاقة العاليه الذي يكون مطلوباً لتنشيط الحوامض الأمينية ، وكذلك لبناء RNA نفسه . ونحن نعلم بان تلك العملية ككل تحتاج إلى كميته عاليه من الطاقة ، وان أي شيء يمنع التنفس (كالمثبطات ونقص الأوكسجين) يوقف بناء البروتين .

ولذلك يمكننا الاستنتاج بوجود حاجه ملحه لجزيئات الـ ATP ليس فقط لبناء البروتين بل تشترك في الافعال الأساسية الأخرى مثل النقل translocation وامتصاص الملح حيث يتوقف النمو ككل في النباتات الراقية عندما يمنع التنفس.



شكل (٣ : ٦)

شكل تخطيطي لبناء البروتين بواسطة البوليسومات .

تنظيم التكوين The control of development

لحد هذا الجزء من الكتاب شرحنا بصورة رئيسية التغيرات الكمية في النمو مثال ذلك الزيادة في الحجم . ولكنه حتى في خلال زيادة الحجم فان الخلايا التي تؤدي إلى هذه الزيادة تتغير في نوعها ، مثال ذلك تتميز الخلايا إلى الخشب واللحاء وإلى خلايا من الأنواع الأخرى التي تكون العضو المعين . وهذه التغيرات الخلوية لا تكون واضحة في الحال بصورة مظهرية . إلا أن التميز يحدث لينتج تغيرات واضحة ، مثال ذلك أعضاء جديدة كالأوراق والازهار والثمار ... الخ . ففي الفصول القادمة سوف نذكر التغيرات في هذا الموضوع .

تنظيم التميز The control of differentiation

التكوين الشكلي Morphogenesis

قبل البدء بفحص النباتات بطريقة عملية لا يغيب عن معرفتنا بعض القواعد الأساسية لتركيب تلك النباتات . ونحن نعرف النباتات تتكون من السيقان والجذور وتحمل السيقان الأوراق والبراعم والازهار . إضافة إلى ذلك من الممكن التعرف على نوع معين من النباتات يشكل أوراقها المعينة وترتيبها على الساق . وبعد ذلك حين دراستنا لعلم تشريح النبات Plant anatomy نتعرف على أنواع عديده من الخلايا وكيفيه ترتيبها في جسم النبات . ولكن لماذا تكون قمه الساق فقط وليس قمه الجذور ، الأوراق والبراعم بترتيب معين ، وكيف نعين أن الخلية سوف تتميز إلى اللحاء والخشب ؟ وهذه المشاكل الرئيسية التي تهتم بتكوين الشكل (التكوين الشكلي morphogenesis) . Differentiation ، ربما

تعتبر من أنواع التحدي في علم الحياه الحديث . الا أن هذه المشاكل تبقى معظمها من دون حل الا اننا في بداية اكتشاف الكثير لأليات التنظيم المشتركة بهذه العمليات .
يبدأ التميز مع الانقسام الأول للبيضة المخصبة . وهنا فإن الزايكوت (البيضة المخصبة zygote) المتكون حديثا ينشأ برورا من جهة واحدة ويعد ذلك جزءا من الخلية الصغيرة التي تقطع بعد ذلك (شكل: 1:10) . وهذه الخلية تكون دائما اشباه الجذور rhizoids ، في حين أن الخلية الأكبر تكون جسم النبات الرئيسي .

وهكذا فإن وجهه الخلية تحدد قبل الانقسام عندما يكتسب الزايكوت نزعا من الاستقطاب Polarity نتيجة للانتفاخ . وبالطبع هناك عدة عوامل تحدد هذا الاستقطاب ، كالضوء والـ PH ودرجة الحرارة والتدرج الاوكسجيني Oxygen gradients .

ويعتقد حدوث الاستقطاب Polarisation في زايكوت النباتات الزهرية ، والتي بالطبع يحتفظ به داخل البويضة . فالعوامل المشتركة بهذه العملية غير معروفة الا اننا نفترض مكونات مشابهة ربما تكون موجوده إضافة إلى تأثيرات التغذية والهورمونات وكلها تعين بواسطة الأنسجة المحيطة .

وعندما تنقسم أو لا البيضة المخصبة لنبات زهري إلى خليتين بنويتين لهما طريق معين ومحدد - فإحدهما تكون الماص Suspensor والآخرى تكون الجنين (شكل: 2:10) . وفي المراحل الأولى لتكوين الجنين يحدث تحديد آخر عندما تكون الخلايا الجذير المتوقع أو الفلق والمرستيم القمي . وهكذا ففي المراحل المبكرة جدا وحتى لا توجد هناك تميز وتركيب واضح ، تحدث تغيرات فسلجية وحياتيه لتعين أن هذه الخلية سوف تكون الجذير أو الجزء الخضري . وهذه التغيرات بأشكال مختلفة لتكون الهيئة المطلوبة بحيث أن الأنسجة سوف تكون موجبه أو سلبية الجاذبية الأرضية تباعا ، أو سوف تكون الأوراق أو لها المقدرة على تكوين مواد كيميائية معينة .

ومن الحقائق الداخلية أن جميع الخلايا التي تنشأ من الزايكوت يكون لها نفس عدد الكروموسومات والمحتوى الجيني . وكيف يحدث ذلك ، مع أن قسما من الخلايا البنيوية لها فقط خصائص الجذر ؟ ويمكن هنا أن نفترض أن حتى الخلايا تبدأ بمحتوى وراثي متماثل تماما ، ولكنها بعد ذلك تدخل في تغيرات جينية ثابتة خلال فتره تكونها . وهناك أدله جيدة تعكس تلك الوجهة من مصادر عديده ، وهناك مثل واحد مقنع يشمل تزييع الأنسجة بصورة خاصة فعندما تقطع اقراص صغيرة من لحاء جذر الخبز وتوضع في

وسط غذائي يحتوي على املاح معدنية ، وفيتامينات ، وكاربوهيدرات و اوكسينات ، وسابوتوكاينينات ، فان الخلايا تنقسم لتكون كتله من الأنسجة البرنكيمييه تدعى الكالوس (Callus). وعندما ينقل قسم من خلايا هذا الكالوس ويوضع في وسط آخر بظروف محدده بدقه، فان هذه الخلايا تنقسم وتكون جسما مشابها جدا للجنين حديث التكوين (لوحة 12). وهذا ينمو بصورة مستمرة ليكون بادره حقيقيه التي من الممكن زراعتها خارج الوسط لتكون بعد ذلك الازهار والبذور. واضح اذن أن المعلومات التي يحتفظ بها الساق والورقة والزهرة تكون متاحه حتى إلى الخلايا التي تكونت من الجذر .

والاستنتاج الذي يمكن تصوره من هذه التجربة والتجارب المشابهة هي انه خلال التميز والتكون الشكلي فان للخلايا المقدرة لتصبح متحورة لا متغيرة بصورة دائمية . وما هي العوامل المسؤولة عن هذه التحويلات ؟فأليات التنظيم تكون معقدة للغاية نوعا ما – وبالحقيقة فالبيئة الداخلية الكلية للخلية يجب أن تكون مهمه .وغالبا ما نعرف بان الهرمونات النباتية تلعب دورا مهما .و يمكن اثبات ذلك بصورة قطعيه ايضا بواسطة تجارب وتقنيه تزرع الأنسجة .ولقد سبق وذكرنا(في الفصل الرابع) أن الخلايا الحشوية لللب التبغ تنقسم لتكون كتله من الخلايا البرنكيمييه تدعى الكالوس. ويستمر نمو هذا الخلايا لمدته طويله فيما اذا جهزت بالوكسين والسابتوكاينين (مثلا الكيانيتين).الا انه إذا ؟غيرت تراكيز الوكسين و الكيانيتين فان التميز يمكن احداثه في الكالوس .وبنسبه عاليه من الوكسين –الكيانيتين Auxin-Kinetin

تتكون منشئات الجذور root Primordia والتي تنمو فيما بعد إلى الجذور الناضجة . ومن جهة أخرى فان البراعم يمكن استحداثها في وسط حاو على نسبه عاليه من الكيانيتين –الوكسين الذي ينمو منه الفروع الورقية (لوحة 13). وتبين هذه التأثيرات التنظيم بالهورمونات على تكون العضو ،وتأكد نقطه أخرى هي أن الخلايا لها القابليه (للمميز). وكيف تعمل الهورمونات في تنظيم تكوين العضو في النباتات غير المقطوعة فهذا غير واضح . وتشارك بالتأكد في الازهار(فصل 11) وتكوين الجذور (فصل 7) الا أن دورها في تنظيم تكوين الورقة والبرعم في قمه الجزء الخصري يبقى مجاله مفتوحا للبحث . أن ترتيب منشئات الورقة عند القمه تحدث بترتيب معيا لصفات الأنواع (مثلا بترتيب حلزوني أو سوراوي أو مقابل)ما هو الشيء الذي يعين هذا الترتيب ؟ وبالحقيقة ،لماذا تتكون منشئات الورقة ؟ ولسوء الحظ لا يوجد أي جواب لهذه المعضلات .الا اننا نعتقد من

من "سحيم" بهورمونات الذي فيه مجال واسع للخلايا بان تستحدث فيها الانقسام بصورة سريعة لتدفع إلى الاعلى مكونه المنشآت ؛ الا انه لماذا يحدث ذلك فقط في مناطق معينه ؟ ان مجال "تأثير المنشآت " المتكونه ربما يكون مهما، والمنشآت الجديدة تتكون فقط في المناطق الحرة . ولا نعرف صيغه التأثير الكيما حياتي الذي يحدث هذا (التأثير)، ولكننا ننتظر تفسيراً مقنعاً لهذا المجال منذ التكوين الشكلي . وعندما تتكون الورقة ما الشيء الذي يحدد شكلها النهائي ؟ ومن الواضح أن العوامل الوراثية تكون في غاية الأهمية الا ان البيئة من الممكن أن تؤثر بصورة كبيره . فمثلا في بعض النباتات المائية aquatic plants فان الأوراق المغمورة بالماء تختلف بالشكل نوعا ما عن تلك التي في الهواء . وهناك عوامل بيئية مؤثرة أخرى كشد الإضاءة ، وطول اليوم ودرجه الحرارة . ومن المعتقد أن تلك العوامل البيئية تعمل على التنظيم الداخلي ربما تكون الاوكسينات والجبريلينات والساييتوكاينينات . وربما تلك الهورمونات تتداخل لتؤثر في الخلايا في أجزاء معينه من الورقة لتتقسم وتستطيل أكثر من الخلايا الأخرى ، وهكذا فانه يتكون شكل الورقة المميز .

التميز الخلوي Cellular differentiation

اننا نعرف القليل نوعا ما حول تنظيم التميز الخلوي في النباتات الزهرية ، مثلا لماذا تصبح الخلايا برنكيمة Parenchyma او كولنكيمة Collenchyma... الخ . لكنه في حالة الأنسجة الوعائية فان الهورمونات تشترك بصورة واضحة . أن انقسام وتميز الكامبيوم الثانوي يعتمد على الاوكسين والجبريلين المستمد من البراعم والأوراق القريبة منه . وبصورة مشابهه فان استحداث الخشب من الجروح يكون بواسطة الاوكسين المستمد من الأوراق . ويحدث التميز في خلايا الكالوس البارنكيمي إلى الأنسجة الوعائية بالبرعم المطعم عليه ، ويعزى ذلك إلى الاوكسين . وبالحقيقة ، فان خلايا الخشب تتكون في انسجه الكالوس عندما تزرع قطعه من الاكار حاوية للاوكسين فيه . الا أن الاوكسين وحده لا ينظم موقع ومدى التميز بل تراكيز السكر لها تأثير كبير أيضاً .

ففي وجود 4% سكر ، ويعد هذا كتركيز عال فالتميز في الكالوس يحدث بصورة كليه في خلايا اللحاء ، في حين يتكون الخشب بتراكيز منخفضه من السكر . وتأثير السكر من الممكن أن يفسر هينه التميز عما هو في الكامبيوم الثانوي .

تأثير النواه والسايٲوبلازم Nucleus and Cytoplasm in dipperentitation

لقد درسنا فيما سبق العوامل خارج الخلية أو النسيج التي تحدد التميز . لكنه بالتحليل النهائي لا تتميز ايه خليه فيما إذا لم تكن لها المقدرة على عمل ذلك ، مهما كانت المؤثرات الخارجية . ونتوقع أن النواه تلعب دورا مهما : فما هي حقيقه ذلك؟ .

فبالنسبة للنباتات الزهرية لا توجد تجارب عمليه يمكن الاعتماد عليها غير الابحاث الوراثية . وذلك للصعوبات التقنية الكبيرة وصعوبات العمل الجمه خلال مثل هذه التجارب ، ومن جهة أخرى يمكن الحصول على خلايا منفردة بسهولة من الحيوانات (كخلايا البيضة والابتدائيات) وهنا قد بحثت بصورة مستقيضه دور النواه . ولكن نباتا واحدا اضاف إلى معلوماتنا عن تأثير النواه ودورها في التميز وهو طحلب ذو خليه واحده يدعى *Acetabularia* . ففي النموذج الناضج فان الخلية تتكون من الحامل *Stalk* (الذي يبلغ طوله حوالي 5 سم) المحاط أو المغلف بغطاء *cap* والجزء الرئيسي للتمييز بالخلية هو تكوين القبعة . وتوجد النواه في اشباه الجذور *rhizoids* في قاعده الخلية والذي من الممكن قطعه من دون احداث صدع لباقي أجزاء الخلية . فاذا حفظ الحامل من دون النواه في الضوء ، فانه ينمو ليكون قبعه ، الا أن هذه الفعالية تكون محدودة . ويظهر ذلك وجود (مواد مسؤوله عن المظهر الشكلي *Morphogenetic Substances*) قد انتقلت اصلا من النواه إلى الحامل لتدعم التميز لعد أسابيع . وهذه المادة بالتأكيد هي الـ RNA أو منشأ الـ RNA والتي تعمل على التميز في الضوء فقط . وقد اظهرت التجارب التدعيم بواسطة *Acetabularia* بوضوح الدور المحدد للنواه . ولها جنسان هما *A.crenulata* و *A.mediterranea* يكونان شكلين مختلفين من القبعات . وعندما تطعم اشباه جذور حاويه على النواه من جنس الـ *A. Mediterranea* في حالم عديم النواه في جنس الـ *A.crenulata* ، فان القبعة المتكونة تكون ذات شكل وسطي بين النوعين . وعندما تقطع هذه القبعة فان النوع المتكون حديثا يكون بصوره كاملة من نوع الـ *A.medeterranac* . وهكذا بعد عمليه التطعيم الأولى (فالمادة المسؤولة عن المظهر الشكلي) للنوعين الموجودين تظهر تأثيرها ، الا انه بعد تكوين القبعة الأولى فان ماده *A.medeterranac* . كتكون موجوده فقط ، لأنها تعطي بصوره مستمرة نواه (المانح donor) . ولقد اثبتت التجارب على الكائنات الحيه الواطنة (الفطريات والطحالب) بان السايٲوبلازم يمارس تأثيرا قويا في التميز وفعالية المايٲوكونديريا والبلاستيدات الخضراء

(٨)

(كلاهما يحتوي على الـ DNA و RNA) تلعب دورا مهما كنتك (البلازماجيب) سي
افترضت من قبل علماء الوراثة.

التنظيم على المستوى الجزيئي Control at the molecular level

الجينات Genes

نحن نعرف اذن أن التميز يقع تحت تأثير النواه ولذلك فإن التعليمات التي تصل
السايروبلازم تصدر عن النواه، وهو يحدث من خلال جزيئات حامض RNA المرسل
messenger RNA . ولقد راينا بان النواه لها مرادفات مهمه للجينات تكون ضرورية
في تكوين الكائن ، ولكن بوضوح فان الجينات المسؤولة عن تكوين الخلايا البارنكيمييه
مثلا يجب أن تختلف عن تلك التي تعمل القصيبات trashed . ولذلك يمكن القول ، أن
قسما من الجينات يحدد عملها ، مثلا "تمنع" من القيام بتكوين mRNA المعين ولذلك لا
تقدر أن توصل التعليمات إلى السايروبلازم . كيف يحدث ذلك ؟ فلقد وضعت فكره قبل عده
سنوات من قبل عالمين فرنسيين هما جاكوب ومونود Jacob and Monod من خلال
تجاربهما على البكتريا . فهناك مواد معينه تعطي للخلايا تؤدي إلى تكوين (الحث) نوع
معين من الانزيم لبروتيني الذي لا يتكون مطلقا في غياب هذه المواد . وعلى اساس
(الجهد) لهذا التكوين فان الانزيم يجب أن يوجد في الخلايا غير المعاملة ، ولذلك افترض
جاكوب ومونود انه في الحالة الأخيرة تنتج الخلايا مواد داخلية (مكبته repressor) تمنع
الجينات المسؤولة عن عمل هذا الانزيم .

ويتكون رفع الكبت نفسه بفعل جينات معينه (Regulatory genes المنظمة)
وبهذه الطريقة فان جينا واحدا يقدر أن يؤثر على فعالية الآخر .

واضافه إلى ذلك فقد وجد عدد من الباحثين الفرنسيين ، بان قسما من المواد تحث تكوين
أكثر من انزيم واحد، ويظهر أن عده جينات ربما تكون حساسة إلى كابيت داخلي واحد ،
وساعد هذا في التوصل إلى نظريه الاوبيرون operon التي تفترض بان مجموعه من
الجينات ، غالبا ذات فعاليات مشتركه ، تكون جميعها تحت تأثير منظم واحد من نوع
المفتاح الذي يفتح ويغلق يكون موجودا على الكروموسوم يدعى بالمشغل . ومن المحتمل
وجود عده مشغلات ربما تكون حساسة إلى ماده كابته واحده Repressor substance
، وهكذا فان اعطاء مركب واحد خارجيا يتفاعل مع كابيت واحد ليحدث فعالية لعده جينات
، ويؤدي إلى تغيرات شديده في الخلية .

(9)

وتوجد هناك طرق أخرى مشابهة لهذا الوضع فلقد وجد أن قسما من الكوابت تكون "غير فعالة in active" مالم تجهز معها مواد معينة تدعى (الكوابت المساعدة Co-repressors) ويتحد الكابت غير الفعال مع الكابت المساعد ليعطي الكابت الفعال . وفي هذه الحالات فإن الكابت المساعد يثبط تكوين البروتين ، ومثال ذلك فإن هذا النوع من العمل من الممكن ايجاده في تأثير قسم من الحوامض الأمينية ل تمنع تكوين قسم من الإنزيمات في بعض أنواع البكتريا . ويكون واضح الاليات المحتملة لفعل الهرمونات. فربما تتكون مواد تدخل الخلية من خلال الاجزاء الأخرى من النبات وتتحد مع الكوابت، وبذلك تنشط المشغلات ؛وبطريقه أخرى ففي بعض الحالات فإن تأثيرها ربما يعمل ككابت مساعد تمنع عمل الجينات .

والأنسجة المتميزة حديثا والمتكونة ربما تكون الهرمونات التي تعمل على أجزاء أخرى من النبات. ومثل هذه المنظمات يمكنها أن تفسر النمو الانسجامي Correlative growth .

وتوجد هناك مشكله في الكائنات المعقدة ،التي لها أنواع مختلفة من الخلايا ،التي لا توجد في الكائنات الدقيقة التي تكون فيها كل خليه مشابهه لأي من الخلايا الأخرى . وحتى لو فرضنا أن الهرمونات ربما تعتبر من المواد الحاثه او من الكوابت المساعدة ، ولقد اقترح عالم فسلجه النبات الامريكي المدعو بونر Bonner بان قسما من الكروموسومات تكون مغطاه بنوع خاص من البروتينات تسمى الهستونات histones وهذه البروتينات معروفه بانها الصفات المكونة للكروموسومات داخل النوى . وربما نوع معين من الهستون (يغطي) الالبيرون ويجعله غير فعال حتى بوجود الكابت ،في حين أن نوعا آخر من الهستون يغطي نفس الالبيرون في نواة أخرى يسمح للالبيرون ليكون غير _ كابت .

ولقد استنتج العالم بونر هذه الفكرة من نتائج تجاربه على كروموسومات البازلاء . إذ بحث تكوين نوع مخزون من البروتين الذي يتكون في فلق نبات البازلاء خلال تكوين بذرة البازلاء ، ولا يوجد في منطقته أخرى في هذه النبات . ولقد قام مع جماعته بعزل الكروموسومات من نسيج قد سحق بطريقه خاصة لفتح اغشيه الخلية والنواة . وبذلك امكن جمع الكروموسومات بطريقه الطرد المركزي معزولة عن مكونات الخلية الأخرى . وتتتركب هذه الكروموسومات من الكرومايتين Chromatin الذي هو خليط من حامض نووي وبروتين . وله القدرة على بناء الـ RNA (ولقد فرض بأنه الـ RNA المرسال)

(١٠)

الذي يبني من خليط من اربع قواعد نيتروجينية تتألف منها . وهذا الـ RNA له المقدرة على تحفيز بناء البروتين في انبويه الاختبار التي توجد فيها الرايبوسومات والحوامض الأمينية والـ ATP والإنزيمات اللازمة، فان الكروماتين المتكون من الاجزاء الأخرى من النبات ، غير ذلك المتكون في الفلق، لا يؤدي إلى بناء النوع المدخر reserve-type من البروتين أي أن الجين المسؤول عن هذا البناء قد كبت فيها بينما لم يكبت ذلك في الفلق ، وان الجينات قد رفع عنها ذلك الكبت . وهكذا فقد صور بونر الوضع الحي في هذا المجال المعين . ولكن لماذا قد افترض أن الهستون يشترك بكبت الكروماتين ؟ فبواسطه طحن الكروماتين في محلول ملحي مخفف يمكن أن تفصل أجزاء الـ DNA التي هي تعقدت مع الهستون (الهستون النووي nucleonhistone) . ولقد وجد بان هذه المادة غير قادرة على بناء الـ RNA مطلقا ، ومن جهة أخرى فان الـ DNA عندما " يفصل " عن الهستون بمعاملته بمحلول ملحي ذات تركيز عال تصبح له المقدرة على بناء الـ RNA ويظهر من ذلك بان الهستون له القابلية على حجب فعالية 3 الجين بمنع تكوين الـ mRNA (الـ RNA المرسال).

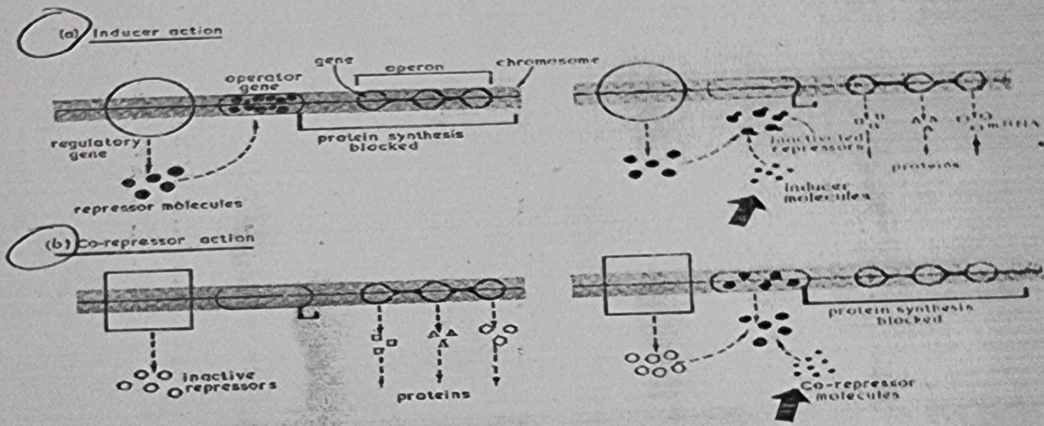
وتظهر التجربة الأخيرة من سلسلة التجارب هذه ، بان الجين المسؤول عن بناء البروتين المدخر ، وبالحقيقة موجود في كروماتين البرعم القمي (الذي بالطبع غير قادرة على بناء البروتين) ، وذلك كما في الـ DNA الخالي من الهستون histone-free DNA من هذا الكروماتين الذي له المقدرة على بناء الـ RNA اللازم لبناء البروتين المخزون .

الإنزيمات Enzymes

يحدث تنظيم مختلف تماما في الساييتوبلازم الذي هو التثبيط بواسطة الناتج النهائي لتفاعل معين end product inhibition الذي يؤثر على قسم من التفاعلات البنائية الحيوية . وجميع البحوث التي شرحت هذه العملية قد اجريت كذلك باستعمال البكتريا . وعندما يضاف نوع معين من المركبات التي تبني من قبل الخلايا (بصورة عامه الحوامض الأمينية) خارجيا بوفرة ،فانه يتوقف عمل البناء الحيوي لمركب معين . وعندما يستعمل الحامض الاميني المجهز خلال النمو ، فانه يبدأ البناء ، ويظهر بذلك أن التنظيم يكون عكسيا . ولقد وجد بان الحامض الاميني يثبط بصورة عمل انزيم واحد من الإنزيمات المشتركة في عمليات البناء الحيوي ، وذلك بتغيير شكله مما يمنعه من اتحاده

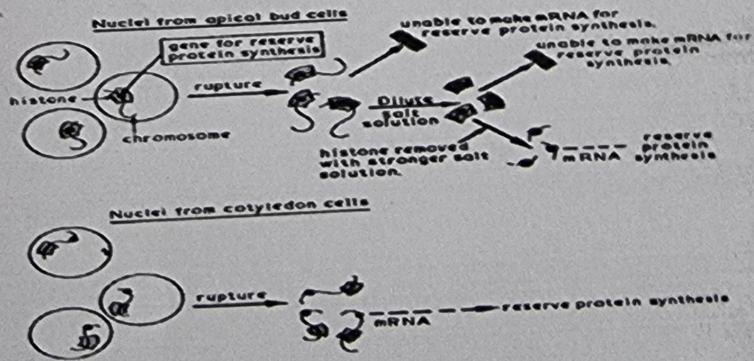
(11)

مع قاعدة الانزيم وقد سميت بالتأثير الاليلي allosteric affect . وعندما يزال هذا الحامض الاميني ، فان الانزيم يرجع إلى شكله الاصلي الفعال . وبهذه الطريقة تبني تماما الكميات الصحيحة من المركبات المطلوبة لتنظيم النمو .



شكل (٦ : ١٠)

شكل تخطيطي للنظريه السائدة لشرح غلق - فتح عملية بناء البروتين (الانزيم) بواسطة جينات معينة . وهذه النظرية قد اثبتت بصورة جيدة في البكتريا ، إلا أنه لم يتم اثباتها لحد الآن في النباتات الزهرية .



شكل (٧ : ١٠)

شكل تخطيطي لتجربة بوئر لتوضيح عمل البروتينات المستوية في كيت فعل الجين . ولقد فرض ان كل الأوربي في النباتات تحتوي على كروموسومات لها جينات لمعكس عملية بناء البروتين ، وذلك في خلايا الفلج . بالمعنى تعمل هذه الخلايا كمخزن للبروتينات . وهذه التجربة قد رتب لتوضيح ان المستون يكبت الجين في الخلايا الاخرى .