ووجد أنه إذا كانت درجة الحرارة منخفضة أثناء التصنيع فإنه يمكن المحافظة على (١٠٪) من اللون. بعض أنواع الفاكهة مثل الفراولة والكريز والعنب والبرقوق الارجوانى والاس وغيرها ذات ألوان حمراء إلى زرقاء أرجوانيه ـ وهذا يتوقف على عوامل ثلاثة (١) تركيز الانثوسيانينات ـ (٢) نوع الانثوسيانين (٣) تأثير الصبغات المصاحبه وعموما فإن غزارة اللون ما هو إلا انعكاس لتركيز الصبغة ففى بعض أنواع البرتقال (أبو دمه) وجد أن التركيز ضعيف (٠,١٪) وفى أنواع أخرى (١,٥٪) حيث كان اللون فى هذه الحالة الأخيرة غزيراً ـ وهذا يرجع إلى التركيز كذلك فإن نوعية الانثوسيانين له تأثير على تدريج اللون كما هو الحال فى نبات الجيرانيوم القرمزى والورد الأحمر ونبات العائق.

والألوان الزرقاء الموجودة فى الطبيعة (نبات العائق والقنطريون) تدوم إذا استخلصت الصبغة بواسطة أحماض مخففة. اللون الأزرق فى الأجزاء الحية مرجعه قدرة بعض المركبات الموجودة فى العصير الخلوى لتكوين معقدات عند درجة pH العصير الخلوى، وهذه المركبات تتحلل بسرعة عند الاستخلاص مما يعمل على إظهار الكاثون.

*** الانثوسيانينات الحمراء فى الطب:**

تكثر علل القلب لدى الفرد الأمريكى عن الفرد الفرنسى ـ حيث أن الأخير يتعاطى أضعاف الفرد الأمريكى من المشروبات الكحولية (الفرنسى يتعاطى ٨٠ لتر والامريكى ٨ لتر فى العام) من العنب الأحمر ـ وكذلك فإن الفرنسى لايتعرض كثيرا لانسداد الشرايين مع أن الجبن الفرنسى وتقانق الكبد تحتوى على كمية من الدهن أكثر من اللحم الأحمر الأمريكى ووجد أن العنب الأحمر يحتوى على فلافونويدات فينولية تعمل كعامل مضاد للأكسدة حيث أنها تقتنص شطر O_2. ووجد فى المعمل أن مركبات العنب الأحمر تحتوى على resveratol epicatechin, quercitin التى تعمل على حماية LDL - cholestrin ويكفى كوبان من عصير العنب الأحمر يوميا لحصول المرء على نصف الكمية المطلوبة من الفلافونويدات.

ولاتزال الأبحاث تجرى على فائدتها فى عدم ترسيب مركبات الكالسيوم فى الشرايين.

البيتالينات Petalains

يوجد منها الآتى:

١ ـ بيتاكسنتينات صفراء

٢ ـ ببتاسيانينات حمراء حسب نوعية الاستعاضه فى جزئ حامل اللون.

وجميع البيتالينات توجد فى صورة جليكوزيديه glycosylated وتوجد من البيتاسيانينات ـ حتى الآن أكثر من ٥٠ نوعا معروفه التركيب مشتقة من الاجلوكونات بيتانيدين وايزوبيتانيدين. وأكثر البيتاسيانينات شيوعا هى الموجودة فى صورة جليكوزيد البيتانيدين ويطلق عليها بيتانين كما هو الحال فى البنجر والشطر الجليكوزيدى الأكثر شيوعا هو الجلوكوز ـ وبدرجة أقل شيوعا السوفورز والرامنوز. وقد تحدث الاسله acylation فى الصبغة حيث توجد مجموعة الاسيل acyl فى رابطة مع شطر السكر. وأمكن التعرف على ٤٠ مشتق اسيلى acylated ـ أكثرها شيوعا تشمل الكبريتيك ـ المالونيك الكوماريك ـ القهويك وغيرها .... أما فى البيتاكسانتينات فإن الاستعاضه تكون أمينيه أو أمينويه amine, amino كما هو الحال فى مركب vulgaxanthin I الموجود فى البنجر حيث تكون الاستعاضه بحامض الجلوتاميك ـ بينما فى نبات التين الشوكى Opuntia - ficus - indica فإنه يحتوى على شطر برولين proline فى مركب انديكاكسانتين بالاضافة إلى بيتاكسانتينات أخرى تحتوى على جلوتامين glutamin ، مثيونين methionene ، ثيرامين tyramine ، دويا DOPA.

التوزيع:

على النقيض من الانثوسيانينات فإن البيتالينات قليلة الانتشار فيما عدا فصائل نباتيه محدودة فى ذوات الفلقتين. كذلك يوجد بعضها فى الفطريات (الفطر

السام Amanita) وهى تشبه الانثوسيانينات فى كونها تتراكم فى فجوة الخلية فى الأزهار والفاكهة والأوراق ـ وفى السيقان وفى تركيزات عالية فى الأجزاء الأرضية (البنجر) والتين الشوكى والصبار cacti وفى نبات pokeberry, cockscomb كما هو معروف فإن كلا من البنجر والتين الشوكى تؤكل طازجة أو يوجد البيتانين وهو البيتاسيانين/ بيتالين بتركيز ٧٥ ـ ٩٥٪ من مجموع محتوى البيتاسيانين والنسبة الباقية صبغات مصاحبة. واللون الأساسى الأصفر فى البنجر هى صبغات vulgaxan-tin فلجاكسانتين.

التشييد الحيوى:

يتوقف هذا التشييد على عدة عوامل: الضوء والحرارة وعلى مدى وجود أو غياب البادئ precursor وكذلك وجود سيتوكينين، حامض abscicic ومركبات فينولية أخرى. وأهم هذه العوامل هو الضوء ـ وهو ضرورى لتخليق الصبغة فى نبات الامارانثس Amaranthus ولكن ليس فى غيره (مثل البنجر). ويشجع وجود سيتوكينين (على الأخص كاينتين Kinetin تشييد البيتالينات. غالبا عن طريق المورثات (الجينات) حتى فى الظلام.

علاقة اللون بالبناء الكيماوى:

يتأثر ثبات اللون فى البيتالينات بعدة عوامل مختلفة متداخلة مع بعضها (الحرارة، pH، O_2، النشاط المائى (Aw)، الضوء) وهذه العوامل تؤدى إلى تقلص استعمال البيتالينات كملونات للأغذية ـ وعموما فإن اللون الأحمر فى محاليل البيتانين لاتتغير فى pH (٣ ـ ٧) ولكن تحت pH (٣) يتغير اللون إلى بنفسجى. وإذا كانت (٧) يتحول إلى أزرق وهذا راجع الى تحول باثوكرومى bathromic shift فى طول موجة الامتصاص. وتصل الزرقة أقصاها فى pH (٧) وإذا كانت pH (١) يحدث إنخفاض فى غزارة اللون لذا فإنه عند التصنيع يراعى درجة pH.

والتغير فى هذه الألوان من أزرق إلى أصفر سببه القلويه والتحلمؤ القلـوى

للبيتانين ـ وعدم ثبات اللون الناتج من الحرارة هو العامل الأساسى المانع لاستعمالها فى الأغذية ـ كما أن للماء دخل كبير فى هدم البيتانين، وعلى سبيل المثال فعل الحرارة خاصة فى وجود O_2 أثناء التخزين أو التصنيع يشجع تحلل البيتانين تحول غير عكسى.

تشترك كل من البيتالينات والانثوسيانينات فى كونها عرضه للتحلل بمصادر الإشعاع المختلفة الأشعة فوق البنفسجية ـ الضوء المرأى ـ أشعة جاما ... الخ). وهناك مايدل على أن هذه الصبغات يحدث بها تفاعل ضوئى كيماوى يكون لعنصر O_2 دخل فيه. أيونات المعادن التى تحتويها مكونات الأطعمة كملونات من الأجهزة المستعملة فى التصنيع قد تعمل كعوامل مؤكسدة (حديد ـ نحاس ـ صفيح ـ الومنيوم) بتركيزات ١٠٠/ ج م تعمل على إسراع تحلل البيتانين فى محاليله المشبعة بعنصر O_2 عند pH (٥) والنحاس أهمها فى التأثير. وتعمل أيونات المعادن كمانح أو مستقبل للالكترونات ـ وحسب أكسدتها قد تتسبب فى تلف حوامل الألوان فى البيثانين وما يتلوه من فقد اللون ـ وذلك بسبب التغير الذى يطرأ على البناء الكيماوى لهذه الحوامل.

وحيث أن البيتانين (البيتالينات عموما) حساسة للأكسدة فإن مواقع الأكسدة قد يكون لها تأثير فى ثبات الألوان. ولم يكن هناك أى تأثير وقائى لحامض الاسقربوط (بتركيز ١٠٠/ ج م) وعندما وصل تركيز الحامض إلى ١٠٠٠/ ج م) فإن مدة بقاء الصبغة الحمراء قلت حيث أن الحامض قام بعمل مؤيد للأكسدة ـ كذلك فإن الفاتوكوفيرول α - tocopherol لم يكن له تأثير وقائى. وحامض الليمونيك بتركيز (١٠٠٠٠/ ج م) كان له فائدة فى ثبات البيتانين بمقدار ١,٥ ضعف النشاط المائى Aw كان له أيضا تأثير فى ثبات اللون ـ كلما قلت هذه الفاعلية (مثلا من ١ ـ ٧,) ازدادت درجة الثبات بمقدار أربعة أضعاف.

والنشاط المائى المنخفض ربما يعمل على زيادة ثبات البيتالينات حيث أنها تقلل حركة التفاعل أو تقلل ذوبان O_2. وكما هو الحال مع بقية المنتجات الطبيعية فإن

الأنزيمات التى تعمل على فقدان اللون لها تأثير فى ثبات البيتالينات، وهذا التأثير يتوقف على درجة الحرارة، O_2، pH ـ وتوجد أدلة على تأثير هذه الأنزيمات فى فقدان اللون كما يظهر من دراسة فى أنسجة البنجر. ونشاط أنزيمات فقدان اللون يمكن توضيحه فى أنسجة البنجر تحت الخلوية subcellular المستخرجة من البنجر. وهذا النشاط يوجد بدرجة ملحوظة مركزة فى أنسجة البنجر ذات التركيز العالى فى الصبغة أى فى تلك الأجزاء من البنجر البعيدة من طبقات الأديم. ووجد أن الأنزيمات تنجذب إلى جدار الخلية. ويجب ملاحظة هذا النشاط الأنزيمى أثناء عمليات الاستخلاص والتنقيه والتركيز والتصنيع، وقد تستعمل الحرارة لمنع هذا الفعل الأنزيمى التى تعمل كعوامل مساعدة للتفاعل.

الاستخلاص والتنقية:

تنص بعض التشريعات الدولية على أن الحصول على مستحضرات بيتالينات تقتصر على عصير البنجر المركز الناتج من تركيز العصير لدرجة ٦٠ ـ ٦٥ ٪ تحت التفريغ من الكمية الأصليه للمواد الصلبة من مسحوق البنجر الناتج من التجفيف بالرزاز أو التركيز بالتجفيف التجميدى freeze drying. عادة يحصل على عصير البنجر بالعصير الهيدروليكى ثم ضغطها pressed وعصيرها للحصول على العصير بعد الترشيح، والكمية المتحصل عليها بالعمليات التقليدية من البيتالينات قد تصل إلى ٥٠ ٪ من البنجر ما لم تستعمل أنزيمات النقع macerating enzymes لتسهيل عملية العصير.

وقد أمكن الوصول إلى ١٠ ٪ عصير بنجر باستخدام (أجهزة) الانتشار المستمر continuous diffusion وحيث أن المنتجات التجاريه عادة تكون غير نقية فإنها تختلف فى ألوانها ـ وهذا يتوقف على نسبة الصبغات المستخلصة وغالبا ما يصاحبها نكهة أو رائحة البنجر وطعمه. واستخلاص وتنقية البيتالينات من المستخلص النباتى الخام تختلف حسب الغرض (إجراء تحليل نوعى أو وصفى أو كمى) وتستعمل طريقة التبادل الأيونى باستعمال الراتنجات الحامضية ـ وغالبا ما يستفاد من HPLC فى هذه الدراسات. نستخلص الصبغة الحمراء من البنجر بواسطة

الماء ـ كذلك يستعمل خليط من الماء والكلوروفورم والفورمالين مع إضافة كلوريد بنزالكونيوم benzalkoniam ويجرى غسيل الصبغة بخليط من الميثانول وحامض الفورميك (٣ + ٢). ويستعمل حامض الكبريتيك قوة (IN) للكشف عنها فى اللحوم.

ويلاحظ أنه يمكن تحويل البيتاتين الأحمر الأرجوانى فى البنجر إلى اللون الأصفر بالاختزال، ويمكن أكسدته إلى لون أحمر ببطء إذا ترك فى درجة حرارة الغرفة أو إذا كان الوسط شديد القلوية ـ كما يمكن استعمال PPO الموجودة فى الشاى فى تثبيت لون صبغات البنجر حيث أنها تعمل على تعطيل الفعل الانزيمى فى صبغات البنجر وتكوين معقدات ذات لون بنى (التفاعل الانزيمى فى أوراق الشاى الخضراء ذات اللون الأخضر).

الاستعمالات والإمكانيات المستقبلية:

يعود استعمال البيالينات كملونات للأغذية إلى أواخر القرن التاسع عشر عندما استعمل عصير نبات pokeberry الذى يحتوى على البيتانين لتلوين الخمر الحمراء الأكثر قبولا لدى بعض الناس ـ وقد منع هذا الإجراء بسبب التشريعات التى تنظم الغش فى الأغذية.

وفى التشريع الحالى يقتصر استعمال البيتالين كملون فى المركزات أو المسحوق المتحصل عليه من المستخلص المائى للبنجر مما يجعلها مصدرا اقتصاديا مناسبا والملونات التجارية للبنجر تحتوى على ٤ و ـ ١٪ من الصبغة محسوبه على أنها بيتانين وعلى ٨٠٪ سكر، ٨٪ رماد، ١٠٪ بروتين وتختلف الألوان فى مستحضرات البنجر حسب احتوائها على بيتاكسانتين الصفراء (أى أن اللون يختلف حسب صنف البنجر ونوعيته وعمره أثناء الحصاد وطريقة استخلاص الصبغة).

ويمكن أن تزداد كمية الصبغة فى ملونات البنجر الخام إذا أمكن تخفيف القيود (أو إلغاؤها) التى تحد من استعمال الصبغات النقية. ويمكن إجراء عمليات التنقية

على نطاق تجارى صناعى بالاستفاده من طرق الفصل اللونى ـ وقد استعملت لتنقية مستخلصات البنجر بالتخمر استعمال فطريات Asparagillus- niger,Candida utilis, Sacchuromyces oviformis مما ينتج عنه مستحضرات ذات ثبات أفضل وبدون نكهه ـ ومستحضرات البنجر الميكروبيولوجية النقية ميكروبيولوجيا أمكن استعمالها فى مستحضرات صيدلية ـ ويمكن خلط البنجر مع غيرها مثل الاناتو إلى الوصول إلى لون الفراوله.

إن دراسة العوامل التى تؤثر على ثبات اللون فى صبغة البنجر يمكن الاستفادة منها فى تلوين منتجات ذات عمر أطول أو التى تستعمل فى حالة جافة أو المحفوظة فى علب بوسائل تقلل تعرضها للضوء أو الرطوبة أو مفعول O_2 أو التعرض لحرارة عالية لمدد طويلة ـ وإذا احتاج الأمر إلى استعمال حرارة أثناء التصنيع يمكن تقليل تحلل الصبغات بإضافة مواد ملونة بعد الانتهاء من استعمال الحرارة بوقت قصير من انتهاء العملية. وتستعمل ملونات البنجر فى الكاندى الجاف واللبان ومنتجات الألبان ـ الزبادى والمثلجات. والسلطات والحلويات ـ الكيك ـ الكحك ـ الرقائق ـ بدائل اللحوم ـ الأشربة الخفيفة.