المظهى يرجع إلى تكوين هيموكروم hemochrome بسبب الحرارة فى وجود ((؟)) حيث يتحول الحديدوز إلى حديديك.

* **الفيكوبيلينات : phycobilins**

صبغات بروتينية ذات ألوان داكنة حمراء فلورية Phlorescent معقدة تذوب فى الماء وهذه البروتينات تتميز بها الطحالب الزرقاء المخضرة والحمراء ويمكن تقسيمها حسب صفاتها الطبيعية إلى (٣) أقسام رئيسية:

١ ـ فيكوارثرينات PE_s = phyco erythrins

٢ ـ فيكوسيانينات $p\,C_s$ = phyco cyanins

٣ ـ اللوفيكوسيانينات $A\,P\,C_s$ = Allophyco cyanins

يتميز القسم الأول بألوانه الحمراء وله فلوره لامعة برتقالية ... بينما القسمان الآخران يتميزان بأنها زرقاء وتتفلور بلون أحمر. وجميع هذه الأقسام ذات مدى واسع فى ألوان صبغاتها ـ وهذا يتوقف على مصدر البيليبروتين biliproteine وعلى الوسط الذى عزلت منه وهى ذات سعة تجارية مستقبلية واسعة.

* **البناء الكيماوى:**

جميع بروتينات البيلين مبنية على ترابيرول والبيلين bilins فى اتحاد تكافؤى مع البروتين وبناء هذه البيلينات فى هذه الطحالب يشابه لحد كبير صبغات صفراء الثدييات mamalian - bilins.

* **ملحوظة:**

عندما تتغذى القواقع البحرية Aplysia على الطحالب الحمراء فإن حوامل ألوان (PEs) تخرج مع الفضلات على شكل صبغات صفراوية حرة free - bile, pig-ments.

* **الفيكوبيلينات فى الطبيعة:**

وظائفها وأماكن تواجدها:

تكون كل من ($P E_s$)، ($P C_s$) الصبغة الأساسية فى اصطياد الضوء فى الطحالب ذات التشييد الضوئى. وهذه المركبات توجد مصاحبة (متناغمة) مع اليخضور لاصطياد ونقل الطاقة الضوئية فى عملية التشييد الضوئى وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية فى الخلية.

* **عملية الأيض: Metabolism**

يمكن تقسيم هذه العملية إلى:

١ ـ التكيف اللونى chromatic - adaptation

٢ ـ التكيف بالنسبة للشمس والظل.

٣ ـ عوامل تشييد البيلينات.

٤ ـ الطفرات فى الصبغات. pigm - mut.

* **التكيف اللونى:**

من أهم الصفات المميزة لكثير من الطحالب مقدرتها على إنتاج نسب مختلفة من الصبغات المفردة القادرة على امتصاص الضوء استجابة للصفات المختلفة للضوء الذى تنمو فيه هذه الطحالب. وهذه الاستجابة المنظمة ضوئيا تعرف بما يسمى التكيف اللونى وكمثال عملى لهذا التكيف اللونى فإن الضوء الأحمر فى الموجه الضوئية فوق ٦٠٠ ن م تشجع تكون ($P C_s$)، ($AP C_s$) وليس ($P E_s$). بينما الضوء الأخضر فى ٥٠٠ ـ ٦٠٠ ن م تشجع تكوين ($P E_s$) فقط ـ وهذا مما يشجع الطحالب ـ فى الطبيعة لأقصى استغلال للضوء فى الموجات الضوئية المرأية بأقل تكلفة فى طاقة الأيض لتشييد الصبغات.

وهذه الخصائص معروفة منذ أعوام وأمكن دراستها بالتفصيل فى عديد من الأنواع المختلفة من الطحالب. ففى أحد الطحالب الزرقاء المخضرة الخيطية فإن إنتاج البيلينات يتجه بالذات لتكوين ($P E_s$) عندما تكون الموجة الضوئية ٥٤١ ن م. أما فى حالة ما إذا كان الضوء ٦٤١ ن م يكون الاتجاه نحو تكوين($P C_s$). لذا فإنه من

obeikandl.com

الممكن الوصول إلى أقصى إنتاجية صبغة معينة مفردة باستغلال ميكانيكية الكائن الطبيعية حسب تكيفه لصفه الضوة، ومن الأهمية العملية فإن الأساس الوراثى genetic basis لهذا التنظيم الضوئى photoregulation فى بداية إظهارها.

وهذا ما يقودنا إلى إمكانيات إضافية لاستغلال مستقبلى لتشييد الصبغات فى الطحالب. وقد شملت الدراسات إمكانية زيادة الصبغات بتغذية الطحالب ببعض العناصر الغذائية مثل(N)، (S).

*** التكيف بين الشمس والظل: Sun to Shade - adap.**

والطحالب يمكنها أن تتكيف مع نوعية الضوء المتاح لعملية التشييد الضوئى فإن عملية تشييد الفيكوبيلينات تتأثر أيضا بغزارة الضوء. زيادة غزارة الضوء تتسبب فى المحصلة النهائية overall بالنقص فى تركيز هذه الفيكوبيليبروتينات كجزء من ميكانيكية التكيف تكون فيها عملية التشييد الضوئى فى أعلى نسبها مستعملة أقل كمية من الصبغة الضرورية لحصاد الضوء وتحولات الطاقة فمثلا وجد فى طحلب وحيد الخلية نقص يعادل ثلاثة أمثاله فى الفيكوبيليبروتينات كنتيجة لزيادة غزارة الضوء.

*** العوامل المؤثرة فى تشييد البيلينات:**

إضافة بعض المنابث substrates أو المركبات الوسيطة intermediates لمركب التترابيرولات الأيضية يشجع تشييد حوامل ألوان البيلينات. فمثلا إضافة حامض aminolaevulinic كمركب وسيطى فى تشييد البيلينات لايتسبب فى الزيادة الاجمالية لبروتينات البيلينات بل أنه عن ذلك يتسبب فى إخراج حوامل ألوان البيلين الحرة.

*** الطفرة فى الصبغات: pigment mutation**

يمكن لطفرات معينة أن تنظم تشييد الصبغات وذلك عن طريق إيقاف تشييد نوع

معين من الصبغات ـ ففى بعض الطحالب الحمراء يوجد عديد من الطفرات لها القدرة على النمو بتغذية غير ذاتية heterotrophyically فى وجود جلوكوز فى الظلام ـ عند نقل الخلايا النامية فى الظلام إلى الضوء فإنها تشييد صبغات لها خصائص طفرات معينة. وجود مثل هذه الطفرات يوضح إمكانية إنتاج صبغات معينة.

* **الخواص الفزيوكيميائية :**

يمكن تلخيص أهم هذه الخصائص فى الآتى:

التمركز الخلوى : Celular localisation

تسهم فيكوبيلينات الطحالب الحمراء والزرقاء الخضراء فى المحصلة النهائية لعملية التشييد الضوئى فى صوره مركبات عديدة التردد multimeric aggregates متكتلة تسمى phycobilisomes . وتوجدّ هذه المركبات فى ثيلاكويد البلاستيدات الخضراء فى الطحالب. وطريقة ميكانيكيتها فى امتصاص الضوء درست فى حالات مختلفة ـ وتعتبر هذه الفيكوبيليزومات من أكفأ المركبات فى تحويل طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية فى الطبيعة بما يعادل من الكفاءة (٩٠ ٪) ويسير خط الامتصاص بالصورة الآتية

PE ⟶ P C. APC ⟶ chlorophyll

وهذا السير يحدث فى اتجاه واحد فقط وليس عكسيا.

الثبات :

من بين خصائص الطحالب التى تستفيد من الفيكوبيلينات كصبغات صائدة للضوء هى مقدره الفيكوبيليزومات على العمل تحت مجموعة من الضغوط البيئية.

لذا فإن الطحالب التى تصنف على أنها محبة للحرارة thermophylic (تصمد لدرجات حرارة عالية) أو محبة للحموضة acidophyllic (تصمد لدرجة PH

حامضية) أو محبه للملح halophytic (تصمد لتركيزات ملوحة عالية) أو محبة للبرودة psychrophyllic (تصمد لدرجات برودة منخفضة) يتوقع منها أن تكون لها خصائص مختلفة فيما يتعلق بثبات صبغاتها. وهناك رأى يقول بأن زيادة ثبات مركبات (pc) المختلفة تنتج مباشرة من الاختلافات فى تركيب الأحماض الأمينية الأولية فى البروتينات.

* **الفيكوبيلينات الحرة:**

خواصها الفيزيائية:

تتلخص فى الآتى:

الاستخلاص والتنقية:

أمكن استخلاص وتنقية الفيكوبيلينات من الطحالب فى صور عديدة ابتداء من الفيكوبيليزومات السيلمة intact إلى حوامل الألوان الخالية من البروتين. وهذه الصور لها خواص مختلفة فيما يختص بالثبات الكيماوى والفلوره ـ عموما يمكن الحصول على فيكوبيلينات بدون تنقية فى عمليات بسيطة مثل التجفيف بالتجميد لخلايا الطحالب.

وينتج من هذه العملية مسحوق ذو لون لامع محتفظا بالكثير من خصائص الامتصاص فى الفيكوبيلينات فى حالتها الأصلية بدون خسارة فى ثبات التركيب الأصلى. ولكن يؤخذ على هذه العملية أن الألوان المتحصل عليها عبارة عن خليط لمجموع الصبغات فى الخلايا عادة مايكون هذا الخليط مكونا من البيلينات واليخضور والكاروتينات وهناك حل لهذه المشكلة هو استعمال طفرة صبغية G G B يمكنها أن تعيش فى وسط عضوى التغذية heterotrophic فى الظلام باستعمال جلوكور كمصدر للكربون. عند تحويل هذه الطفرة إلى الضوء تشيد (Pc) بدون أى آثار يمكن الكشف عليها من يخضور (أ).