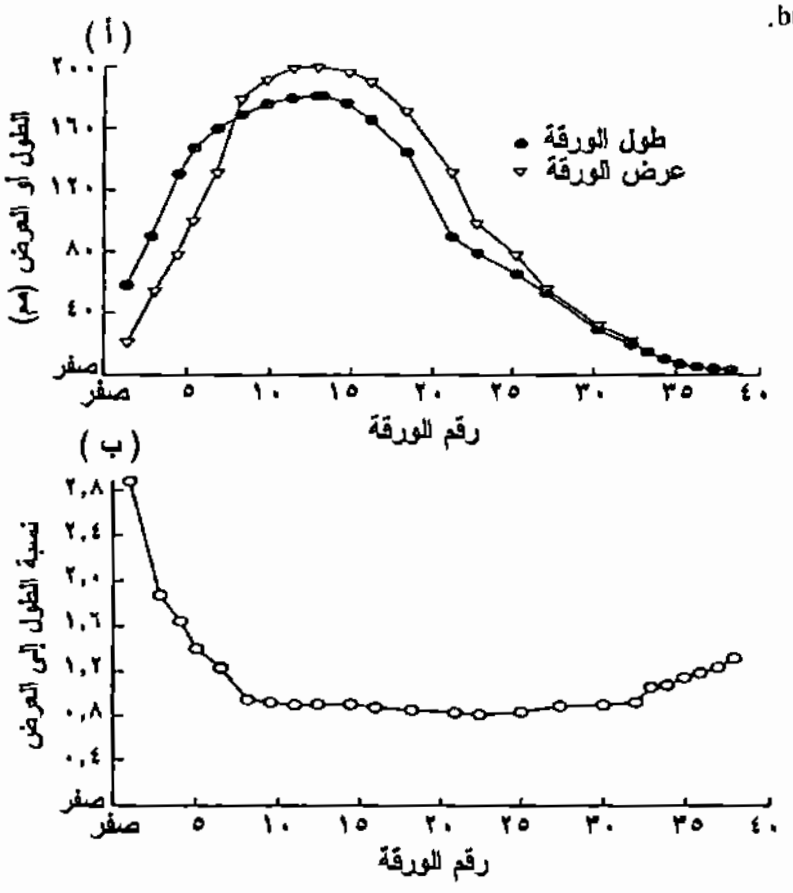
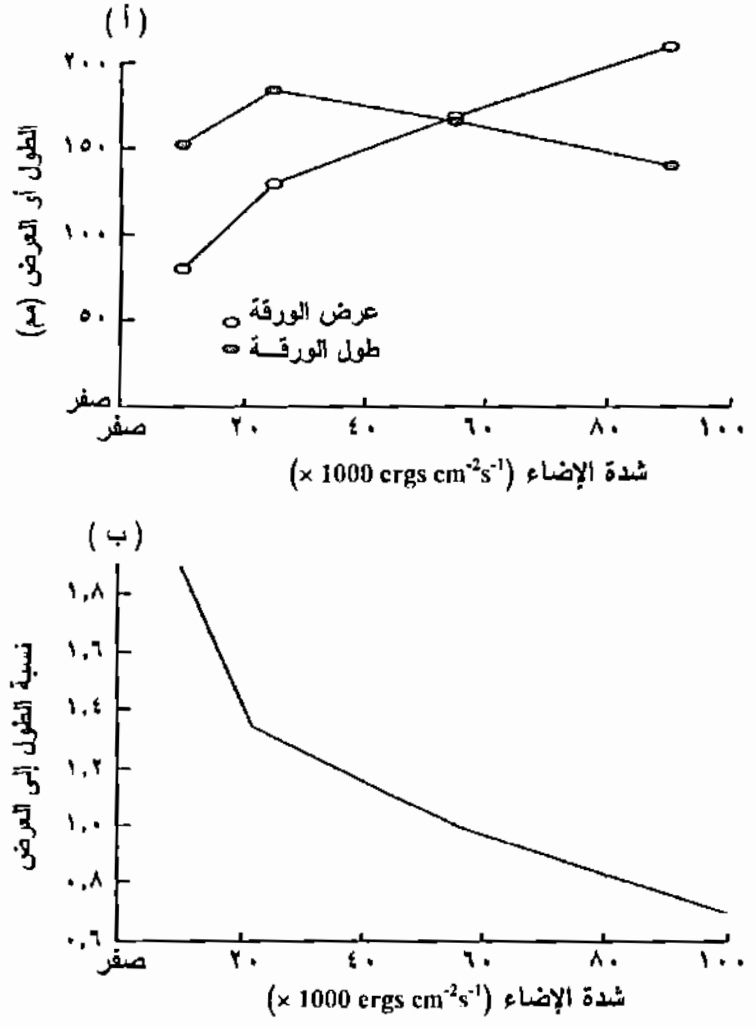
ولا أى ميل قوى لها للالتفاف نحو الداخل فى طراز خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى butterhead.



شكل (٣-١): العلاقة بين رقم ورقة الخس على النبات وكلا من: (أ) طول وعرض الورقة، و (ب) نسبة طول الورقة إلى عرضها.

الإزهار والإزهار المبكر

يحدث الإزهار المبكر Premature Seeding حينما تتجه النباتات نحو الإزهار Flowering، قبل أن تكون رؤوسًا اقتصادية؛ أى قبل أن تستكمل النباتات نموها فى موسم النمو الذى يزرع من أجله المحصول. أما الإزهار المرغوب .. فهو الذى يحدث فى موسم النمو الثانى فى حقول إنتاج البذور. وكلتاهما ظاهرة فسيولوجية واحدة، تتحول فيها النباتات من النمو الخضرى إلى النمو الزهرى.



شكل (٣-٢): العلاقة بين شدة الإضاءة وكلا من (أ) طول وعرض ورقة الخس، و (ب) نسبة طول الورقة إلى عرضها (عن Wien ١٩٩٧)

على الرغم من أن تكوين مبادئ الأزهار يحدث فى مرحلة مبكرة من النمو النباتى، فإن تطور النمو الزهرى يحدث فى المراحل المتأخرة من النمو الخضرى، حيث تبدأ الساق فى الاستطالة، ويبرز من قمة النمو الورقى المتورد أو من الرأس. وقد تمنع الرأس المتماسكة فى خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة خروج الساق منها؛ فتنمو ملتفة دائريًا داخل الرأس إلى أن تجد طريقها نحو الخارج. وتتم - عادة - مساعدة الشمراخ الزهرى على الخروج من الرأس بالطرق الميكانيكية عند الإنتاج التجارى للبذور.

ومع استطالة الساق تتكون زهرة قمية تحد من الطول النهائى للنبات، ويلى ذلك تفرع الساق لتكون أزهارًا من المستوى الثانى secondary والثالث tertiary.

وتحدث استطالة الساق – عادة – استجابة للفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية. ونجد أن الفترة الضوئية الطويلة هى التى تتسبب فى بداية عملية الاستطالة فى بعض الأصناف، بينما نجد أن بعض الأصناف الأخرى تكون محايدة – تقريبًا – للفترة الضوئية. هذا فى الوقت الذى تُسرع فيه الحرارة العالية عملية الاستطالة؛ مما يجعل الإزهار أكثر تبكيرًا.

وقد بينت دراسات Thompson & Knott عام ١٩٣٣ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) أن الحرارة المرتفعة التى تصل إلى ٢٧°م تعتبر أهم العوامل التى تدفع نبات الخس إلى الاتجاه نحو النمو الزهرى. كما تبين من دراسات Rappaport & Wittwer عام ١٩٥٦ (عن Piringer ١٩٦٢) أن كلاً من معاملات ارتباع البذور Seed Vernalization، والحرارة العالية، والفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى سرعة اتجاه النباتات نحو الإزهار، مع اختلاف الأصناف فى استجابتها. ففى الصنف جريت ليكس .. كان الإزهار سريعًا عندما عرضت النباتات لفترة ضوئية طويلة (١٦ ساعة)، بينما تأخر الإزهار فى الفترة الضوئية القصيرة (٩ ساعات). وفى الصنف بب Bibb تهيأت النباتات للإزهار فى الفترة الضوئية الطويلة، لكن الليل الدافئ كان ضروريًّا لنمو الشمراخ الزهرى. وفى الصنف جراند رابيدز .. أزهرت النباتات فى أى من حالتى النهار الطويل، أو الليل الدافئ. كما تبين من دراستهما على الصنف جريت ليكس أن ارتباع البذور، ثم تعريض النباتات لدرجة حرارة ليل مقدارها ١٨°م يؤدى إلى سرعة نمو الشمراخ الزهرى قبل أن تكوِّن النباتات رؤوسًا اقتصادية. ومن الثابت الآن أن تعريض بذور الخس – وهى متشربة بالماء – لدرجة حرارة مقدارها ٤°م لمدة أربعة أسابيع يسرع من إزهار النباتات بما مقداره ٢–٣ أسابيع، وتزداد سرعة اتجاه النباتات نحو الإزهار بزيادة فترة تعريض البذور للحرارة المنخفضة.

وقد أوضحت الدراسات وجود ثلاثة فئات من الأصناف فيما يتعلق بالاستجابة للفترة الضوئية، كما يلى:

١ – تعتبر الأصناف الأمريكية من طراز خس الرؤوس ذات الأوراق المتقصفة قليلة

الاستجابة للفترة الضوئية بين ١٠، و ١٣ ساعة، ولكنها حساسة لفترات الإضاءة الأطول من ذلك.

٢ - تُظهر الأصناف الأوروبية من طراز خس الرؤوس ذات الملمس الدهنى نقصًا خطيًّا فى عدد الأيام حتى الإزهار مع كل زيادة فى مدة الفترة الضوئية.

٣ - مجموعة الأصناف المبكرة الإزهار والتى تعد محايدة للفترة الضوئية.

ونجد تحت الظروف الحرارية المثلى لتكوين الرؤوس (وهى حرارة ١٩°م نهارًا مع ١١°م ليلاً) أن الإزهار يتأخر بسبب كل من تكوين الرأس (الذى تشكل عائقًا فيزيائيًّا أمام نمو الساق)، وتثبيط النمو النباتى.

ويمكن إرجاع الإزهار المبكر فى الحرارة العالية - ببساطة - إلى زيادة معدل النمو النباتى (عن Wien ١٩٩٧).

وقد أظهرت دراسات Rousos (١٩٨٨) استجابة صنفين من الخس - فى إزهارهما - كميًّا للفترة الضوئية بزيادتها من ٨ إلى ١٢ ساعة، كما لم يمكن دفع النباتات التى كانت نامية فى إضاءة ٨ ساعات يوميًّا مع حرارة ٢٠°م نهارًا، و ١٧°م ليلاً - لم يمكن دفعها للإزهار برفع درجة الحرارة إلى ٣٥°م نهارًا مع ٣٢°م ليلاً لمدة ثلاثة أيام متتالية.

وبينما لم تحدث استطالة لساق النبات فى حرارة نمو مقدارها ١٠°م، فإنها ازدادت سرعة بارتفاع درجة حرارة النمو إلى ١٥,٥°م، ثم إلى ١٨°م، و ٢١°م، هذا بينما تأخر الإزهار عندما كانت حرارة الجذور منخفضة. وقد كان لكل من الارتباع، والنهار الطويل، والحرارة العالية تأثيرًا متجمعًا على الإسراع باستطالة الساق. كذلك وجد أن الحرارة المنخفضة كان لها تأثير الارتباع عندما تعرضت لها البذور وهى مازالت محمولة على النبات الأم قبل حصادها؛ فقد أدى تعرضها - قبل الحصاد لحرارة ٥ أو ١٠°م - إلى زيادة نسبة الحنبطة - بعد زراعتها - مقارنة بالوضع عندما تعرضت لحرارة ١٥°م.

ويمكن أن تتأثر بداية عملية الإزهار بالارتباع؛ فيؤدى تعريض البادرات الصغيرة النابتة لحرارة منخفضة أعلى قليلاً من درجة التجمد إلى التبكير باستطالة الساق. كذلك وجد أن تعريض البذور المتشربة بالماء لحرارة ٤-٥°م لمدة ١٣ يومًا، أو تعريض البادرات التى يقل عمرها عن ٣ أيام للحرارة ذاتها إلى الإسراع بعملية استطالة الساق.

وتوجد اختلافات كبيرة بين أصناف الخس فى حساسيتها لعملية ارتباع البذور، علمًا بأن غالبية الأصناف ليست حساسة لها. ونجد فى النوع البرى *L. serriola* – الذى تستجيب بذوره لعملية الارتباع – أن تعريض البذور لحرارة عالية يزيل أثر الارتباع طالما أن البذور لم تباشر بعد بالإنبات، ولكن لا تعرف مثل هذه الاستجابة – التى يطلق عليها اسم devernalization – فى الأصناف التجارية.

وجدير بالذكر أنه فى الحالات القليلة التى استجابت فيها البذور لمعاملة الارتباع أثناء تكوينها (وهى مازالت على النبات) .. أدت المعاملة – كذلك – إلى خفض نسبة إنبات البذور وسرعته، وزيادة حساسية البذور للحرارة العالية أثناء إنباتها.

ولكل من طول الفترة الضوئية، والارتباع، والحرارة العالية تأثيرات إضافية على إزهار الخس؛ فقد أدى نمو النباتات على حرارة ٢١°م ليلاً مع فترة إضاءة مقدارها ١٦ ساعة بعد ارتباع البذور إلى إزهار النباتات بعد ١٣٥ يومًا من زراعتها، بينما لزم مرور ١٨٨ يومًا لإزهار النباتات التى نمت فى حرارة ليل منخفضة وفترة إضاءة قصيرة مع عدم ارتباع البذور (عن Wien ١٩٩٧).

وللمعاملة بالجبريللينات تأثير مماثل على إزهار الخس، فقد تبيّن من دراسات Wittwer & Bukovac (١٩٦٢) التى عاملا فيها نباتات الخس بعدد من الجبريللينات، بمعدل ٠,٠٩ ميكرومول لكل نبات ما يلى:

الجبريللين	طول الشماريخ الزهرى (سم)	النباتات المزهرة (%)
GA_1	٤٢	١٠٠
GA_2	صفر	١٠
GA_3	٦٦	١٠٠
GA_4	٢٤	٤٠
GA_5	٩	٣٠
GA_6	صفر	صفر
GA_7	٢٢	٧٠
GA_8	صفر	صفر
GA_9	٩	٣٠
القارنة	صفر	صفر

يتضح من هذه الدراسة أن حامض الجبريلليك (GA_3) كان أكثرها تأثيرًا على الإزهار واستطالة الشماريخ الزهرية. ولم يكن لأى من GA_2، و GA_6، و GA_8 أى تأثير على الإزهار وتجدر الإشارة إلى أن معاملة الجبريللين تؤدى إلى استطالة سيقان الخس قبل أن تتكون أصول البراعم الزهرية. ويحدث ذلك سواء أكانت درجة الحرارة منخفضة (١٣°م)، أم مناسبة للنمو (١٨-٢١°م)، وسواء أكانت الفترة الضوئية قصيرة (٩ ساعات)، أم طويلة (١٨ ساعة).

وتأكيدًا لما أسلفنا بيانه .. أمكن دفع نباتات الصنف جريت ليكس للإزهار فى إضاءة ٩ ساعات وحرارة ١٠-١٣°م لدى معاملته فى مرحلة نمو الورقة الثامنة إلى العاشرة بحامض الجبريلليك بمعدل ٢٠ ميكروجرامًا/نبات. كذلك كان لحامض الجبريلليك تأثيرًا إضافيًا على الإزهار عندما عوملت به النباتات فى إضاءة أطول حتى ١٨ ساعة وحرارة أعلى حتى ٢١°م. ظهر هذا التأثير على صورة زيادة فى كل من نسبة النباتات التى أزهرت، وسرعة الإزهار، وطول الشماريخ الزهرى (عن Ryder ١٩٩٩).

العوامل المؤثرة فى محتوى الخس من بعض المكونات الغذائية

وجد أن محتوى أوراق الخس من حامض الأسكوربيك، والسكريات، والكلوروفيل يزداد نهارًا عنه ليلاً (عن Etoh ١٩٩٤).

كما وجد أن محتوى خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة من حامض الأسكوربيك ينخفض مع تقدم النباتات فى العمر عند الحصاد (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

كذلك انخفض محتوى حامض الأسكوربيك فى ١٠ من أصناف الزراعات المحمية لخس الرؤوس ذات الملمس الدهنى بنسبة ٥١٪ بين مرحلتى بداية تكوين الرؤوس واكتمال تكوينها، بينما ازدادت السكريات المختزلة خلال الفترة ذاتها بنسبة ٤٤٪ (Drews وآخرون ١٩٩٦).

وانخفض كذلك محتوى أوراق الخس من كل من المادة الجافة، والسكريات (الجلوكوز والفراكتوز)، وحامض الأسكوربيك بزيادة مستوى التسميد الآزوتى من ٥٠ إلى