وقد اكتشف Izhar (١٩٩٧) سلالة من الفراولة – أطلق عليها "تحت قصيرة النهار" infra short day – يتهيأ فيها الإزهار استجابة لفترة إضاءة طويلة نسبيًّا تتراوح بين ١٣,٥، و ١٤ ساعة مع بداية تناقص طول النهار فى نهاية فصل الصيف، بينما تتعرض أثناءها لحرارة ليل تتراوح بين ١٠، و ٢٦°م؛ بما يعنى أنها ليست لها احتياجات برودة لتكوين الأزهار. وتحت هذه الظروف من الحرارة والفترة الضوئية لم تتكون مبادئ الأزهار فى الأصناف التى تصنف على أنها قصيرة النهار، وكذلك فى تلك التى تصنف على أنها محايدة للفترة الضوئية وبذا .. فإن هذا الطراز الجديد يمكنه الإثمار مبكرًا فى الخريف عن أى من الأصناف القصيرة النهار التقليدية.

كذلك يتأثر النمو الخضرى بالفترة الضوئية؛ فتزداد المساحة الورقية، وطول أعناق الأوراق، وإنتاج المدادات بزيادة الفترة الضوئية، وبينما لا يعرف على وجه التحديد ما إذا كان تأثير الفترة الضوئية الطويلة على النمو الورقى مرده إلى الفترة الضوئية ذاتها، أم إلى زيادة البناء الضوئى خلال الفترة الضوئية الطويلة .. فإن إنتاج المدادات يكون استجابة للفترة الضوئية الطويلة وليس لأى تأثير للبناء الضوئى (Darnell & Hancock ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجى للتفاعل بين درجة الحرارة والفترة الضوئية

تعد درجة الحرارة من أهم العوامل التى تؤثر فى استجابة النباتات للفترة الضوئية عند إزهارها. ففى كثير من الأصناف القصيرة النهار يمكن أن تلغى الحرارة المنخفضة الحاجة للفترة الضوئية القصيرة. وعمومًا .. نجد أنه مع انخفاض درجة الحرارة يزداد طول الفترة الضوئية الحرجة التى تلزم للتهيئة للإزهار. وفى حرارة تتراوح بين ١٢، و ١٥°م يمكن أن يحدث التهيؤ فى إضاءة مستمرة (لمدة ٢٤ ساعة يوميًّا) فى بعض الأصناف (عن Darnell & Hancock ١٩٩٦).

وكما أسلفنا .. فإن أصناف الفراولة التى تزهر فى النهار القصير تصنف على أنها اختيارية النهار القصير facultative short-day؛ ذلك لأن تكوين كلا من مبادئ الأزهار والمدادات يعتمد على كل من الفترة الضوئية ودرجة الحرارة. فالحرارة تحفز الإزهار على حساب تكوين المدادات.

وفى الأصناف القصيرة النهار تتهيأ النباتات للإزهار فى إضاءة مدتها ١٢ ساعة على حرارة ١٨°م، بينما تتجه نحو تكوين المدادات فى إضاءة مدتها ١٦ ساعة على حرارة ٢٤°م (عن Kahangi وآخرين ١٩٩٢).

وفى حرارة ١٥°م يلزم نهار قصير لا يزيد عن ١٠ ساعات للتهيئة للإزهار، ولكن فى الحرارة الأقل تتكون مبادئ الأزهار فى فترات ضوئية أطول. وقد تراوحت الفترة الضوئية الحرجة فى مختلف الدراسات بين ١١، و ١٦ ساعة، بينما تراوحت درجة الحرارة الحرجة بين ٩، و ٢١°م (عن Miere وآخرين ١٩٩٦، و Sonsteby & Nes ١٩٩٨).

وفى دراسة أجريت على أربعة أصناف من الفراولة .. كانت الظروف المثلى لإزهار الصنفين كورونا Korona، وإلسانتا Elsanta هى حرارة ١٥°م مع ٢٤ دورة من الفترة الضوئية القصيرة (٨ ساعات ضوء، و ١٦ ساعة ظلام). وبالمقارنة استجاب الصنف بونتى Bounty بدرجة أكبر لدرجة الحرارة، حيث أزهر فى حرارة ٩، و ١٥°م أيًّا كان عدد دورات الفترة الضوئية القصيرة، بينما لم يتأثر إزهار الصنف سنجا سنجانا Senga Sengana بأى من درجات الحرارة أو عدد دورات الفترة الضوئية القصيرة (Sonsteby ١٩٩٨).

ووجد أن معاملة شتلات "السدادات" (plug transplants) من صنف الفراولة سويت تشارلى بالحرارة المعتدلة (٢١°م نهارًا مع ٢١°م ليلاً) والنهار القصير (٩ ساعات) لمدة أسبوع، ثم بالحرارة المنخفضة (٢١°م نهارًا مع ١٢°م ليلاً) والنهار القصير (٩ ساعات) لمدة أسبوع آخر .. أدت هذه المعاملة إلى زيادة الإثمار فى شهرى يناير وفبراير عما فى حالة عدم إعطاء المعاملة، إلا أن الفرق بين المعاملتين لم يكن معنويًّا فى شهرى مارس وأبريل (Durner ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت على صنف الفراولة الدائم الحمل سمر برى Summerberry اختلفت استجابة النباتات للفترة الضوئية حسب درجة الحرارة. ففى حرارة ٣٠°م نهارًا مع ٣٠°م ليلاً ثبط النهار القصير تكوين الأزهار، بينما أدى النهار الطويل إلى زيادة عدد الأزهار المتكونة حتى ١٠ أسابيع بعد بداية المعاملة. وفى نظام حرارى ٢٠°م نهارًا مع

١٥°م ليلاً، أو ٢٥°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً ازدادت أعداد الأزهار المتكونة فى النهار الطويل (٢٤ ساعة إضاءة) عما فى النهار القصير (٨ ساعات إضاءة). وفى نظام حرارى ٢٠°م نهارًا مع ١٥°م لم تؤثر الفترة الضوئية على تكوين الأزهار (Nishiyama وآخرون ١٩٩٨). وفى حرارة ٣٠°م نهارًا مع ٢٥°م ليلاً توقف الإزهار فى نهار طوله ٨ ساعات. ويستدل من هذه النتائج على أن صنف الفراولة سمر برى يعد طويل النهار كميًّا quantitative long-day فى نظام حرارى ٢٠°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً، و ٢٥°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً، ولكنه طويل النهار نوعيًّا qualitative long-day فى نظام حرارى ٣٠°م نهارًا مع ٢٥°م ليلاً (Nishiyama وآخرون ١٩٩٩).

النمو والتطور

السكون

تصل نباتات الفراولة فى المناطق الشديدة البرودة شتاء إلى حالة سكون فى بداية فصل الشتاء، بعدما يقل معدل تكوين مبادئ الأزهار والأوراق إلى مستوى منخفض. وتلك حالة من السكون المفروض على النبات imposed بفعل العوامل البيئية ecodormency. وهذه النباتات يمكنها استعادة نموها إذا ما نقلت إلى بيئة مناسبة لذلك. هذا .. إلا أن نمو هذه النباتات لا يكون قويًّا إلا إذا كانت قد حصلت على احتياجاتها من البرودة؛ مما يعنى وجد سكون حقيقى إضافى داخلى endodormancy.

يزداد تراكم النشا فى جذور الفراولة خلال فصل الخريف (فى المناطق الشديدة البرودة شتاء)، ويتناسب معدل هذا التراكم سلبيًّا مع درجة الحرارة، أى أن تركيز النشا فى الجذور يتحدد بدرجة الحرارة، ومن ثم لا يمكن الاعتداد بهذا العامل كدليل على بداية السكون الداخلى (Miere وآخرون ١٩٩٦).

هذا .. ويستخدم مخزون الجذور من المواد الكربوهيدراتية فى أصناف الفراولة القصيرة النهار – أساسًا – فى تكوين النموات الجديدة من النورات الزهرية والأوراق، ولا يسهم هذا المخزون فى نمو الثمار أو نضجها لأنه يكون قد انخفض إلى مستوى متدن بحلول تلك المرحلة من النمو (Nishizawa & Shishido ١٩٩٨، و Nishizawa وآخرون ١٩٩٨).