اكتسابها لونًا أسود وموتها، ويتبع ذلك إصابة وموت الجذور الأولية (عن Fort & Shaw ٢٠٠٠).

تأثير الميكوريزا

أدى تلقيح جذور شتلات الفراولة بفطريات الميكوريزا *Glomus macrocarpum*، و *G. versiforme* إلى زيادة المحصول عما فى النباتات التى لم تلقح، وذلك فى الجزء الأخير من موسم الحصاد، ولكن اختلفت كثيرًا أصناف الفراولة فى استجابتها لمختلف أنواع وسلالات الميكوريزا (Chávez & Ferrara-Cerrato ١٩٩٠).

كذلك أدت معاملة نباتات الفراولة بفطر الميكوريزا *Glomus intraradices* إلى إحداث زيادة جوهرية فى كل من: ارتفاع النبات، والمساحة الورقية، وعدد الأوراق تناسبت طرديًا مع الزيادة فى عدد جراثيم الفطر التى لقحت بها النباتات من ٧٥٠ إلى ١٢٠٠٠ جرثومة/نبات، وكان الحد الأدنى المستعمل كافيًا لإحداث تأثير إيجابى على النمو النباتى (Silva وآخرون ١٩٩٦).

أهمية الهرمونات الطبيعية ومعاملات منظمات النمو فى عقد الثمار ونموها

يظهر الأوكسين الحر فى الثمار الحقيقية للفراولة بعد ٤ أيام من تفتح الزهرة، وتظهر كميات بسيطة منه فى التخت الزهرى بعد ٧ أيام أخرى، ويصل إلى أعلى تركيز له فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى قبل مرحلة التلون الأبيض للثمرة، وبعد ذلك ينخفض – تدريجيًا – مستوى الأوكسين الحر فى التخت الزهرى، ثم فى البذور الحقيقية، وذلك مع بدء تلون الثمرة باللون الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

وقد وجد Nitsch أن إزالة أمتعة الأزهار (أو الثمار الفقيرة) فى أى مرحلة – قبل أن تكمل تكوينها – أدى إلى وقف نمو التخت الزهرى، بينما أدت إزالة بعضها فقط إلى إنتاج ثمار مشوهة، حيث لم يستمر نمو التخت الزهرى إلا فى الأجزاء المحيطة بالثمار الفقيرة المتبقية فقط. ويتناسب وزن الجزء اللحمى (الثمرة المأكولة) مع عدد الثمار الفقيرة الموجودة به.

ويمكن أن تحل المعاملة ببعض منظمات النمو محل البويضات المخصبة فى تنشيط نمو التخت الزهرى، مثل المعاملة بأى من نفثوكسى حامض الخليك naphthoxyacetic acid، أو إندول حامض البيوتريك indolebutyric acid فى اللانولين. فعندما سمح للأزهار بالتلقيح والإخصاب الطبيعيين، ثم بعد ٩ أيام أزيلت الثمار الفقيرة التى كانت فى بداية تكوينها، أدت المعاملة بأى من هذين الأوكسينين الصناعيين إلى استمرار نمو التخت الزهرى بصورة طبيعية، ولكن تطلب الأمر استعمال تركيز عالٍ قدره ١٠٠ جزء فى المليون من منظم النمو (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

كذلك أدى رش نورات الفراولة فى السلالات الأنثوية بإندول حامض الخليك بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٥، و ٠,١٪ إلى نمو مبايض الأزهار (الثمار الفقيرة achens) بصورة طبيعية، ولكنها كانت خالية من البذور، كذلك أدى الرش بتركيز ٠,٠٥٪ أو ٠,١٪ من هذا الهرمون إلى نمو التخت الزهرى فى بعض الأزهار بصورة طبيعية وتكوين ثمار ناضجة طبيعية المظهر، إلا انه لم تتكون أبدًا بهذه الطريقة أكثر من ثمرة واحدة بكل نورة.

كما تمكن Nitsch (١٩٦٢) من الحصول على عقد جيد للثمار فى إحدى سلالات الفراولة الأنثوية بمعاملتها وقت تفتح الأزهار بمنظم النمو 1-napthaleneacetamide بتركيز ٠,٠١ مولار، وقد كانت الثمار المنتجة مكتملة النمو وبكرية.

ووُجِدَ أن معاملة قمة تخت أزهار الفراولة غير الملقحة بنفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠$^{-٣}$ مولار + ٢٪ دايمثيل سلفوكسيد dimethylsulfoxide فى اللانولين أدت إلى تحفيز استطالة التخت الزهرى، وإنتاج ثمرة مكتملة الحجم (Southwick & Poovaiah ١٩٨٧).

هذا .. ولا تحفز المعاملة بحامض الجبريلليك نمو التخت الزهرى – إذا ما أزيلت الثمار الحقيقية – مثلما تفعل المعاملة بالأوكسين، حيث يقتصر تأثير الجبريللين على تحفيز نمو الجزء القاعدى فقط من التخت الزهرى (منطقة الرقبة neck region)؛ مما يؤدى إلى تشوه شكل الثمرة.

وعلى الرغم من أن المعاملة بأى من الجبريللين أو السيتوكينين لا تؤثر على نمو

التخت الزهرى، فقد أمكن رصد نشاطهما فى ثمار الفراولة بعد ٧ أيام من تفتح الزهـرة، وخاصة فى الثمار الحقيقية، وبعد ذلك انخفض تركيز السيتوكينين بشدة فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وبقى تركيزه منخفضًا إلى حين نضج الثمرة، بينما كان تركيز الجبريللين منخفضًا فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وازداد انخفاضه فيهما اثناء اكتمال الثمرة لنضجها (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

التركيب التشريحى للثمرة

تنغمس قواعد الثمار الفقيرة achens – وهى الثمار الحقيقية – فى التخت الزهرى المتشحم – وهو الجزء المأكول – وتتصل به وبطبقة البشرة بواسطة خيوط وعائية ليفية. وتنضج الثمار الحقيقية قبل نضج الثمرة المتجمعة (ثمرة الفراولة المأكولة) بعدة أيام. ويمكن أن تحتوى الثمرى المتجمعة الواحدة على ما بين ٥٠ إلى ٥٠٠ ثمرة فقيرة.

تتكون الثمرة المتجمعة من نخاع لحمى على شكل أسطوانة مركزية، يليه حلقة من الحزم الوعائية التى تتفرع خارجيًا نحو الثمار الفقيرة، ثم قشرة لحمية خارج حلقة الحزم الوعائية، تتكون من خلايا برانشيمية، وتنتهى القشرة بخلايا البشرة، وهى تتكون من طبقة واحدة أو طبقتين من الخلايا، وتغطى بطبقة شمعية رقيقة، ويوجد بها بعض الثغور وقليلاً من الشعيرات، وتتصل البشرة اتصالاً سطحيًا بالبذور. ويوجد النسيج الميرستيمى تحت البشرة، ولا توجد به مسافات بين الخلايا. ويستمر الانقسام الخلوى فى هذا النسيج بعد توقف خلايا النخاع والبشرة عن الانقسام.

يزداد عدد الحزم الوعائية بزيادة حجم الثمرة، وهى تنقل الماء والغذاء من عنق الزهرة إلى لحم الثمرة والبذور. وتتكون الحزم من خلايا أطول من خلايا اللحم وأكثر تحملاً عنها؛ مما يجعل الثمرة متماسكة وصلبة. وتجدر الإشارة إلى أنه فى برامج التربية يتم التخلص من النباتات التى تكون ثمارها ذات حزم ضعيفة جدًا أو قوية جدًا.

وتكون جدر خلايا القشرة أقل سمكًا من جدر خلايا النخاع، كما تزداد فى الحجم بسرعة تبلغ ضعف سرعة خلايا النخاع. ويوجد عادة تدرجًا فى حجم الخلية من

الحجم الصغير بالقرب من الحافة إلى خلايا أكبر نحو الداخل (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

وتتكون الثمرة الفقيرة achene من بذرة واحدة يلتصق بها الجدار الثمرى، وهو يتكون من نسيج المبيض الذى تتكون فيه البذرة. والثمرة الفقيرة بيضوية الشكل ovate يبلغ طولها حوالى ملليمتر واحد، ووزنها حوالى ٥١ مجم، ويوجد بسطحها بعض الثغور. وتتكون الثمرة الحقيقية الناضجة من طبقة بيريكارب صلب وسميك نسبيًّا، وقصرة رقيقة، وإندوسيرم يتكون من طبقة واحدة من الخلايا. وجنين صغير، ويكتمل تكوين الجنين فى خلال ١٠ أيام من تفتح الزهرة وإخصاب البويضة.

صفات الجودة

حجم الثمرة

نمو الثمرة فى الحجم

يكون منحنى نمو ثمار الفراولة زيجموىدى sigmoidal، ويتميز بالبطء فى البداية، يتبعه مرحلة من النمو السريع exponential، ثم مرحلة نمو متباطئ. وتحدث الزيادة الكبيرة فى نمو الثمرة بعد نضج أجنة البذور.

وتقسم مراحل نمو الثمرة – عادة – إلى: صغيرة خضراء، وكبيرة خضراء، وبيضاء، ووردية، وحمراء أو ناضجة. ولا تصل الثمرة إلى أقصى وزن، وطول، وقطر لها إلا فى مرحلة النضج الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

تزداد ثمار الفراولة فى الحجم تدريجيًّا أثناء تكوينها وتلوينها، وتتراوح الزيادة فى الحجم من مرحلة ربع التلوين إلى مرحلة التلوين الكامل بين ٢٣٪، و ٥٧٪ حسب الصنف وعوامل أخرى، بينما تبلغ الزيادة بين ¾ تلوين والتلوين الكامل ١٢–٢٣٪.

وتستمر ثمرة الفراولة فى النمو حتى تمام نضجها، ويستغرق ذلك حوالى ٣٠ يومًا. ولكن يختلف المدى من ٢٠ يومًا فى الظروف المثالية إلى ٦٠ يومًا عندما يكون النضج فى الجو البارد.