صلابة ، والتأخير بها يجعلها عديمة الجدوى . ويكون أفضل وقت للمعاملة عندما تتدلى نحو ٥٠ ٪ من أوراق النبات ، كما لا تكون المعاملة فعالة إلا إذا وصل منظم النمو إلى الأنسجة الخضراء فى الورقة ؛ حيث ينتقل منها إلى الأنسجة الميرستيمية فى البصلة . لتحدث التأثير المطلوب (Thompson & Kelly ١٩٥٧) .

فسيولوجيا البصل

تكوين الأبصال

يبدأ تكوين الأبصال بتشحم قواعد الأوراق لمسافة قصيرة أعلى الساق القرصية ؛ نتيجة لتخزين الغذاء فيها . ويصاحب ذلك تكوين أوراق جديدة فى مركز البصلة ، إلا أن هذه الأوراق تتشحم ، وتصبح أوراق تخزين فقط ؛ وذلك لأن أنصالها لا تظهر من البصلة ، وقد تنمو البراعم الجانبية لتكون ما تعرف بالأبصال المزدوجة .

ويتأثر تكوين الأبصال بالعوامل التالية :

١ – الفترة الضوئية :

تتراوح الفترة الضوئية الحرجة لتكوين الأبصال من ١١ ساعة فى الأصناف المبكرة إلى ١٦ ساعة فى الأصناف المتأخرة ، ولكن جميع أصناف البصل تعد من نباتات النهار الطويل بالنسبة لتكوين الأبصال ؛ لأنها لا تكون أبصالا إذا زاد طول الليل على حد معين .

وإذا لم تتعرض نباتات البصل للحد الأدنى من الفترة الضوئية الحرجة .. فإنها تستمر فى النمو الخضرى دون أن تكون أبصالاً ، ويستفاد من هذه الظاهرة فى إنتاج البصل الأخضر بزراعة الأصناف التى تحتاج إلى نهار طويل ؛ لتكوين الأبصال فى مناطق لا تتوفر فيها احتياجاتها من الفترة الضوئية . وعلى العكس من ذلك .. نجد أن تعريض نباتات البصل – فى وقت مبكر من نموها – لفترة ضوئية أطول من الفترة الحرجة اللازمة لتكوين الأبصال – يدفعها إلى تكوين الأبصال مبكراً قبل أن تكون النباتات مجموعاً خضرياً قوياً ؛ ويؤدى ذلك إلى تكوين أبصال صغيرة . ويستفاد من ذلك فى إنتاج أبصال التخليل ؛ حيث تزرع الأصناف التى يمكنها تكوين الأبصال – فى النهار القصير نسبياً – فى مناطق ذات نهار أطول من الاحتياجات الضوئية لهذه الأصناف .

وتعد الأوراق الصغيرة النامية العضو النباتى الذى يستقبل تأثير الفترة الضوئية المهيئة للإزهار .

٢ – شدة الإضاءة :

يؤدى نقص شدة الإضاءة إلى تأخير تكوين الأبصال ، وقد تعوض الإضاءة القوية النقص فى طول الفترة الضوئية ، كما قد تعوض الفترة الضوئية الطويلة الانخفاض فى شدة الإضاءة ، ولكن ذلك يتم فى نطاق محدود ؛ حيث لا يمكن أن تتكون الأبصال إذا نقصت الفترة الضوئية كثيراً عن الفترة الحرجة مهما ازدادت شدة الإضاءة .

٣ – درجة الحرارة :

يؤدى الانخفاض فى درجة الحرارة إلى تأخير تكوين الأبصال ، وقد يصل التأخير إلى ٣ – ٤ أسابيع ، بينما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى تكوين الأبصال قبل أن تكون نمواً خضرياً جيداً ؛ وبذا .. تتكون أبصال صغيرة الحجم . ويتراوح المجال الحرارى الملائم لتكوين الأبصال من ١٦ – ٢٦ °م (عن Pringer ١٩٦٢) .

٤ – عمر النبات :

تزداد سرعة تكوين الأبصال بزيادة عمر النبات . ويعد عمر النبات – وليس المسطح الورقى – العامل المؤثر فى استجابة النبات للفترة الضوئية الطويلة (Sobeih & Wright ١٩٨٦) .

٥ – حجم النبات :

يوجد حد أدنى للنمو النباتى الذى يمكن أن يبدأ معه تكوين الأبصال عند توفر الظروف المناسبة من فترة ضوئية ودرجة حرارة . وكلما ازداد حجم النبات عند بداية تكوين الأبصال ازداد حجم البصلة المتكونة ؛ فالنباتات النامية من بصيلات كبيرة أشد تبكيراً فى بدء تكوين الأبصال من النباتات النامية من بصيلات أصغر . وبصفة عامة .. نجد أن النباتات الناتجة من زراعة بصيلات تكون أسرع فى تكوين الأبصال من تلك التى تنتج من زراعة شتلات ، وهذه بدورها تكون أسرع فى تكوين الأبصال من تلك التى تنتج من زراعة البذور مباشرة .

٦ – معاملات منظمات النمو :

أوضحت دراسات Levy & Kedar (١٩٧٠) أن معاملة نباتات البصل – مرة ، أو عدة

مرات – بالإثيفون Ethephon بتركيزات تراوحت من ٥٠٠ – ١٠٠٠٠جزء فى المليون أدت إلى تبكير إنتاج الأبصال ، وزيادة سرعة التبصيل فى فترات ضوئية أقل من الفترات الحرجة لتكوين الأبصال فى جميع الأصناف التى درست ، سواء أكانت مبكرة ، أم متوسطة ، أم متأخرة النضج .. وكانت أكثر التركيزات فاعلية هى ٥٠٠٠ ، و١٠٠٠٠ جزء فى المليون ، ولكنها أحدثت – أيضاً – نقصاً فى نمو الأوراق ، وفى حجم البصلة .

وقد كان تكرار رش الأوراق بمنظم النمو ضرورياً لاستمرار زيادة البصلة فى الحجم تحت ظروف النهار القصير .

وقد أيد Sobeih & Wright (١٩٨٧) ذلك ، وأوضحا أن تأثير الإثيفون المحفز للتبصيل يكون فى الفترات الضوئية المهيئة وغير المهيئة لتكوين الأبصال على حد سواء ، كما وجدا أن المعاملة بنترات الفضة (وهى مادة مضادة لفعل الإثيلين) بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون أخرت التبصيل فى الفترات الضوئية المهيئة له ، ومنعته فى الفترات الضوئية الأقل تهيئة لذلك . وقد حدى ذلك بهم إلى الاعتقاد بأن تكوين الأبصال فى البصل يعتمد على وجود توازن هرمونى معين ، وليس على تراكم أحد الهرمونات إلى أن يصل تركيزه إلى حد أدنى معين .

الإزهار والإزهار المبكر

يهتم كل من منتج البصل ومنتج بذور البصل بظاهرة الإزهار flowering ؛ فعند إنتاج البذور .. تلزم تهيئة الظروف التى تشجع على الإزهار لزيادة محصول البذور . أما عند إنتاج محصول الأبصال .. فإنه يلزم تجنب كافة الظروف التى تشجع النباتات على الإزهار ؛ وذلك لأن النباتات التى تتجه نحو الإزهار قبل أن تكون أبصالاً تجارية تفقد قيمتها الاقتصادية . ويطلق على هذه الظاهرة اسم الإزهار المبكر Premature Seeding .

يعد البصل من الخضروات التى تلزمها معاملة الارتباع Vernalization لكى تزهر ؛ إذ يجب تخزين الأبصال – المعدة لاستخدامها كتقاوٍ فى حقول إنتاج البذور – فى درجة حرارة تتراوح من ٥ – ١٠ °م لكى تتهيأ للإزهار ، كما يجب أن تتعرض نباتات البصل النامية فى الحقل لدرجة حرارة منخفضة نسبياً – بعد أن تبدأ فى تكوين الأبصال – حتى تتهيأ

للإزهار . أما نمو الشماريخ الزهرية وتكوين النورات .. فإنه يحدث عند ارتفاع درجة الحرارة فيما بعد . وليس للفترة الضوئية أى دور فى تهيئة نباتات البصل للإزهار ، إلاّ أن الفترة الضوئية الطويلة تسرع من معدل استطالة الشماريخ النورية .

وبرغم أن الميل إلى الإزهار المبكر صفة وراثية تختلف بين الأصناف ، إلاّ أن للعوامل البيئية تأثيراً كبيراً عليها . ومن العوامل البيئية المؤثرة فى تلك الصفة ما يلى :

١ – درجة الحرارة التى خزنت عليها البصيلات التى استعملت كتقاوٍ :

إن أنسب درجة حرارة لتخزين البصيلات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ هى درجة الصفر المئوى ؛ لأنها تحتفظ بجودتها بصورة جيدة ، بينما لا ينتج منها سوى نسبة ضئيلة من الإزهار المبكر . وبمقارنة تخزين البصيلات على درجة الصفر المئوى مع درجات ٥ ، و١٠ ، و١٥ °م كانت أعلى نسبة للإزهار المبكر فى النباتات التى نتجت من زراعة بصيلات سبق تخزينها على درجة ٥°م ، ثم تلك التى خزنت على ١٠ °م . أما النباتات التى نتجت من زراعة بصيلات سبق تخزينها على درجة ١٥ °م .. فإن نسبة الإزهار المبكر فيها كانت أقل من تلك التى خزنت بصيلاتها على درجة الصفر المئوى ، ولكن درجة ١٥ °م ليست مناسبة لتخزين البصيلات فى حالة جيدة لفترات طويلة .

٢ – حجم البصيلات المستخدمة كتقاوٍ :

تعطى البصيلات الكبيرة دائماً نسبة أعلى من حالات الإزهار المبكر ؛ لذا .. ينصح بعدم استعمال البصيلات التى يزيد قطرها على ٢٫٥ سم كتقاوٍ . ويفضل ألا يزيد قطر البصلة على سنتيمترين .

٣ – حجم الشتلات :

تميل شتلات البصل الكبيرة الحجم إلى إعطاء نسبة من النباتات التى تتجه نحو الإزهار المبكر أعلى من تلك النسبة التى تعطيها الشتلات الصغيرة أو المتوسطة الحجم .

٤ – حجم النمو النباتى :

تعمل جميع العوامل التى تشجع على النمو السريع للنباتات – قبل حلول الجو البارد – على زيادة نسبة الإزهار المبكر ؛ وذلك لأن نباتات البصل تمر بفترة حداثة لا

تستجيب خلالها للحرارة المنخفضة . ولكى يكون التعرض للحرارة المنخفضة مؤثراً فى تهيئة النبـاتات للإزهار .. فـلابـد أن يحـدث ذلك بعـد أن تكون النبـاتات قـد بدأت فى تكوين الأبصال . و كقاعدة عامة .. نجد أن النباتات التى يقل قطرها عن ٧ مم ، والبصيلات التى يقل قطرها عن ١٫٣ سم ليست حساسة للمعاملات الحرارية التى تؤدى إلى الإزهار . وتزداد الحساسية بزيادة حجم النبات أو البصلة عن ذلك .

٥ – موسم الزراعة ودرجات الحرارة السائدة :

تزداد نسبة الإزهار المبكر فى الزراعات الشتوية عما فى الزراعات الصيفية ؛ وذلك لأن نباتات الزراعات الصيفية لا تتعرض لدرجات الحرارة المنخفضة بالقدر الذى يكفى لتهيئتها للإزهار ، كما أن تعرضها للحرارة المنخفضة يكون فى المراحل المبكرة من نموها ، وهى لاتزال فى مرحلة الحداثة .

ولهذا السبب .. تزداد ظاهرة الإزهار المبكر فى الوجه القبلى عنها فى الوجه البحرى ؛ حيث تتعرض نباتات الزراعات الشتوية فى الوجه القبلى لدرجات الحرارة المنخفضة فى المراحل المتأخرة من نموها . كما تزداد نسبة الإزهار المبكر فى الزراعات الصيفية عندما يكون الربيع طويلاً وبارداً عما لوكان قصيراً ودافئاً . وبالمقارنة .. فإن نسبة الإزهار المبكر فى الزراعات الخريفية تكون أعلى عند ما يكون الخريف دافئاً ، وعند ما تكون النباتات مسمدة جيداً ؛ ففى هذه الظروف تنمو النباتات بصورة جيدة قبل حلول الجو البارد ، وتصبح أكثر حساسية لمعاملة الارتباع . وعلى العكس من ذلك يندر أن يحدث إزهار مبكر عندما يكون الخريف بارداً والربيع دافئاً .

سكون الأبصال

أوضحت دراسات Abdallah & Mann (١٩٦٣) أن أبصال البصل تمر بفترة سكون قصيرة تفقد فيها الأبصال القدرة على تكوين بادئات أوراق جديدة ؛ ففى صنف البصل إكسيل Excel استمر تكوين بادئات الأوراق خلال كل مراحل النمو النباتى فى الحقل ، حتى قبل أن تتدلى أوراق النباتات لأسفل بنحو ٢٠ يوماً ، ثم دخلت النباتات بعد ذلك مرحلة سكون توقف خلالها تكوين بادئات أوراق جديدة ، واستمرت هذه المرحلة حتى بعد الحصاد

بفترة لم تتعد أسبوعاً ، وتلت ذلك استعادة النباتات لمقدرتها على تكوين بادئات أوراق جديدة ، وانتهاء حالة السكون .

وقد تكونت بادئات الأوراق فى صنف البصل إكسيل بمعدل ورقة واحدة أسبوعياً أثناء فترة النمو الحقلى حتى بداية مرحلة السكون . أما بعد انتهاء حالة السكون .. فقد تكونت بادئات الأوراق فى المخازن بمعدل ورقة واحدة جديدة كل أسبوعين فى درجة حرارة ١٥°م ، وكل ٤ أسابيع فى درجة حرارة صفر ، أو ٣٠ °م .

صفات الجودة

من أهم صفات الجودة فى البصل ما يلى :

١ - الحرافة والمادة الجافة

تعد الحرافة من أهم الصفات المميزة للبصل ، وهى صفة تتوقف على محتوى الأبصال من المواد الكبريتية القابلة للتطاير ، وترتبط إيجابياً بها ، كما أنها ترتبط إيجابياً كذلك بمحتوى الأبصال من المادة الجافة ؛ إذ إن المواد الكبريتية القابلة للتطاير - المسئولة عن الحرافة - تشكل جزءاً من المادة الجافة ، وتزيد بزيادتها .

وقد وجد أن الحرافة تزيد بزيادة قدرة الأبصال على التخزين ، وزيادة فترة التخزين ، إلا أن ذلك يرتبط بنسبة المادة الجافة ؛ إذ تزيد قدرة الأبصال على التخزين بزيادة محتواها من المادة الجافة ، كما أن الفقد الرطوبى الذى يحدث أثناء التخزين يؤدى إلى زيادة نسبية فى نسبة المادة الجافة .

هذا .. وتقل الحرافة فى الأراضى الخفيفة (مقارنة بالأراضى الثقيلة) ، وبانخفاض درجة الحرارة ، وعند زيادة الرى ، بينما تزيد الحرافة كلما تقدم النبات فى العمر حتى نضج الأبصال (Shoemaker ١٩٥٣) .

أما نسبة المادة الجافة .. فإنها تتراوح من ٤ - ٢٥ ٪ فى مختلف أصناف البصل . ويوجد ارتباط عالٍ بين نسبة المادة الجافة فى البصلة ، ونسبة المواد الصلبة الكلية المقدرة بالرفراكتومتر .

٢ - الطعم والنكهة

أمكن التعرف على عديد من المركبات المتطايرة فى البصل ، والمركبات الكبريتية sul-fides هى المسئولة عن نكهته المميزة ، وأهمها مركبات :

Methyl disulfide .

Propyl disulfide .

Methyl propyl disulfide .

وتتكون هذه المركبات بفعل تفاعلات إنزيمية معينة لا تحدث إلا بعد جرح البصلة ، أو بعد حدوث ضرر لأنسجتها ؛ فيعمل الإنزيم allinase على عدة مركبات تعرف مجتمعة باسم S- alk (en) yl cysteine sulfoxides ؛ حيث يؤدى إلى تحللها وإنتاج pyruvate ، و thiopropanol - S oxide ، وأمونيوم وهذه المركبات الكبريتية القابلة للتطاير غير ثابتة ، ويحدث لها عدة تفاعلات غير إنزيمية تؤدى إلى تكوين نحو ٨٠ مركباً . وقد وجد أن الـ pyruvate يمكن استخدامه كدليل قوى على نكهة الأبصال وحرافتها .

تختلف درجة حرافة الأبصال المرغوب فيها باختلاف المستهلكين واستعمالاتهم للبصل . وقد كان الطلب دائماً على الأبصال العالية الحرافة ، ولكن بدأ فى السنوات الأخيرة الإقبال على الأبصال المعتدلة الحرافة والحلوة فى الولايات المتحدة ، وأوروبا ، واليابان .

وبرغم اختلاف أصناف البصل كثيراً فى حرافتها .. إلا أن تلك الصفة تتأثر بعديد من العوامل البيئية ؛ مثل درجة الحرارة ، ومستوى الرطوبة فى التربة ، ومدى توفر عنصر الكبريت للنبات .

وتوضح دراسات Randle (١٩٩٢) على ٦٢ صنفاً وسلالة من البصل - زرعت على مستويين من التسميد بالكبريت : مرتفع (٤ ملى مكافىء / لتر) ، ومنخفض (١ر. ملى مكافىء / لتر) - وجود اختلافات جوهرية بينها - عند كلا المستويين - فى محتوى الأبصال والنموات الخضرية من الكبريت ، وتركيز الـ Pyruvate ، ولكن الارتباط بين مستوى الكبريت والـ Pyruvate كان منخفضاً ؛ الأمر الذى يفيد اشتراك الكبريت فى

تكوين مركبات مسئولة ، وأخرى غير مسئولة عن الحرافة بدرجات متفاوتة فى أصناف البصل المختلفة .

العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية التى توجد فى البصل ما يلى :

١ - الرقبة السميكة

تعد الرقبة السميكة thick necks من العيوب الفسيولوجية الهامة التى تخفض القيمة الاقتصادية للأبصال ، وتضعف قدرتها التخزينية ، وتزيد من قابليتها للإصابة بأمراض المخازن التى تؤدى إلى تعفنها . تبدو أعناق الأبصال بهذه العيوب الفسيولوجية وقد تضخمت بشكل غير عادى . وقد يصل قطر العنق فى الأبصال المصابة إلى ٥ر١ - ٥ر٢ سم .

تظهر هذه الحالة فى الظروف التى تشجع على استمرار النمو الخضرى ، وتكوين أوراق جديدة حتى وقت متأخر قبيل الحصاد ؛ فهذه الأوراق تكون قائمة نضرة عند الحصاد ؛ ومن ثم .. تكون رقبة البصلة سميكة . وبالمقارنة .. فإن البصلة العادية تنضج بصورة طبيعية ، ويتوقف النبات عند تكوين أوراق جديدة ، وتذبل أوراق النبات بصورة تدريجية ، وتضعف فى منطقة الرقبة ؛ مما يؤدى إلى ميلها نحو الأرض وانكماشهابدرجة تؤدى إلى تكوين رقبة رفيعة مغلقة بصورة جيدة .

وأهم العوامل التى تؤدى إلى ظهور هذا العيب الفسيولوجى ما يلى :

أ - زيادة التسميد الآزوتى فى نهاية موسم النمو ؛ مما يشجع على استمرار النمو الخضرى قبيل الحصاد .

ب - موت أوراق النبات فى مرحلة مبكرة من النمو بفعل الإصابة بالأمراض والآفات ؛ مما يؤدى إلى استمرار تكوّن أوراق جديدة لاتنكمش عند الحصاد .

جـ - زراعة الأصناف التى تحتاج إلى نهار طويل لتكوين الأبصال فى مناطق ذات نهار قصير نسبياً .

٢ - الأبصال المزدوجة والمركبة

تعد الأبصال المزدوجة double bulbs والمركبة صفة وراثية ؛ حيث تختلف نسبتها من صنف لآخر ، ولكنها تتأثر - أيضاً - بعديد من العوامل الأخرى ؛ فتعد بذلك من العيوب الفسيولوجية . وتنشأ الأبصال المزدوجة من نشاط البراعم الجانبية فى البصلة ونموها ، إلى جانب النمو الأصلى فى البرعم الطرفى ؛ مما يؤدى إلى تكوين أبصال مزدوجة أو مركبة .

وأهم العوامل التى تؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال المزدوجة ما يلى :

أ - زيادة مسافة الزراعة .

ب - استعمال شتلات كبيرة الحجم فى الزراعة .

جـ - زيادة معدلات التسميد الآزوتى .

د - عدم انتظام الرى ؛ فتزيد نسبة الأبصال المزدوجة عند تعطيش النباتات ثم ريها جيداً .

هـ - عدم انتظام درجة الحرارة ؛ إذ تزيد نسبة الأبصال المزدوجة عند تعرض النباتات لجو معتدل ، ثم لجو بارد فى المراحل المتقدمة من نموها .

و - حدوث ضرر ما للقمة النامية للنبات .

٣ - لفحة الشمس

يؤدى تعرض الأبصال الحديثة الحصاد أو غير الناضجة لأشعة الشمس القوية إلى إصابتها بلفحة الشمس sunscald ، وهو عيب فسيولوجى تتركز أعراضه فى موت الأنسجة فى جزء البصلة المعرض للأشعة القوية ، وتصبح هذه الأنسجة بعد ذلك طرية ومنزلقة ، ثم تفقد نسبة عالية من رطوبتها بالتبخير ، وتصبح المنطقة المصابة جلدية ، وغائرة ، وبيضاء اللون . ويتراوح قطر منطقة الإصابة عادة من ٥ر١ - ٤ سم .

تحدث الإصابة بلفحة الشمس غالبا عند الحصاد إذا تعرضت الأبصال قبل معالجتها - وهى مازالت زائدة الرطوبة - لدرجات حرارة عالية وإضاءة قوية . وتتعرض الأبصال المصابة بلفحة الشمس للإصابة بالبكتيريا ، والفطريات التى تسبب العفن فى المخازن ، وخاصة البكتيريا التى تسبب العفن الطرى البكتيرى .