الفصل العاشر

# الثوم

## الموطن وتاريخ الزراعة

يعرف الثوم فى اللغة الإنجليزية باسم garlic، ويطلق عليه الاسم العلمى *Allium sativum*، ويعد الثوم ثانى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الثومية بعد البصل. ومن المعتقد أن موطن الثوم هو منطقة وسط آسيا، وقد عرفه قدماء المصريين منذ ٢٨٧٠ سنة قبل الميلاد ( عن Francois ١٩٩٤).

ولم يعثر على الثوم ناميًا بحالة برية إلى الآن، ولكن أقرب الأنواع إلى الثوم - وهو النوع *A. longicuspis* - والذى يعتقد بأنه الأصل البرى للنوع المنزرع - ينمو بريًا فى وسط آسيا؛ ولذا .. يعتقد بأن نشأة الثوم كانت فى تلك المنطقة. هذا .. علماً بأنه من الصعب التمييز بين النوعين *A. sativum* ، و *A. longicuspis* (عن Takagi ١٩٩٠).

## الاستعمالات

يزرع الثوم من أجل فصوصه التى تستعمل فى إكساب العديد من المأكولات نكهة خاصة مرغوبة. ويستهلك الثوم بكميات كبيرة نسبيًا فى الدول العربية، ودول شرق أوروبا، ومعظم الدول الآسيوية عما فى باقى دول العالم.

ويستخلص من الثوم عديد من التحضيرات التجارية التى تدخل فى مختلف الأغذية، مثل زيت الثوم، وعصير الثوم، والثوم المجفف، وملح الثوم. وقد سبقت مناقشة هذه التحضيرات وغيرها تحت البصل فى الفصل الأول، ولمزيد من التفاصيل عنها .. يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠).

وقد وجد أن الآجوين ajoene وهو مركب مستخلص من الثوم يؤدى إلى منع إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *Erysiphe pisi* - الذى يسبب مرض البياض الدقيقى فى البسلة - وذلك عند استعمالة بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون، وأفاد هذا المركب فى مكافحة المرض

تحت ظروف غرف النمو عند استعماله رشًا بتركيز جرام واحد فى اللتر (Singh وآخرون ١٩٩٥).

كما وجد أن الثوم يحتوى على مركبات كبريتية خاصة تؤدى إلى كسر طور السكون فى كورمات الجلاديولس، وبعض الأشجار، مثل كريز الزينة. وهذه المركبات هى آليل سلفيد allyl sulfide، ومثيل داى سلفيد Methyl disulfide، وإنّ - بروبيل سلفيد n-propyl sulfide (Hosoki وآخرون ١٩٨٦) وهى من المواد الكبريتية المسئولة عن النكهة المميزة

## القيمة الغذائية

يعد الثوم من الخضر الغنية بالقيمة الغذائية، ولكه لايستهلك إلا بكميات ضئيلة؛ ولذا فإنه لايعتمد عليه كمصدر لأى من العناصر الغذائية. يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للأكل من الثوم على ٦١,٣ جم ماء، و ١٣٧ سعرًا حراريًّا، و ٦,٢ جم بروتين، و٠,٢ جم دهون، و ٣٠,٨ جم مواد كربوهيدراتية، و١,٥ جم ألياف، و ١,٥ جم رماد، و٢٩ ملليجرام كالسيوم، و ٢٠٢ ملليجرام فوسفور، و ١,٥ ملليجرام حديد، و ١٩ ملليجرام صوديوم، و ٥٢٩ ملليجرام بوتاسيوم، و ٣٦ ملليجرام مغنيسيوم، وآثار من فيتامين أ، و٠,٢٥ ملليجرام ثيامين، و ٠,٠٨ ملليجرام ريبوفلافين، و ٠,٥ ملليجرام نياسين، و ١٥ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

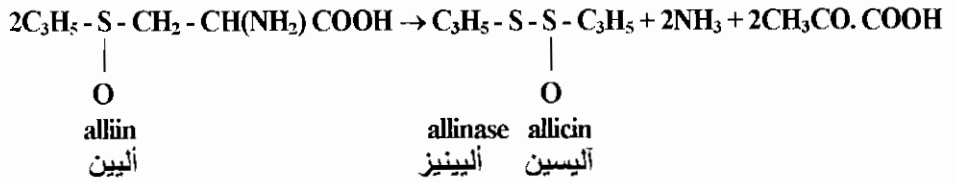
ويتضح من ذلك أن الثوم غنى بكل من المواد الكربوهيدراتية، والنياسين، وعنصر الفوسفور، كما أنه يحتوى على كميات جيدة من كل من البروتين، والكالسيوم، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. هذا .. وتبلغ نسبة الفاقد عند تجهيز الثوم نحو ١٢٪. ويتمثل ذلك فى القشور الخارجية المغلفة للرأس.

ويعتبر الثوم من أكثر النباتات تحملاً للتركيزات العالية من اليود فى وسط الزراعة؛ وبذا يمكنه امتصاص تركيزات عالية نسبيًّا من العنصر؛ ليصبح من الأغذية الغنية باليود. وقد وجد Pel & Schüttelkopf (١٩٩٥) أن فصوص ونباتات الثوم تحملت تركيزات من اليود وصلت إلى ٢٠٠ ميكروجرام/جرام من التربة، حيث لم تبد البادرات أى تأثر بزيادة تركيز اليود حتى ذلك المستوى بينما ضعف إنبات البذور، وتشوهت وماتت البادرات فى السبانخ، والفجل، والفاصوليا، والقمح فى تركيزات أقل من ١٠ ميكروجرام /جرام من التربة. وقد وصل تركيز

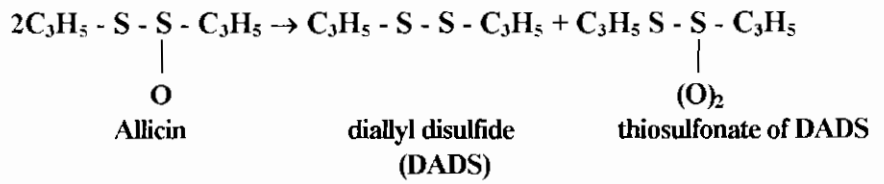
العنصر فى فصوص الثوم إلى ٠,٠٢٦ ميكروجرامًا/جرام وزن طازج عندما كان نمو النباتات فى تربة تحتوى على اليود بتركيز ميكروجرام واحد/جرام، وازداد تركيز اليود فى الفصوص خطيًا بزيادة تركيز العنصر فى التربة عن ذلك المستوى.

## الأهمية الطبية

حظى الثوم بأهمية خاصة، نظرًا لما نُسب إليه من فوائد عديدة فى المجال الطبى. ومن المعروف أن الثوم يحتوى على مادة مضادة للبكتيريا السالبة والموجبة لصبغة جرام تسمى أليسين allicin، وهى التى تتحلل إلى مركبين، هما: داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الداى أليل داى سلفيد، كما يلى (عن Augusti ١٩٩٠):




وبعد ذلك يعيد الأليسين ترتيب نفسه إلى داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الداى أليل داى سلفيد.




يعتبر الأليسين Allicin (وهو: 2-propene-1-sulphinothioic acid S-2 propenyl ester) من أكثر الثيوسلفينات thiosulphinates تواجدًا فى الثوم المقطوع أو التى تهتكت أنسجته حديثًا (Calvey وآخرون ١٩٩٤)، وهو المركب الأم الذى يتكون منه عديد من المركبات الكبريتية المسئولة عن الطعم، والنكهة، والخصائص الطبية والعلاجية للثوم.

ويرتبط النشاط المضاد للميكروبات فى زيت الثوم بمحتواه من الـ allyl cysteinesulfoxides (El-Shourbagy ١٩٩٣).

ويشكل الـ Alliin lyase نحو ١٠٪ من البروتين الكلى فى فصوص الثوم (Ellmore & Feldberg ١٩٩٤).

يعد الثوم طاردًا للديدان الأسطوانية، وخافضًا لضغط الدم المرتفع، ويفيد فى علاج بعض حالات أمراض القلب، وكمطهر، ومضاد للبكتيريا، وله استعمالات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Augusti (١٩٩٠).

## الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالثوم فى العالم عام ١٩٩٦ نحو ٩٨٦٠٠٠ هكتارًا، كان منها ٧٩١٠٠٠ هكتارًا فى آسيا، و ١١٩٠٠٠ هكتارًا فى أوروبا، و ٣٢٠٠٠ هكتارًا فى أمريكا الجنوبية و ٢٣٠٠٠ هكتارًا فى أمريكا الشمالية، و ٢٠٠٠٠ هكتارًا فى أفريقيا، منها ٦٠٠٠ هكتارًا فى مصر وحدها، بينما لم يزرع الثوم فى مساحات يُعتد بها فى أستراليا ونيوزيلندا و أوقيانوسيا. ومن الدول العربية الأخرى التى زرع بها الثوم فى مساحات تراوحت من ألف إلى ألفى هكتار كل من السودان، وتونس، والعراق، ولبنان، واليمن، بينما زرع ٣٠٠٠ هكتار فى سوريا، و ٩٠٠٠ هكتار فى الجزائر. وقد احتلت مصر المرتبة الأولى بين جميع دول العالم فى متوسط محصول الهكتار، حيث بلغ ٢١,٤ طنًا، وجاءت لبنان، وإسرائيل، والولايات المتحدة فى المراتب الثانية والثالثة والرابعة بمتوسط إنتاجية قدرها ١٩,٣، و ١٨,٩، و ١٨,٦ طنًا للهكتار على التوالى. أما باقى دول العالم، فقد كانت إنتاجيتها منخفضة كثيرًا عن ذلك، إذ بلغت - مثلاً - ٢,٥ طنًا للهكتار فى الجزائر، و ١٣,٨ طنًا فى الصين وهى الدولة التى زرعت بها أكبر مساحة من الثوم فى العالم عام ١٩٩٦ قدرت بنحو ٥٥٧٠٠٠ هكتارًا. وبلغ متوسط إنتاج الهكتار على مستوى العالم ١٠,٥ طنًا ( FAO ١٩٩٦).

وقد قدرت مساحة الثوم فى مصر عام ١٩٩٧ بنحو ٢٦٧٣٥ فدانًا، كان منها ١٦٩١٢ فدانًا منفردة، وباقى المساحة (حوالى الثلث) كان فيها الثوم محملاً على محاصيل أخرى. وقد بلغ إجمالى الإنتاج ٢٢٣٤٥١ طنًا، وكان متوسط إنتاج الفدان ٩,٥٧ أطنان للمحصول المنفرد، و ٦,٣٣ طنًا للمحصول المحمل.

وتعتبر أهم مراكز إنتاج الثوم فى مصر هى محافظة المنيا (١١٨٩٨ فدانًا)، وبنى سويف (٣٩٨٣ فدانًا)، والبحيرة (٣٩٠٦ فدانًا)، ولم يزرع خارج الوادى سوى ٨٢١ فدانًا فى عام ١٩٩٧، مقارنة بمساحة ٢٥٩١٤ فدانًا داخل الوادى (عن الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى ١٩٩٧).

## الوصف النباتى

الثوم نبات عشبى معمر، ولكن تجدد زراعته سنويًا.

### الجذور

يتشابه المجموع الجذرى للثوم مع المجموع الجذرى للبصل، وينتج كل نبات من ٤٠-٦٠ جذرًا تنتشر جانبيًا لمسافة نحو ٤٥سم، ورأسيًا لعمق ٧٥سم. تعتبر جذور الثوم قليلة التفريع، لكن تفرعاتها أكثر وأطول قليلاً مما فى البصل، وتنتشر الجذور فى الطبقة السطحية من التربة، وتشغلها بصورة جيدة (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

### الساق

تتشابه ساق الثوم مع ساق البصل، وتموت الساق الرئيسية للنبات عند نضج البصلة، كما تموت الجذور والأوراق، وتظل الفصوص فقط محتفظة بحيويتها.

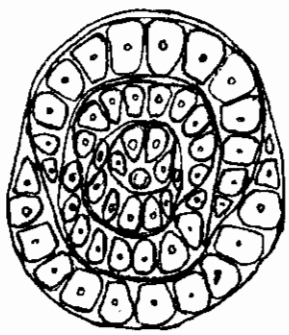
### الأوراق والفصوص

أوراق الثوم زورقية الشكل أى غير أنبوبية، ويبلغ عرضها نحو ١,٥-٣ سم. ولايختزن الغذاء فى قواعد الأوراق، كما هى الحال فى البصل، بل تصبح قواعد الأوراق عند نضجها رقيقة، وجافة وحرشفية. ويختزن الغذاء أساسًا فى براعم إبطية أو بصيلات صغيرة تسمى بالفصوص cloves، وهى التى تتكون منها رأس الثوم، كما تتكون الفصوص فى آباط الأوراق الخضرية foliage leaves فقط، وهى الأوراق الصغيرة القريبة من مركز النبات. ويعنى ذلك أن البصلة قد تحاط بأكثر من ١٢ ورقة لاتوجد فى آباطها فصوص، وهى التى تعرف بالأوراق المغلّفة Wrapper leaves.

تتكون رأس الثوم (البصلة) من ٤-٨ محيطات من الفصوص (شكل ١٠-١)، يحتوى كل محيط منها على ٨-١٤ فصا، ويشبه المحيط شكل حدوة الفرس، ويصغر فيه حجم الفص كلما كان قريبًا من أحد طرفى الحدوة. ويوجد كل محيط فى إبط ورقة.

يتكون كل فص من ورقتين ناضجتين وبرعم خضرى (شكل ١٠-٢). وتسمى الورقة الخارجية بالورقة الحامية Protective leaf، وهى عبارة عن غمد أسطوانى ذى فتحة صغيرة فى قمته، ويكون نصلها أثريًا ويحيط الغمد بكل الفص، وتكون له طبقة سطحية من

الأنسجة المتليفة القوية التى تصبح رقيقة، وجافة، ومتينة عند النضج. وتوجد بداخل الورقة الحامية ورقة أخرى خازنة Storage leaf تتكون من غمد سميك هو عضو التخزين الوحيد بالفص، وتشكل نحو ٨٠٪ من الفص وتحتوى على ٣٠-٤٠٪ مادة جافة. ويوجد بداخل هذه الورقة - وعند قاعدتها - عديد من الأوراق الصغيرة جدًا، وهى التى تكوّن البرعم الذى ينمو عند زراعة الفص، ويطلق على الورقة الخارجية للبرعم اسم ورقة النبت sprout leaf، وهى عديمة النصل. تبرز هذه الورقة أعلى سطح التربة عند إنبات الفص، لكنها لاتنمو لأكثر من ذلك. وتخرج من داخل هذه الورقة الأوراق الخضرية Foliage leaves، والتى تكوّن النموات الخضرية للنبات. ويكون لهذه الأوراق نصلاً، وتصغر فى الحجم تدريجيًا نحو مركز الفص (Jones & Mann ١٩٦٣).



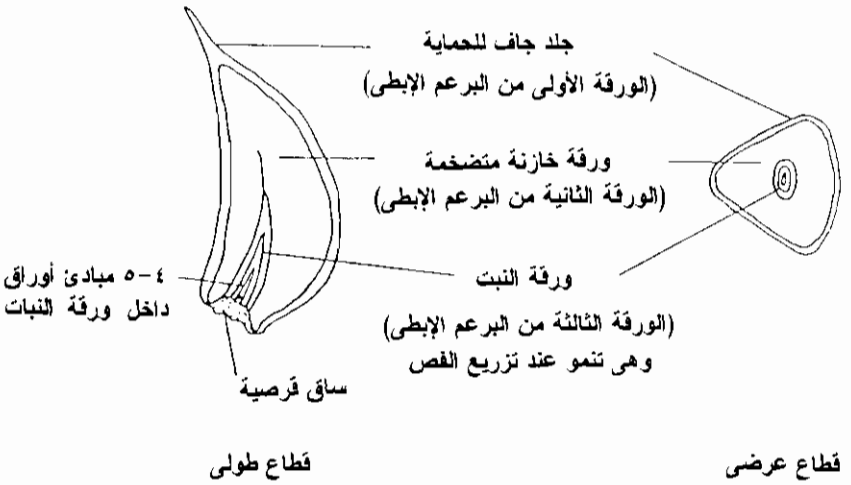
شكل ( ١٠-١ ) : قطاع عرضى فى رأس الثوم (عن مرسى وآخرين ١٩٧٣).

ونقدم مزيدًا من التفاصيل عن كيفية تكوّن رؤوس وفصوص الثوم فيما يلى:

تكوّن كل واحدة من بادئات البراعم bud primordia موضعين إلى ستة مواضع للنمو growing points، تتطور كل منها إلى برعم جانبى، وهى التى تتطور - بدورها - فيما بعد - إلى فصوص.

ومع نمو وتطور إبط الورقة الخضرية الذى يوجد فيه بادئ الفص Clove Primordium، فإن بادئ الفص ينمو ليكون ٦-٧ فصوص فى إبط الورقة الخضرية الواحدة. ويتراوح عدد الفصوص فى إبط الورقة الواحدة من فص واحد أو فصين فى إبط

الورقة الداخلية إلى ٦-٧ فصوص فى إبط الورقة الرابعة من الداخل، ثم يقل عدد الفصوص مرة أخرى فى آباط الأوراق الخارجية الأكبر سنًا. وفى نهاية الأمر قد يتحول البرعم القمى كذلك إلى فص.




شكل ( ١٠-٢ ) : قطاع عرضى وآخر طولى فى فص الثوم.

فعندما تصل درجة حرارة الهواء إلى ١٠°م، تبدأ مواضع النمو فى تكوين مبادئ أوراق. ومع ارتفاع درجة حرارة الهواء أكثر من ذلك، يكوّن كل برعم جانبى أوراقًا جديدة تنمو بقوة. هذا .. إلا أن الورقتين الأولى والثانية من كل برعم تنمو بطريقة خاصة، وذلك فى الفترة الضوئية الطويلة؛ بحيث تعطى كل منهما غمدًا سميكًا بدون نصل. ويتوقف التغليظ فى الورقة الأولى مبكرًا حينما يبدأ غمد الورقة الثانية فى الزيادة فى الحجم، بينما ينمو غمد الورقة الأولى ليحيط تمامًا بغمد الورقة الثانية. ويتوقف النمو فى الورقة الأولى قبل وصول النمو الخضرى للنبات إلى مرحلة الشيخوخة الكاملة بنحو أسبوعين، وتتطور تلك الورقة فى نهاية الأمر إلى طبقة جلدية تحمى غمد الورقة الثانية التى تكون قد تضخمت فى الحجم.

ينمو غمد الورقة الثانية سريعا ويزداد فى الحجم فى ظروف الحرارة العالية والفترة الضوئية الطويلة؛ ليكوّن الورقة الخازنة الرئيسية (شكل ١٠-٢). وعادة تبقى الورقة الثالثة

محصورة داخل الورقة الخازنة إلى حين تزريع الفص. وبعد تكوين برعم جانبى، فإن الورقة وعدد من مبادئ الأوراق الأخرى داخل الفص تبقى ساكنة (عن Takagi ١٩٩٠).

وعند استعمال فصوص صغيرة جدًا فى الزراعة فإن البصلة الناتجة قد تتكون من فص واحد.

لاتتضخم الساق الكاذبة للنبات أو قواعد أوراق الثوم، ولكن الأخيرة تجف لتكون غلافًا حاميًا يحيط بالفصوص بداخلها. وعند اكتمال نضج الرؤوس تموت الساق الأصلية للنبات وأوراقه، وتصبح بمثابة أغلفة حامية للفصوص التى تكون فى حالة سكون. وأثناء نضج البصلة تتحلل الخلايا البرانشيمية التى توجد فى الجانب الداخلى لأغماد الأوراق وتنهار؛ ومن ثم تنهار الساق الكاذبة كما يحدث فى البصل، إلا أن خلايا البشرة الخارجية والأوعية الناقلة تبقى حية لفترة بعد ذلك؛ مما يسمح بانتقال الغذاء منها إلى الرؤوس.

وتحت بعض الظروف قد تتكون براعم جانبية فى آباط الأوراق الخارجية، تعطى نموات جانبية خضراء، تكوّن بدورها فصوصًا؛ وبذا .. تتكون أبصالاً مركبة من عديد من العناقيد الفصّية. وتعرف هذه الأبصال بأنها غير منتظمة الشكل Rough، ويعد ذلك عيبًا فسيولوجيًا (Brewster ١٩٩٤).

## النموات الزهرية

إن الشمراخ الزهرى لنبات الثوم مصمت وقصير، بعكس الحال فى البصل الذى يكون شمراخه الزهرى مجوفًا وطويلاً. وينتهى الشمراخ بنورات خيمية صغيرة، توجد بها بلابل زهرية vegetative topsets ، أو inflorescence bulbils دائمًا، كما قد تحتوى أحيانًا على أزهار أيضًا، إلا أن الأزهار تكون دائمًا صغيرة، وعقيمة ولاتعقد أبدًا، ويعنى ذلك أنه ليست للثوم بذور. هذا .. وقد تظهر البلابل أحيانًا داخل الشمراخ الزهرى، وقد تكون أحيانًا قريبة بدرجة كبيرة من البصلة الأرضية. وتشبه البلابل فى تركيبها فص الثوم. ولذا .. فقد اعتبر الثوم - حتى سنوات قليلة مضت - من النباتات اللاإخصابية التكاثر إجباريًا Obligate apomict.

هذا إلا أنه أمكن حديثًا جمع عديد من نباتات الثوم الخصبة من أسواق خمس مدن فى الجانب الشمالى من جبال تينّ شان Tien Shan فى وسط روسيا الآسيوية. وتعد هذه المنطقة

قريبة من تلك التى ينمو فيها النوع *A. longicuspis* بريًا، وهو الأصل البرى للثوم المنزرع. ولذا ... يعتقد أن هذه السلالات الخصبة من الثوم كانت حقيقة من النوع البرى، وخاصة أنه من الصعب التمييز بين النوع البرى والثوم المنزرع ( عن Takagi ١٩٩٠).

وقد كان الانقسام الميوزى طبيعيًا فى هذه السلالات، بينما كان الانقسام غير طبيعى فى جميع سلالات الثوم التى جمعت من جميع أنحاء العالم (عن Etoh ١٩٩٤).

كذلك تمكن Pooler & Simon (١٩٩٤) من إنتاج ٦٣ بذرة كاملة الحيوية من ١١ سلالة منتخبة من الثوم، وذلك بإزالة البلابل الخضرية vegetative topsets من النورة، وفصل النورة عن البصلة الأرضية.

## الأصناف

يعتبر الثوم من أقل محاصيل الخضر فيما يتصل بعدد الأصناف المعروفة، وذلك نظرًا لأنه - باستثناء سلالات قليلة اكتشفت حديثًا جدًا - لاينتج بذورًا، ومن ثم تقل فيه الاختلافات الوراثية التى تصاحب الانعزالات عند التكاثر الجنسى. وتعتبر الطفرات الطبيعية المصدر الرئيسى للاختلافات فى هذا المحصول، كما تعد الطفرات المستحدثة صناعيًا الوسيلة الوحيدة المتاحة لتحسين الأصناف المتوفرة.

ومن أهم أصناف الثوم المعروفة مايلى:

١ - البلدى أو المصرى:

وفيه الأوراق ذات نصل ضيق، والرأس صغيرة، وتحتوى على عدد كبير من الفصوص الصغيرة الحجم التى قد يصل عددها إلى ٦٠ فصًا، وتكون موزعة على عدة مُدر، كما يكون غلاف الرأس الخارجى أبيض اللون، والطعم والرائحة قويتين، وهو مبكر النضج، ويتحمل التخزين، ويعد أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة المصرية.

٢ - الصينى:

الرأس كبير، وتحتوى على عدد قليل نسبيًا من الفصوص الكبيرة الحجم، والتى تتراوح بين ٥ و ٢٠ فصًا موزعة على مدارين. ويكون الغلاف الخارجى للرأس ذا لون أبيض مشوب بالوردى، وهو متأخر النضج عن الصنف البلدى، وأقل قدرة على التخزين من البلدى.

٣ - سدس ٤٠:

سلالة منتخبة من الثوم الصينى، الرأس كبيرة الحجم (تزن حوالى ٩٥ جرامًا). وتحتوى على نحو ١٣ فصًّا كبير الحجم يبلغ وزن كل منها حوالى ٧,٥ جم، ولون القشور الخارجية بنفسجى. وهو صنف يصلح للتصدير (شكل ١٠-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

٤ سدس ٤١:

سلالة منتخبة من الثوم الصينى، الرأس كبيرة الحجم (تزن حوالى ٨٥ جرامًا)، وتحتوى على نحو ١٣ فصًّا كبير الحجم يبلغ وزن كل منها حوالى ٦,٨ جم، ولون القشور الخارجية بنفسجى فاتح. وهو صنف يصلح للتصدير.

وقد أجرى Elgindy (١٩٦٦) مقارنة بين أصناف الثوم البلدى، والأمريكى واليابانى فى عدد من الصفات الهامة، تبيّن منها مايلى:

| وجه المقارنة | البلدى | الأمريكى | اليابانى |
|---|---|---|---|
| موعد النضج | مبكر | متوسط | متأخر عن البلدى بنحو شهر |
| نسبة النباتات التى كونت حوامل نورية (٪) | ٥٠ | ٨٠ | ٧٠ |
| قطر البصلة (سم) | ٥,٠ | ٥,٤ | ٥,٩ |
| عدد الفصوص بالبصلة | ٥٠ | ٣٠ | ١٨ |
| وزن الفص (جم) | ١,٦ | ٢,٧ | ٦,٢ |

كما أوضحت دراسات Maksound وآخرون (١٩٨٤أ) تفوق الصنف الصينى على كل من الصنفين المصرى والأمريكى فى شلقان والزقازيق، بينما تفوق الصنف المصرى على الصنفين الآخرين فى منطقة سدس.

هذا .. ومن أهم أصناف الثوم الأمريكية هى تلك التى تنتشر زراعتها فى ولاية كاليفورنيا، وهى كاليفورنيا إيرلى California Early، وكاليفورنيا ليت California Late، وكريول Creole (Sims وآخرون ١٩٧٨).

ومن أصناف الثوم الأخرى التى أدخلت فى الزراعة المصرية، ولكنها لم تلق استجابة كبيرة من قبل المنتجين، مايلى:

١ - الإيطالى:

تحتوى الرأس على عدد كبير من الفصوص المتماسكة، والغلاف الخارجى للرأس قرنفلى اللون، ومتأخر النضج.

٢ - اليابانى:

تكون الرأس كبيرة، وتحتوى على عدد قليل نسبيًا من الفصوص المتوسطة الحجم، كما أن الغلاف الخارجى للرأس أبيض اللون، مبكر النضج.

٣ - الأمريكى:

الرؤوس متوسطة الحجم، تحتوى على نحو ٣٠-٤٠ فصًا أكبر قليلاً فى الحجم مما فى الثوم المصرى، وقشرته الخارجية بيضاء اللون، ومتوسط فى موعد النضج.

٤ - المكسيكى:

الأوراق ذات نصل عريض، والفصوص قليلة العدد وكبيرة الحجم، وهو متأخر النضج لايتحمل التخزين.

٥ - العراقى:

٦ - العمانى:

وكلاهما يشبه الصنف البلدى إلى حد كبير.

## الاحتياجات البيئية

### التربة المناسبة

تنجح زراعة الثوم فى كل أنواع الأراضى التى تنجح فيها زراعة البصل. وأنسب الأراضى لذلك هى الأراضى الطميية الخصبة الجيدة الصرف، ولاتفضل زراعة الثوم فى الأراضى الثقيلة، لأنها تؤدى إلى زيادة نسبة الأبصال المشوهة، كما يصعب إجراء عملية الحصاد فيها. ولاتجود زراعة الثوم فى الأراضى الرملية لعدم احتفاظها بالرطوبة الكافية لنمو النباتات إلا إذا اتبعت فيها طريقة الرى بالتنقيط .

هذا .. وقد وجد أن محصول الثوم ينخفض بمقدار ٥٠٪ عندما تتراوح درجة التوصيل الكهربائى (EC) لمستخلص التربة المشبع بين ٥,٦ و ٧,٨ ملليموز/سم - حسب

الصنف – بينما لم يتأثر المحصول بدرجة توصيل كهربائى مقدارها ١,٧ مللى موز/سم أو أقل من ذلك (Mangal وآخرون ١٩٩٠). وفى دراسة أخرى انخفض محصول الأبصال بمقدار ١٤,٣٪ مع كل زيادة فى ملوحة مياه الرى مقدارها وحدة توصيل كهربائى (EC unit) واحدة عن ٣,٩ مللى موز/سم (Francois ١٩٩٤).

ويعتبر الثوم من المحاصيل الحساسة لزيادة البورون فى مياه الرى أو فى المحلول الأرضى، وقد وجد أن المحصول ينخفض بنسبة ٢,٧٪ مع كل زيادة مقدارها ملليجرام واحد/لتر من البورون فى المحلول الأرضى على ٤,٣ جزء فى المليون (٤,٣ مجم) بورون/لتر. كذلك أدت زيادة البورون إلى نقص وزن الرؤوس وقطرها ( Francois ١٩٩١).

## تأثير العوامل الجوية

يحتاج نبات الثوم إلى جو بارد معتدل فى أطوار نموه الأولى لتناسب النمو الجيد، وذلك قبل أن تبدأ النباتات فى تكوين الأبصال، لأنها – أى النباتات – لاتكوّن أوراقًا جديدة متى بدأت فى تكوين الأبصال. ويتوقف حجم البصلة النهائى على مقدار النمو الخضرى للنبات عند بداية تكوينها، ولا يتحمل نبات الثوم الصقيع أو الحرارة المرتفعة فى الأطوار الأولى من نموه، ولكنه يتحمل الصقيع لفترات طويلة بعد ذلك، كما أنه يتحمل الحرارة المرتفعة بدرجة أكبر من البصل. والظروف التى تناسب تكوين الأبصال هى النهار الطويل والحرارة المرتفعة؛ لذا فإن النبات يبدأ فى تكوين الرؤوس فى فصل الربيع. ويحتاج النبات إلى جو دافئ عند نضج الرؤوس، كما تساعد الرطوبة الجوية العالية على انتشار الإصابة بمرض الصدأ. هذا .. ويناقش موضوع تأثير العوامل الجوية على المحصول بتفصيل أكبر عند مناقشة فسيولوجيا الثوم.

## التكاثر وطرق الزراعة

يتكاثر الثوم بالفصوص أو بالبلابل bulblets، ولكن الفصوص هى الأكثر استعمالاً كتقاو.

## كمية التقاوى

برغم أن الفصوص الكبيرة الحجم تعطى عند زراعتها محصولاً أكبر، إلا أن الثوم لايدرّج عادة عند الزراعة. ويلزم لزراعة الفدان نحو ١٠٠–١٢٥ كجم من الرؤوس.

ويمكن الحصول على هذه الكمية من نحو ٢٠٠-٢٥٠ كجم من نباتات الثوم البلدى بالعروش. أما فى حالة تدريج الفصوص، فسنجد أن كمية التقاوى اللازمة تتراوح من ٧٥ كجم فصوص للفدان فى حالة استعمال الفصوص الصغيرة، إلى ١٠٠ كجم للفدان فى حالة استعمال الفصوص المتوسطة الحجم، وإلى ١٢٥ كجم للفدان فى حالة استعمال الفصوص الكبيرة الحجم (عن مرسى والمربع ١٩٦٠).

ولا تختلف البلابل المتكونة فى النورة عن الفصوص التى تتكون فى الرأس إلا فى كون الأولى صغيرة الحجم غالبًا بدرجة تجعلها غير صالحة للزراعة. وتجب عدم زراعة الفصوص أو البلابل التى يقل وزنها عن الجرام.

وتتوقف كمية التقاوى اللازمة أيضًا على طريقة الزراعة والصنف المستعمل، فالثوم المحمل يحتاج إلى نصف كمية التقاوى المذكورة آنفًا. وقد تتطلب الزراعة الكثيفة زيادة كمية تقاوى الصنف البلدى إلى ٣٠٠ كجم رؤوس للفدان، أما الصنف الصينى أو الأصناف ذات الفصوص الكبيرة، مثل سدس ٤٠، فيلزم منها ٣٥٠-٤٠٠ كجم رؤوس للفدان فى الزراعة العادية، وتعطى هذه الكمية حوالى ٢٥٠-٣٠٠ كجم من الفصوص.

## إعداد التقاوى

### التخزين البارد للتقاوى

قام Maksoud وآخرون (١٩٨٣أ) بدراسة تأثير درجة حرارة تخزين الأبصال على إنبات، ونمو، ومحصول نباتات الثوم. وقد أوضحت النتائج أن معاملات الحرارة المنخفضة (٥ و ١٠°م) قبل الزراعة أسرعت معدل إنبات فصوص الثوم، وكان التأثير أكثر وضوحًا فى الصنف الصينى، بالمقارنة بالصنف الأمريكى، كما كان للتخزين فى ٥°م أثره على تقليل كل من الوزن الطازج والجاف لأوراق النباتات. وقد أوضحت النتائج أن تخزين الأبصال قبل الزراعة لمدة أسبوعين على درجة حرارة منخفضة أدى إلى إسراع النضج، وانخفاض المحصول الكلى، ومتوسط وزن الأبصال، بالمقارنة بالتخزين على درجة حرارة الغرفة. وفى دراسة أخرى (Maksoud وآخرون ١٩٨٤ب)، درس الباحثون تأثير تبريد الفصوص قبل الزراعة على درجات ٥، ١٠، ١٥، ٢٠°م لمدة ٢-٤ أسابيع على النمو وإنتاجية ثلاثة أصناف من الثوم، هى: المصرى والأمريكى والصينى. وقد أوضحت النتائج أن تخزين

الثوم على درجات الحرارة المنخفضة أدى إلى نقص النمو، ولكنه أسرع النضج إذا ما قورن بالتخزين على درجة حرارة الحجرة، كما نقص المحصول النهائى، ومتوسط وزن الأبصال بانخفاض درجة حرارة التخزين. وكان الأثر المثبط لدرجة الحرارة المنخفضة على الثوم واضحًا بزيادة مدة التخزين.

وعلى الرغم من أن التخزين البارد لتقاوى الثوم لم يكن ضروريًّا للتطور الطبيعى لنبات الثوم بعد الزراعة، إلا أنه أدى إلى إسراع الإنبات، والنمو الخضرى المبكر، وتقصير الفترة اللازمة للنمو الخضرى، وإسراع النضج (Ahonen & Kokkola ١٩٩٤). وقد حدثت تأثيرات مماثلة للتخزين البارد لتقاوى الثوم فى الأردن حينما خزنت التقاوى فى درجة الصفر المئوى (Qaryouti & Kasrawi ١٩٩٥).

### انتخاب الرؤوس والفصوص المناسبة للزراعة

يجب دائمًا استعمال الرؤوس السليمة الخالية من الإصابات المرضية والتفريغ، وتخزن هذه الرؤوس كاملة، ولا تفصص إلا قبل الزراعة، لأن تفصيصها قبل التخزين أو قبل زراعتها بفترة يؤدى إلى سرعة تلفها، وتفريغها، وضعف إنباتها كثيرًا، ولكن تجب العناية بفصل الفصوص جيدًا قبل الزراعة.

وبعد تفصيص الرؤوس تستبعد الفصوص الضامرة، والمكسورة، والمفرغة.

وأفضل الفصوص هى التى يصل قطرها إلى سنتيمترين، حيث تعطى أكبر الرؤوس حجمًا (Landry & Khanizadeh ١٩٩٤)، ولكن يصعب الاقتصار على استعمال هذا الحجم فى الزراعة. وتستعمل - عادة - كل الفصوص التى يزيد وزنها عن ٠,٧ جم، ولكن يوصى باستعمال تلك التى يتراوح وزنها بين ٤ و ٥ جرامات. ولايؤثر موضع الفصوص فى أبصال الأمهات على المحصول الناتج منها طالما كانت متساوية فى الحجم (عن Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

### نقع الفصوص فى الماء

تنقع فصوص الثوم فى ماء جار لمدة ٦-١٢ ساعة قبل الزراعة فى الثوم البلدى، تزداد إلى ٢٤ ساعة فى الثوم الصينى والسلالة سدس ٤٠.

تساعد عملية نقع الفصوص فى الماء قبل الزراعة على زيادة نسبة الإنبات وسرعته، كما تساعد على التخلص من معظم أفراد أكاروس الحلم الدودى التى قد تتواجد فى الفصوص.

وتجرى عملية النقع فى أجولة من الخيش تعلق فى ماء جار، مع مراعاة إحكام غلقها، وعدم امتلائها للسماح بمرور الماء بحرية فى الجوال، وبازدياد الفصوص فى الحجم بعد تشربها بالماء. أما عندما تكون كمية التقاوى التى يُراد نقعها فى الماء صغيرة فإنها توضع فى براميل بحجم مناسب، مع تغيير الماء الذى تنقع فيه التقاوى كل ٣-٤ ساعات. ويراعى دائمًا نقع التقاوى التى يُراد زراعتها يومًا بيوم بحيث لايتبقى منها شئ للزراعة فى يوم آخر؛ أى يجب أن يكون النقع على قدر المساحة التى يمكن زراعتها يوميًا.

وإذا تعذر نقع الفصوص بالطريقة التى أسلفنا بيانها، فليس أقل من نقعها فى الماء لمدة ساعة، ثم كمرها فى خيش لمدة ١٢ ساعة قبل الزراعة، بحيث تنتهى مدتا النقع والكمر قبل الزراعة مباشرة.

ويلاحظ أن عملية النقع - بأى طريقة كانت - تجرى على الفصوص، وليس على الرؤوس غير المفصصة.

كذلك يتم نقع الفصوص - بعد انتهاء فترة النقع فى الماء مباشرة - فى معلق من الكبريت الميكرونى بتركيز ٥ جم/لتر لمدة نصف ساعة، على أن تنتهى عمليتا النقع فى الماء والكبريت الميكرونى فى صباح يوم الزراعة. وتفيد عملية النقع فى الكبريت الميكرونى فى التخلص من أكاروس الحلم الدودى.

## طرق الزراعة

يزرع الثوم بالطرق التالية:

١ - الزراعة بـ (الشك):

تعتبر الزراعة بالشك هى الطريقة السائدة فى مصر؛ إذ تحرث الأرض مرتين مع التزحيف عقب كل مرة وإضافة السماد البلدى، بمعدل ١٥-٢٠ مترًا مكعبًا عقب الحرثة الأولى، وتخطط الأرض بعد الحرثة الثانية إلى خطوط بعرض ٥٠-٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢-١٤ خطًا فى القصبتين). ويفضل فى حالة إصابة الأرض بالحشائش بصورة وبائية أن تتم مكافحتها أولاً بمبيد مناسب، مثل ستومب.

تروى الأرض قبل الزراعة بنحو يومين إلى ثلاثة أيام (تسمى بالريّة "الكدابة")، وبعد أن تجف الأرض بشكل مناسب، تغرس الفصوص على الريشتين (جانبى الخط) على مسافة ١٠ سم، ويراعى غرس الفصوص وهى قائمة؛ أى يكون جزؤها السفلى المتصل بالساق

إلى أسفل، كما يراعى أن يغرس ثلثا الفص فقط فى الأراضى الثقيلة، ويترك الثلث العلوى ظاهرًا على سطح التربة، وأن تكون الزراعة بفص واحد، وليس بعدة فصوص ملتصقة. وأن تروى الأرض رية خفيفة بعد غرس الفصوص بها. وفى الأراضى الرملية يغرس الفص حتى قمته فى التربة.

أما عند اتباع طريقة الشك فى زراعة المحصول المحمل، فإن الأرض تجهز لزراعة القطن أو الذرة، ثم تغرس الفصوص بنفس الطريقة السابقة على الريشة الشمالية أو الغربية، وتترك الريشة الأخرى لزراعة المحصول الرئيسى فيما بعد (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣).

٢ - الزراعة فى سطور:

تزرع الفصوص على مسافة ١٠ سم فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم فى أحواض بأبعاد ٣٠ × ٣٠ م.

٣ - الزراعة نثرًا فى أحواض:

تنثر الفصوص فى أحواض بأبعاد ٣ × ٣م.

ويعاب عل هذه الطريقة أنه يتكون لبعض النباتات رقبة ملتوية، بينما لا يتأثر المحصول إلا فى الحالات التى يكون فيها الفص مقلوبًا تمامًا. ولتلافى نقص المحصول الذى تحدثه هذه الحالات، يوصى بزيادة كمية التقاوى بنسبة ٥-١٠٪ (عن Jones & Mann ١٩٦٣). وتؤدى زراعة الفصوص على جانبها إلى تأخير الإنبات، ويزداد التأخير فى الإنبات عندما يكون وضع الفصوص مقلوبًا، كما لا ينبت بعضها.

٤ - الزراعة الآلية:

يزرع الثوم فى كاليفورنيا آليًا على مصاطب بعرض ١٠٠ سم، وبكل منها سطران للزراعة بينهما مسافة ٣٠-٥٠ سم (شكل ١٠-٤، يوجد فى آخر الكتاب). وتزرع الفصوص على مسافة ٢,٥-٧,٥ سم من بعضها بمعدلات تتوقف على الصنف المستعمل فى الزراعة كما يلى (عن Sims وآخرين ١٩٧٦):

| الصنف | عدد الفصوص فى كل متر طولى من السطر | كمية الفصوص اللازمة للفدان (كجم) |
|---|---|---|
| كريول Creole | ٥٠-٦٠ | ٣٥٠-٥٣٠ |
| كاليفورنيا إيرلى California Early | ٤٠-٥٠ | ٧٠٠-٩٠٠ |
| كاليفورنيا ليت California Late | ٥٠-٦٠ | ٨٢٥-٩٥٠ |

٥ – الزراعة فى الأراضى الرملية عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط:

تكون الزراعة فى الأراضى الرملية على مصاطب مرتفعة بعرض ١٠٠ سم يُمَّد عليها خرطومين للرى يفصل بينهما مسافة ٦٠ سم، ويبعد كل منهما عن حافة المصطبة مسافة ٢٠ سم، وتكون الزراعة على جانبى كل خرطوم، بحيث يبعد كل سطر بمسافة ١٠ سم من الخرطوم؛ وبذا يوجد أربعة سطور للزراعة فى كل مصطبة.

٦ – الزراعة فى الأراضى الرملية عند اتباع طريقة الرى بالرش:

تزرع الفصوص على مسافة ١٠ سم فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم إما على أرض منبسطة كما فى حالة الرى المحورى أو بالرشاشات الدوارة، وإما على مصاطب كما فى حالة الزراعة الآلية التى أسلفنا بيانها.

## تأثير كثافة الزراعة

درس Maksound وآخرون (١٩٨٣ب، و ١٩٨٤ جـ) تأثير كثافة الزراعة على الثوم المصرى والصينى فى مواقع مختلفة من مصر. وقد دلت النتائج أن الإنبات والوزن الطازج والجاف للنباتات كان مرتفعًا عند الزراعة على المسافات الواسعة (١٠ و ١٥ سم)، بالمقارنة بمسافات الزراعة الضيقة (٥ سم)، كما أوضحت النتائج أن المحصول كان عاليًا، وأن الأبصال كانت صغيرة الحجم عند الزراعة على المسافات الضيقة، فازداد محصول الصنف المصرى بمقدار ٢٩,٨٪، و ١٠١٪ عند زراعته على مسافة ١٠، و ١٥ سم على التوالى، بالمقارنة بالزراعة على مسافة ١٥ سم . وبالمقارنة .. وصلت نسبة الزيادة المماثلة فى الصنف الصينى إلى ٣٠,٥٪ و ٧٩,٦٪ على التوالى.

وعمومًا .. فإن محصول الثوم يزداد بزيادة كثافة الزراعة بين ١٧ و ١٠٠ نبات فى المتر المربع، إلا أن متوسط وزن البصلة ينخفض بزيادة كثافة الزراعة، فى الوقت الذى تكون فيه الأبصال الكبيرة أعلى سعرًا. ولذا .. فإن الكثافة المثلى يدخل فى تحديدها العامل الاقتصادى، وهى تتراوح – عادة – بين ٣٠ و ٤٠ نباتًا فى المتر المربع.

وفى كاليفورنيا – حيث يزرع الثوم على مصاطب مرتفعة (بعرض متر وارتفاع ١٥–٢٠سم) تتراوح كثافة الزراعة بين ٤٠ و ٦ نباتًا فى المتر المربع. وتفضل الكثافة المنخفضة عند إنتاج الثوم لأجل التسويق الطازج، بينما تفضل الكثافة العالية عند إنتاج الثوم لأجل التصنيع، حيث يكون الهدف هو زيادة المحصول، بينما تقل أهمية حجم الأبصال. كذلك ينتج

الثوم فى دول أخرى على مصاطب بعرض ١,٤م فى ٤-٥ سطور وبكثافة ٣٥-٤٠ نباتًا فى المتر المربع (Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠). وفى مصر أعطت كثافة زراعة ٥٢ نباتًا/م٢ أعلى محصول، إلا أن ذلك كان على حساب متوسط وزن الرأس، وذلك مقارنة بكثافات الزراعة ١٣، و ٢٦ نباتًا/م٢ (Farag وآخرون ١٩٩٤).

## مواعيد الزراعة

تمتد زراعة الثوم البلدى من منتصف أغسطس حتى آخر أكتوبر فى الوجه البحرى ومصر الوسطى، وحتى ديسمبر فى الوجه القبلى. ولكن يفضل دائمًا التكبير فى الزراعة حتى تكوّن النباتات نموًّا خضريًّا جيدًا قبل أن تبدأ فى تكوين الأبصال، وذلك لأن الأبصال تبدأ فى التكوين بمجرد ارتفاع درجة الحرارة وزيادة طول النهار.

وتوصى وزارة الزراعة (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية) بأن تكون زراعة الثوم البلدى خلال النصف الأول من شهر سبتمبر فى الوجه البحرى، والنصف الثانى من سبتمبر فى الوجه القبلى. أما الثوم الصينى السلالة سدس ٤٠ فتوصى الوزارة بأن تكون زراعتها خلال النصف الثانى من شهر سبتمبر فى الوجه البحرى، والنصف الأول من أكتوبر فى الوجه القبلى.

أما الثوم المحمل فإن زراعته تكون فى المواعيد ذاتها المذكورة أعلاه عند زراعة الثوم أولاً ثم التحميل علية، وقبل ذلك بنحو ١٥ يومًا عند زراعة محصول التحميل أولاً، ثم تحميل الثوم عليه. ويعد الذرة، واللوبيا، والفاصوليا من أهم المحاصيل التى يُحمل عليها الثوم، بينما تعد البسلة من أهم المحاصيل التى تحمل على الثوم.

وقد تبين من دراسات Elgindy (١٩٦٦) أن نباتات الثوم البلدى تنضج فى وقت واحد، أيًا كان موعد الزراعة، ووجد كذلك أن تأخير الزراعة فى الجيزة عن الأسبوع الأول من شهر أكتوبر يؤدى إلى نقص المحصول. وقد أختبر Maksound وآخرون (١٩٨٣ جـ) ثلاثة مواعيد لزراعة الثوم فى مصر هى ١٥ سبتمبر، وأول أكتوبر، و ١٥ أكتوبر، ووجدوا أن الزراعة المبكرة كانت أفضل، حيث سمحت بتكوين نموًّا خضريًّا كبيرًا، وأدت بالتالى إلى الحصول على محصول عال ذى جودة عالية. وفى دراسة أخرى (Maksoud وآخرون ١٩٨٤أ) أعطت الزراعة المبكرة فى أول سبتمبر نموًّا أفضل من حيث الوزن الطازج والجاف للنبات، كما كان وزن الأبصال وكمية المحصول كبيرة، بالمقارنة بمواعيد

الزراعة الأخرى، وهى ١٥ سبتمبر وأول أكتوبر. ولقد أوضحت النتائج أن ميعاد الزراعة المناسب الذى يعطى محصولاً أفضل هو من أول سبتمبر إلى منتصفه بالنسبة لمنطقة شلقان، ومن منتصف سبتمبر إلى منتصف أكتوبر بالنسبة للزقازيق، ومن منتصف سبتمبر إلى أول أكتوبر بالنسبة لمنطقة سدس.

## عمليات الخدمة الزراعية

### الترقيع

تجرى عملية الترقيع للجور الغائبة بعد ٧-١٠ أيام من الزراعة فى الصنف البلدى، وبعد ٢٠-٢٥ يوما فى الصنف الصينى، وذلك نظرًا لأنه يتأخر فى الإنبات.

### العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

نظرًا لبطء نمو نبات الثوم فى الشهور الأولى بعد الزراعة، فمن الممكن أن تضر الحشائش السريعة النمو بالنبات إذا تركت دون تنقية. وتجب إزالة الحشائش بالعزق السطحى (خربشة) بمجرد تكامل الإنبات، مع تجنب العزق العميق، وذلك لأن جذور الثوم لاتتعمق كثيرًا فى التربة، ويراعى الترديم حول النباتات عند إجراء عملية العزق. ويحتاج الثوم إلى ٤-٥ عزقات أثناء نموه، ولكن يقل عدد العزقات إلى اثنين إذا استعملت المبيدات فى مكافحة الحشائش قبل الزراعة.

كما نجحت طريقة تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى بتغطيتها بالبلاستيك الشفاف - لمدة ٤-٦ أسابيع قبل الزراعة - فى مقاومة حشائش النفل، والجزر البرى، والسعد، بينما قلت فاعلية هذه الطريقة فى مقاومة عرف الديك والسلق؛ مما استلزم إجراء عزقة خفيفة، أو عزقتين لمحصول الثوم أثناء فترة نموه. وقد حققت معاملة العزق العادى ٣ أو ٤ مرات، والتعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة ٦ أسابيع قبل الزراعة أعلى محصول للفدان (Maksoud & Fayed ١٩٨٤).

وتفضل مكافحة الحشائش بالرش بالاستومب ٥٠٪، أو الكوبكس ٥٠٪ قبل الزراعة (قبل الرية الكدابة) بمعدل ١,٧ لترًا/فدان، وبالجول ٢٤٪ عندما تصل النباتات إلى مرحلة تكوين ثلاث إلى أربع ورقات، بمعدل ٧٥٠ مل/فدان، كذلك يفيد كثيرًا الرش بالكوتوران بعد شهرين من الزراعة فى مكافحة الحشائش.

وقد كان استعمال الجول بمعدل ٠,٠٧٥ لترًا/فدان أكثر كفاءة فى مكافحة حشائش الثوم من استعمال الرونستار Ronstar بمعدل لترين/فدان (Farag وآخرون ١٩٩٤).

## الرى

يحتاج الثوم إلى رى منتظم، فتؤدى زيادة الرطوبة الأرضية خلال مرحلة التبصيل إلى زيادة سمك رقبة البصلة، وزيادة نسبة الرطوبة فيها، وانخفاض مقدرتها على التخزين. ورداءة لونها. أما عدم انتظام الرى، فيؤدى إلى تشويه شكل الرؤوس. وتقل الفترة بين الريات فى الأراضى الخفيفة وفى الجو الحار، كما يوقف الرى عندما يبدأ ظهور علامات النضج، ويكون ذلك قبل الحصاد بنحو أسبوعين إلى أربعة أسابيع حسب قوام التربة والظروف البيئة. ويؤدى الاستمرار فى الرى خلال تلك الفترة إلى ضعف قابلية الأبصال للتخزين، مع تكوين نموات ثانوية بالأبصال.

ويمكن فى الأراضى الرملية رى حقول الثوم بأى من نظم الرى الثلاثة: بالغمر، أو بالرش، أو بالتنقيط. ويعطى الرى بالتنقيط أعلى محصول، ولكنه يتطلب تكلفة إنشائية عالية بسبب ضيق المسافة بين خراطيم الرى؛ ولذا .. فإن الرى بالرش هو النظام المفضل لرى الثوم فى الأراضى الصحراوية.

وتتوقف كمية مياه المياه التى تلزم لرى الثوم فى الأراضى الرملية على الظروف الجوية، ومرحلة النمو النباتى. وقد وجد أنها تتراوح فى منطقة النوبارية بين خمسة أمتار مكعبة للفدان فى شهر ديسمبر، و ١٢,٥ مترًا مكعبًا للفدان فى كل من شهرى سبتمبر (عند الزراعة، وحيث تكون الحرارة مرتفعة نسبيًا)، ومارس (حيث تكون النباتات فى أوج نموها الخضرى).

وقد درس Maksoud وآخرون (١٩٨٦) تأثير مستويات مختلفة من رطوبة التربة، وهى الرى عند استنفاد ١٥، و ٣٠، و ٦٠، و ٩٠٪ من الرطوبة الميسرة فى التربة على أصناف الثوم الأمريكى والبلدى والصينى. وأوضحت النتائج أن المعاملة المناسبة كانت بالرى عند استنفاد ٣٠٪ من الرطوبة الميسرة فى التربة؛ حيث أدت إلى زيادة معدل النمو، ومتوسط وزن البصلة والمحصول الكلى، والمحصول الصالح للتصدير، كما صاحبتها زيادة فى كفاءة استخدام ماء الرى، ومقدار الماء المستخدم لإنتاج وحدة الوزن من المحصول.

## التسميد

### معدلات التسميد الموصى بها فى بعض دول العالم

لإنتاج أعلى محصول من الثوم يوصى – فى مناطق مختلفة من العالم – بالتسميد بالنيتروجين،

والفوسفور، والبوتاسيوم بالمعدلات التالية ( بالكيلوجرام للهكتار، وللتحويل إلى المعدلات بالكيلوجرام للفدان يُقسم على ٢,٣٨ ، عن Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

| الدولة | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|
| الهند | ٦٠ | ٦٠ | ١٢٠ |
| إسرائيل | ٨٠-١٢٠ قبل الزراعة<br>+ ٢ كجم يوميًا مع مياه الرى | ٢٦٠-٣٥٠ | ٣٢٠-٣٨٠ |
| إيطاليا | ١٦٠ | صفر | ١٦٠ |
| الولايات المتحدة ( كاليفورنيا) | ٨٤-١٦٨ | ٨٤-٢٢٤ | -- |

## التسميد فى الأراضى الثقيلة

يضاف السماد العضوى بمعدل ١٥-٢٠ مترًا مكعبًا للفدان عند إعداد الأرض للزراعة، مع ١٥٠ كجم من الكبريت الزراعى. وبالإضافة إلى ذلك .. فإن الثوم يحتاج إلى ١٢٠ وحدة آزوت، و ٧٥ وحدة فوسفور، و ٧٢ وحدة بوتاسيوم للفدان من الأسمدة الكيميائية. ويضاف ثُمن كمية الآزوت، وثُلث كمية الفوسفور عند إعداد الأرض قبل الزراعة. أما باقى الكميات، فتضاف نثرًا فى باطن الخطوط أسفل النباتات على ثلاث دفعات، الأولى: بعد شهر من الزراعة ومعها ١٥٠ كجم أخرى من الكبريت الزراعى، ثم شهريًا بعد ذلك. ويراعى ألا تتأخر إضافة السماد عن ذلك، حتى تكتمل الاستفادة منه، ويتحقق الغرض من التسميد بتكوين نمو خضرى جيد قبل تكوين الأبصال.

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على صنف الثوم الصينى أن التسميد النيتروجينى يشجع على نمو نباتات الثوم بدرجة أكبر من التسميد الفوسفورى أو البوتاسى. وقد أدت المستويات المرتفعة من العناصر الكبرى إلى إحداث زيادة واضحة فى حجم الأبصال، والمحصول الكلى، والمحصول القابل للتسويق (Maksoud وآخرون ١٩٨٣د).

## التسميد فى الأراضى الرملية

يتشابه الثوم مع البصل من حيث نظام التسميد فى الأراضى الرملية، وكميات الأسمدة التى تلزم للفدان مع اختلافات بسيطة - نوضحها فيما يلى:

أولاً: أسمدة تضاف قبل الزراعة وتخلط بالسماد العضوى:

تكون إضافة الأسمدة السابقة للزراعة نثرًا فى حالتى الرى بالغمر وبالرش، وفى باطن

مصاطب الزراعة فى حالة الرى بالتنقيط. ويتم التسميد فى الحالة الأخيرة بفتح المصاطب بالمحراث، ثم وضع الأسمدة، ثم شق المصاطب القائمة مرة أخرى بالمحراث؛ لتصبح الأسمدة فى باطن المصاطب الجديدة. ويوصى بإضافة كميات الأسمدة التالية للفدان:

٤٠م$^{٣}$ من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ٢٠م$^{٣}$ من السماد البلدى مع ١٠م$^{٣}$ من سماد الكتكوت (زرق الدواجن).

٣٠ كجم نيتروجينًا (١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٦٠ كجم $P_2O_5$ (٤٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى)، و ٣٠ كجم $K_2O$ (٦٠ كجم سلفات بوتاسيوم).

٨ كجم MgO (٨٠ كجم سلفات معنيسيوم)، و ١٥٠ كجم كبريتًا زراعيًا.

ثانيًا: أسمدة عناصر أولية تضاف عن طريق التربة، أو مع ماء الرى بعد الزراعة:

توالى حقول الثوم بعد الإنبات بالتسميد بالعناصر الأولية بمعدل حوالى ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و ١٢٠ كجم بوتاسيوم ($K_2O$) للفدان على النحو التالى:

١ – تستخدم اليوريا وسلفات الأمونيوم (بنسبة ١:١ من النيتروجين المضاف) كمصدر للنيتروجين خلال الأسابيع الثلاثة الأولى بعد الإنبات، ثم تستخدم سلفات النشادر –منفردة– أو مع نترات الأمونيوم بعد ذلك. وتتوقف النسبة المستخدمة من النيتروجين النتراتى على درجة الحرارة السائدة؛ حيث تنتفى الحاجة إليه فى الجو الدافئ (لتحول الأمونيوم إلى نترات بسرعة فى هذه الظروف)، بينما تزيد الحاجة إليه (فى حدود ٢٥٪–٥٠٪ من كمية النيتروجين الكلى المضافة فى الجو البارد.

٢ – تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، ويلزم – فى حالة إضافتها مع ماء الرى – عمل عجينة من السماد مع حامض النيتريك بنسبة ١:٤ وتركها يومًا كاملاً قبل إذابتها فى الماء، وأخذ الرائق للتسميد به.

٣ – يفضل – عند اتباع نظام الرى بالتنقيط – استبدال ١٥ كجم من حامس أكسيد الفوسفور الموصى بها قبل الزراعة (١٠٠ كجم سوبر فوسفات) بكمية مماثلة – تضاف مع ماء الرى بعد الزراعة – فى صورة حامض فوسفوريك.

٤ – توزيع كميات عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

أ - يزداد معدل التسميد بالفوسفور (فى حالة الرى بالتنقيط) سريعًا، إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو شهرين ونصف شهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو شهر.

ب - يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجيًّا إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو ثلاثة أشهر ونصف الشهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية المستخدمة منه تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد نهائيًا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

جـ - يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد نحو أربعة أشهر ونصف الشهر من الزراعة، ثم تتناقص الكمية المستخدمة منه - تدريجيًّا - إلى أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم - نهائيًا - مع توقف الرى السابق للحصاد.

٥ - تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو - حسب مرحلة النمو النباتى - ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ - فى حالة الرى السطحى:

تخلط الأسمدة معًا، وتضاف - على فترات أسبوعية - سرًا إلى جانب النباتات، وعلى مسافة ٧ سم من قاعدتها.

ب - فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معًا، وتضاف إلى جانب النباتات كما فى حالة الرى السطحى. كذلك يمكن التسميد مع ماء الرى بالرش خلال النصف الثانى من حياة النبات، حينما تكون جذوره قد تشعبت فى الحقل إلى درجة تسمح بأكبر استفادة ممكنة من الأسمدة المضافة التى تتوزع مع ماء الرى فى كل الحقل.

ويلزم فى هذه الحالة تشغيل جهاز الرى بالرش أولاً بدون سماد، لمدة تكفى لبلّ سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فقد السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى. يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لمدة ١٠-١٥ دقيقة؛ بغرض غسل السماد من على الأوراق، وتحريكه فى التربة، والتخلص من آثاره فى جهاز الرى بالرش .

جـ - فى حالة الرى بالتنقيط:

يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - عادة - ست مرات أسبوعيًّا، ويخصص اليوم السابع

للرى بدون تسميد. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية:

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد، ويسمد بها معا، وهذا هو النظام المفضل.

(٢) يخصص يوم للتسميد الآزوتى، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى ... وهكذا.

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى، والفوسفاتى، والبوتاسى، ثم تعاد الدورة ... وهكذا.

ويمكن - فى حالة التسميد مع ماء الرى بالتنقيط - استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًا. ويتوقف تحليل السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتى؛ حيث يمكن استعمال سماد تحليله ١٩-٦-٦ لمدة شهرين بعد الزراعة (أو حوالى شهر ونصف الشهر بعد الإنبات)، يحل محله سماد تركيبه ٢٠-٥-١٥ إلى ما بعد الزراعة بنحو ٤ شهور، ثم بسماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل الحصاد بفترة تتراوح من أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفى بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ونظرًا لأن العناصر الغذائية فى تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النباتات مباشرة .. لذا يمكن عند استخدامها خفض كمية عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم الموصى بها إلى ٥٠ كجم N ، و ٦٠ كجم $K_2O$ للفدان. أما الفوسفور .. فتبقى الكمية التى يمكن استعمالها بعد الزراعة - وهى ١٥ كجم $P_2O_5$ للفدان - كما هى؛ نظرًا ن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال.

ويكفى - عادة - نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة للفدان يوميًّا بعد إنبات التقاوى، ثم تزداد الكمية - تدريجيًّا - إلى أن تصل إلى نحو ٢-٢,٥ كجم يوميًّا فى منتصف موسم النمو، ثم تتناقص - تدريجيًّا - إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يوميًّا - مرة أخرى - قبيل فترة التوقف عن الرى التى تسبق الحصاد.

وكما فى حالة التسميد بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يوم واحد، أو يومين - أسبوعيًّا - للرى بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح فى منطقة نمو الجذور.

هذا .. ويتعين عدم التسميد - مع ماء الرى - بالأسمدة التى تحتوى على أيونى

الفوسفات (مثل حامض الفوسفوريك)، أو الكبريتات (مثل: سلفات الأمونيوم وسلفات البوتاسيوم) عند احتواء مياه الرى على تركيزات عالية من الكالسيوم؛ لكى لايترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

وتوصى وزارة الزراعة (١٩٩٧) - عند التسميد مع مياه الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية - بإذابة السماد اللازم فى كمية من الماء تكفى لرى المساحة المطلوبة، واستخدامها فى الرى مباشرة، على أن يكون الرى بالسماد خلال يومين، ثم بالماء فقط فى اليوم الثالث، وتكرار هذه الدورة باستمرار بعد ذلك. ويحضر المحلول بإذابة مختلف أسمدة العناصر الكبرى يوميًا فى مياه الرى بالمعدلات التالية (جم/م$^3$ من الماء):

| السماد | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سلفات النشادر | ٤٠٠ | ٤٠٠ | ٣٥٠ | ٣٠٠ | ٣٠٠ | ٢٥٠ |
| حامض الفوسفوريك | ٩٥ | ٩٥ | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٠٠ | ٩٠ |
| سلفات البوتاسيوم | ٦٠٠ | ٦٠٠ | ٦٥٠ | ٧٠٠ | ٧٠٠ | ٦٥٠ |

كما توصى الوزارة بزيادة كميات حامض الفوسفوريك وسلفات البوتاسيوم المذابة فى مياه الرى عندما تكون الزراعة فى الأراضى الجيرية لتصبح بالمعدلات التالية (جم/م$^3$ من مياه الرى):

| السماد | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| حامض فوسفوريك | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٢٠ | ١٢٠ | ١٢٠ |
| سلفات البوتاسيوم | ٧٠٠ | ٧٠٠ | ٧٠٠ | ٧٠٠ | ٦٥٠ | ٦٥٠ |

ثالثًا: التسميد بالعناصر السمادية الأخرى:

لاتحتاج حقول الثوم - عادة - إلى كميات إضافية من عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم التى تتوفر بكميات تفى بحاجة النبات فى الأسمدة التى سبقت الإشارة إليها. أما العناصر الصغرى (الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس، والبورون) .. فيلزم التسميد بها إما فى صورة أسمدة بسيطة عادية أو مخلبية، وإما فى صورة أسمدة ورقية مركبة بنفس الكيفية التى سبق إيضاحها تحت البصل.

## المعاملة بالماليك هيدرازيد

أدت معاملة نباتات الثوم المصرى بالمليك هيدرازيد بتركيز ٢٥٠٠ جزء فى المليون قبل الحصاد بأسبوعين إلى منع التزريع فى المخازن، وزيادة فترة التخزين (El-Oksh وآخرون ١٩٧١).

## تقليم الأوراق - عملية غير مرغوب فيها

تلجأ بعض المطاعم إلى إضافة أوراق الثوم الخضراء إلى عجينة الفلافل. وليس هناك من سبيل للحصول على هذه الأوراق إلا بتقليم النبات. وقد وُجد أن إزالة الأوراق السفلية لنباتات الثوم أدت إلى نقص محصول الأبصال معنويًا عند إجرائها فى النصف الثانى من موسم النمو، والذى يرتبط بفترة تكوين الأبصال. وكان الصنف المصرى أكثر الأصناف تأثرا بهذه المعاملة، وأقلها تأثرًا الصنف الصينى (Maksoud & El-Tabbakh ١٩٨٣).

# الفسيولوجى

## تكوين الأبصال

تتكون أبصال الثوم عند ازدياد طول النهار فى فصل الربيع إلى الحد الحرج لتكوين الأبصال، وتزداد سرعة تكوين الأبصال مع ارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٥°م. ويتشابه الثوم فى ذلك مع البصل، إلا أنهما يختلفان فى أن تكوين الأبصال فى الثوم يتأثر كذلك بدرجة الحرارة التى تتعرض لها الفصوص الساكنة أثناء التخزين، وتلك التى تتعرض لها النباتات النامية فى الحقل قبل تكوين الأبصال، فيودئ تعريض الفصوص الساكنة أو النباتات الصغيرة لدرجة حرارة تتراوح من صفر إلى ١٠°م منوية لمدة ٣٠-٦٠ يومًا الى سرعة تكوين الأبصال فيما بعد. وكلما ازدادت فترة التخزين البارد، أو انخفضت درجة حرارة التخزين فى تلك الحدود. كانت النباتات المتكونة أكثر تبكيرًا فى تكوين الرؤوس والنضج، إلا أن النبات يكون صغيرًا، ولا يكوّن رأسا كبيرة. هذا .. ويتم التعرض للحرارة المنخفضة بالقدر الكافى فى معظم مناطق زراعة الثوم، ويكون ذلك إما أثناء تخزين التقاوى، أو أثناء نمو النباتات خلال فصلى الخريف والشتاء (Mann & Minges ١٩٥٨).

وبالمقارنة .. نجد أن الثوم لايكوّن أبصالا عادة عند زراعته تحت ظروف الجو الدافئ والنهار القصير فى المناطق الاستوائية. وإذا ما زرع على الهضاب المرتفعة فى هذه

المناطق، حيث يكون الجو أبرد، فإن النباتات تكوّن أبصالاً، ولكنها تكون صغيرة وغير منتظمة الشكل.

ويمكن الإسراع بتكوين الأبصال بالاستفادة من ظاهرة استجابة الثوم للحرارة المنخفضة أثناء التخزين، حيث تنبت الفصوص بسرعة، وبقوة أكبر عند الزراعة إذا سبق ذلك تحزينها فى درجة حرارة ٥-١٠°م، وذلك عمّا إذا كان قد سبق تخزينها فى درجة صفر أو ٢٠°م. وتكون النباتات أطول ما يمكن عندما تستخدم فى الزراعة فصوص سبق تخزينها فى درجة الصفر المئوى، وتكون أقصر مايمكن عندما يكون التخزين السابق للزراعة فى حرارة ٢٠°م. وفى كلتا الحالتين تكون أوراق النباتات ضيقة، وسيقانها الكاذبة رفيعة، بينما تكون النباتات النامية من فصوص سبق تخزينها فى درجة حرارة ١٠°م ذات أوراق عريضة وسيقان سميكة. وقد جرت محاولات للاستفادة من هذه الظاهرة فى مصر فى إنتاج محصول مبكر من الثوم الصينى يصلح للتصدير.

ويتم تحفيز الثوم لتكوين الأبصال - كما فى البصل - لدى تعرض النباتات لفترة ضوئية طويلة وحرارة مرتفعة ولإضاءة تنخفض فيها نسبة الأشعة الحمراء: الأشعة تحت الحمراء. ولكن نجد - على الأقل فى الأصناف التى تزرع فى المناطق الباردة - أن النباتات لايمكنها الاستجابة لتلك العوامل إلا إذا كان قد سبق تعريضها لحرارة منخفضة إما كفصوص (أبصال) مخزنة، أو بعد الزراعة فى الحقل. ووجد - مثلاً - أن التعرض لحرارة ١٥°م - أو أقل - كان ضروريًا لاستحثاث التبصيل فى الأصناف اليابانية، وتراوح المدى المناسب لذلك بين ٢ و ٤°م.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه، فإن التخزين البارد للأبصال يؤدى إلى تهيئة النباتات للاتجاه نحو الإزهار بعد الزراعة، إلا أن ذلك يتطلب التعرض لحرارة أكثر انخفاضا تتراوح بين -٢°م و٢°م.

وكلما ازدادت فترة تخزين الفصوص فى الحرارة المنخفضة المهيئة للتبصيل، كلما تكونت الفصوص فى محاور ورقية أكبر عمرًا؛ مما يعطى الفرصة لتكوين فص قمى؛ وبذا تتكون الرأس من فص واحد.

وتؤدى الحرارة العالية والفترة الضوئية الطويلة بعد الزراعة مباشرة إلى إسراع تميز الأوراق الخازنة؛ مما قد يؤدى إلى تكوين الفصوص قبل التفريع الجانبى؛ وبذا .. تتكون

أبصال وحيدة الفص. وتزداد حدة هذه الحالة عند استمرار تحزين فصوص التقاوى لفترة طويلة فى الحرارة المهيئة للتبصيل والتى تتراوح بين ٢ و ٤°م (عن Brewster ١٩٩٤).

وفى الظروف التى تسودها حرارة منخفضة وفترة ضوئية قصيرة بعد الزراعة مباشرة. كما فى الزراعات الخريفية المتأخرة، فإن الفروع الجانبية قد تعطى أنصال أوراق، وتكون نموات جانبية. ويزداد تكوين هذه النموات الورقية الجانبية - كذلك - فى حالات التسميد الآزوتى الغزير، وعند الرش بالسيتوكينينات (مثل البنزيل أدينين بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون). وتزداد هذه النموات الورقية الجانبية فى السمك، وتتصلب أعناقها وتعرف حينئذ باسم "ذوات الرقاب الصلبة" Stiff Necks . وأخيرا، فإن هذه النموات الجانبية تكوّن فصوصًا. ومع نضج الأبصال، يؤدى فقد بعض الأغماد الخارجية إلى تعرية الفصوص الخارجية؛ وبذا .. تبدو الأبصال غير منتظمة الشكل، وغير مكتملة التغليف بالأوراق الحرشفية (عن Brewster ١٩٩٤).

## السكون والتزريع

تدخل فصوص الثوم فى فترة راحة عندما تصل النباتات إلى مرحلة النضج فى الحقل. وفى هذه الفترة لاتستطيع الفصوص الإنبات (التزريع) أو التجذير، حتى ولو تهيأت لها الظروف المناسبة لذلك. وتضعف حالة السكون تدريجيًا فى المخازن، ويكون ذلك أسرع عند التخزين فى حرارة ٥-١٠°م، عما فى حالة التخزين فى درجات الحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك. ويستمر الضعف المستمر لحالة السكون هذه المدة ٤-٥ أشهر، وبعدها تنتهى فترة الراحة.

ويختلف طول فترة الراحة باختلاف الأصناف، وذلك مما يؤثر فى صلاحيتها للتخزين؛ فهى أقصر كثيرًا فى الصنف كاليفورنيا إيرلى عما فى الصنف كاليفورنيا ليت، وذلك لدرجة أن الصنف الأول نادرًا ما يخزن (Mann & Minges ١٩٥٨).

وتتوقف فترة سكون فصوص الثوم بعد الحصاد على حالة النضج الفسيولوجى للفصوص، ودرجة حرارة التخزين. فالنباتات التى تحصد وأوراقها مازالت خضراء تلزم لفصوصها فترة أطول لكى تخرج من حالة السكون، مقارنة بفصوص النباتات التى تحصد بعد شيخوخة واصفرار النموات الخضرية. ويجب التفريق بين السكون من حيث عدم القدرة على التزريع، والذى يكون أعمق فى الفصوص غير المكتملة التكوين فسيولوجيًا.

والسكون من حيث عدم القدرة على استمرار النمو، والذى يكون أعمق فى الفصوص المكتملة التكوين، بينما تستمر الفصوص غير المكتملة التكوين فى النمو والزيادة فى الحجم والوزن الجاف أثناء شيخوخة واصفرار النموات الخضرية. كذلك تنعدم أى زيادة فى طول أوراق النبت أو عددها داخل الفص عند اصفرار النموات الهوائية؛ فتكون الفصوص فى حالة سكون تام.

وإذا زرعت هذه الفصوص فى ظروف مثلى للإنبات (٢٠°م مع توفر الرطوبة الأرضية)، فإن الأوراق لاتستطيل، ولاتتكون الجذور الجديدة قبل مرور أسبوعين من اكتمال شيخوخة النموات الخضرية لنباتات الأمهات التى أخذت منها هذه الفصوص، ويبدأ نمو الأوراق الخضرية بعد هذه الفترة، وتتكون مبادئ أوراق جديدة بعد ٧ أيام إلى ١٤ يوما أخرى، ثم تزداد سرعة النمو، ليصبح النبت الجديد ظاهرًا بعد ٧-٨ أسابيع من زراعة الفصوص.

وكما أسلفنا بيانه، فإن حرارة التخزين تتفاعل مع مرحلة النضج الفسيولوجى للفصوص فى التأثير على سرعة التزريع عند زراعة الفصوص. وتكون الفصوص غير المكتملة التكوين فسيولوجيًا (التى تحصد فيها الرؤوس أثناء النمو الخضرى للنباتات) أسرع إنباتًا إذا خزنت - قبل زراعتها - على ٣٥°م، مقارنة بتخزينها على ٥ أو ٢٠°م. أما الفصوص التى تحصد من نباتات اكتملت شيخوختها فإن تخزينها لمدة ثلاثة أسابيع على ٣٥°م يسرع - كذلك - تزريعها عند زراعتها، ولكن يتساوى تأثير هذه المعاملة مع تأثير التخزين على ٥°م. ويعنى ذلك أن أهمية الحرارة المنخفضة (٥°م) تزداد بزيادة النضج الفسيولوجى للفصوص.

وعند قرب انتهاء حالة السكون بعد الحصاد لايكون لحرارة التخزين العالية (٣٥°م) أى تأثير على سرعة التزريع بعد الزراعة، ولكن التخزين على ٥°م يبقى مؤثرا فى إسراع التزريع حتى فى هذه الفصوص التى قاربت على الخروج من حالة السكون. أما الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون تمامًا، فإن سرعة تزريعها لاتتوقف على درجة حرارة التخزين السابق للزراعة، وقد يؤدى التخزين على ٣٥°م إلى تأخير التزريع قليلاً.

وتجدر الإشارة إلى أن الجذور الجديدة تكون قد باشرت التكوين والبروز من الساق القرصية فى الفصوص التى خزنت لمدة ٤ شهور أو أكثر. وتؤدى الحرارة العالية ( ٣٥°م أو أعلى من ذلك) - فى هذه الحالات - إلى موت هذه الجذور، وربما يكون ذلك هو السبب فى تأخير التزريع فى حالات تخزين الثوم لفترات طويلة قبل زراعته على ٣٥°م.

وتحت ظروف الحقل - حيث قد لاتكون الظروف مثالية لإنبات الفصوص - فإن فترة الخروج من حالة السكون قد تزداد إلى خمسة أسابيع أو أكثر، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة آنذاك.

وتقل شدة السكون (إذا قيست بعدد الأيام بين زراعة الفصوص وظهور النبت منها) بزيادة فترة تخزين الفصوص (رؤوس الثوم) بعد حصادها، وتتفاعل مدة التخزين مع درجة حرارة التخزين فى التأثير على شدة السكون.

وعند انتهاء حالة السكون فإن فصوص الثوم تكوّن - عند زراعتها - جذورًا جديدة فى مدى واسع من درجات الحرارة إذا ما توفرت لها الرطوبة الأرضية المناسبة، مع ملاحظة أن الظروف الحرارية القاسية - بالارتفاع أو بالانخفاض - يمكن أن تؤخر هذا التجذير. أما الفصوص الساكنة فإن تجذيرها يتوقف على درجة الحرارة، وأنسب حرارة لتجذيرها هى ١٥°م ، ويتأخر التجذير كثيرًا فى الحرارة الأعلى من ٢٠°م، والحرارة الأقل من ١٠°م. أما زيادة الجذور فى الطول بعد تكوينها فإن ذلك يتناسب طرديًا مع درجة الحرارة فى مدى يتراوح بين الصفر المئوى و ٢٥°م. ولذا .. فإن تكوين ونمو المجموع الجذرى يتم بصورة أسرع على ٢٠°م.

أما بالنسبة للتزريع فإن أنسب درجة حرارة لتزريع الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون تبلغ حوالى ٢٢°م، ولايتأثر التزريع فيها كثيرًا فى مدى حرارى يتراوح بين ١٥ و ٣٠°م، ولكن يقل معدل التزريع كثيرًا فى ١٠°م. ويكون تأثر التزريع بدرجة الحرارة فى الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون مماثلاً لتلك التى لم ينته سكونها (عن Takagi ١٩٩٠).

وللتغلب على السكون العميق بعد الحصاد مباشرة، فإن أفضل وسيلة هى تخزين الرؤوس على حرارة ٣٥-٤٠°م لمدة أسبوعين، بينما إذا لزم التخزين لمدة ٣ أسابيع أو أكثر من ذلك فإن أفضل حرارة للتخزين تكون ٥-١٠°م، ولكن التخزين لمدة ٢-٣ أسابيع على ٣٥-٤٠°م ثم التخزين لفترة مماثلة على ٥-١٠°م يكون أفضل. ويعنى ذلك أن التخزين على ٥-١٠°م يناسب تحفيز التزريع فى الفصوص التى انتهت فيها حالة السكون أيًا كانت فترة التخزين.

ويمكن القول أن ٣٥°م تناسب كسر حالة السكون، بينما تناسب ٥°م التزريع بعد انتهاء حالة السكون (عن Takagi ١٩٩٠).

وقد أوضحت دراسات Park وآخرون (١٩٩٢) أن تزريع الثوم وتجذيرة بعد الزراعة كان أسرع عندما خزنت التقاوى لمدة ٥٠ يوما قبل الزراعة على ٥°م أو درجة حرارة الغرفة (١٥-٢٠°م) عما لو كان تخزينها على ٢٥ أو ٣٥°م. وقد أدى التخزين على الحرارة المنخفضة (٣ و٥°م) إلى زيادة النمو الثانوى والاتجاد نحو تكوين الشماريخ الزهرية، ولكنه أدى - كذلك - إلى تقصير الفترة حتى تميز الفصوص، كما صاحب التخزين فى هذه الحرارة أقل نسبة فقد فى الوزن وأقل نسبة إصابة بالأعفان. هذا إلا أن أعلى محصول من الأبصال حُصل عليه - فى هذه الدراسة - عندما خزنت التقاوى فى حرارة الغرفة.

وفى دراسة للتعرف على تأثير تخزين تقاوى أربعة أصناف من الثوم (العمانى، والإيرانى، والهندى، والصينى) لمدة ٣٠ يوما قبل الزراعة على صفر ، و ٧، و ٢٥°م. ازداد تكوين مبادئ الأوراق فى الصنف العمانى، بينما انخفض فى الأصناف الأخرى عندما كان تخزين التقاوى فى الحرارة العالية (٢٥°م)، مقارنة بدرجات الحرارة الأخرى. وازداد قطر الأبصال عندما كان التخزين على صفر أو ٧°م، وانخفض المحصول بزيادة حرارة التخزين؛ فباستثناء الصنف الهندى ازداد محصول الأبصال بمقدار ثلاثة أضعاف عندما كان تخزين التقاوى على حرارة الصفر المئوى مقارنة بالتخزين على ٢٥°م (Satti & Lopez ١٩٩٤).

وقد وجد Kimoto وآخرون (١٩٩٦) أن وضع الثوم فى درجة حرارة الغرفة لفترات تراوحت من صفر إلى ١٢ يوما عقب تخزينه لمدة ٤٥ يومًا على ٤°م مباشرة كان له تأثيرات سلبية على النمو النباتى والمحصول بعد الزراعة، واعتبر الباحثون ذلك بمثابة إزالة لأثر الارتباع Devernalization الذى حدث للفصوص خلال فترة تخزينها فى الحرارة المنخفضة. فقد أدى تأخير الزراعة لأكثر من ستة أيام إلى تأخير الإنبات بنحو ١٦ إلى ٤٤ يوما بعد الزراعة، وإلى نقص ارتفاع النباتات - كتعبير عن ضعف النمو النباتى - بعد ٤٤ إلى ٨٧ يوما من الزراعة، ونقص عدد الأوراق بالنبات. وازدادت نسبة النباتات التى كونت شماريخ زهرية من ١٦,٤٪ عندما زرعت الفصوص بعد إخراجها من المخزن المبرد مباشرة إلى ٣٩,٢٪ عندما تأخرت الزراعة لمدة ١٢ يوما بعد التخزين البارد. كما أدى تأخير الزراعة إلى نقص محصول الرؤوس الكبيرة من ٢,٩٤ طن/هكتار فى حالة الزراعة بعد التخزين البارد مباشرة إلى ٢,١١ طن/هكتار عندما أخرت الزراعة لمدة ١٢ يوما.

ويرتبط انتهاء أو كسر حالة السكون فى فصوص الثوم بزيادة نشاط السيتوكينينات والمركبات الشبيهة بالجبريللينات. ويمكن تحفيز التزريع بقوة فى فصوص الثوم الساكنة

بمعاملتها بالبنزيل أدينين، ولكن تختلف النتائج بشأن تأثير المعاملة بالجبريلليين. وبينما لم يكن للأوكسنات تأثير فى هذه الشأن، فإن المعاملة بإندول حامض البيوتريك حفزت التجذير. ويبدو أن المركبات الكبريتية - التى تؤثر فى إنهاء حالة السكون فى بعض نباتات الأبصال - تلعب دورًا هامًا مماثلاً فى الثوم (عن Takagi ١٩٩٠).

وقد وجد أن مستوى الأوكسينات، والجبريللينات، والسيتوكينينات كان أعلى ما يمكن عندما خزنت الأبصال على حرارة منخفضة - من صفر إلى ٥°م لمدة ٦٠ يومًا - وازداد مستواها عندما زيدت فترة التخزين إلى ١٢٠ أو ١٨٠ يومًا (Park & Lee ١٩٩٢).

وعندما خزنت فصوص (رؤوس) الثوم الساكنة على حرارة ٥ ، أو ٢٠، أو ٣٥°م انتهت حالة السكون، وكان التزريع أسرع فى الفصوص التى خزنت على ٥°م عما فى تلك التى خزنت على ٢٠°م، بينما لم تُزَرِّع الفصوص التى خزنت على ٣٥°م. وكان إنتاج الإيثيلين عاليًا خلال فترة كسر حالة السكون. وازداد مستوى حامض الأبسيسيك فى كل درجات الحرارة، ولكن الزيادة كانت أقل ما يمكن على حرارة ٥°م. وكان مستوى حامض الجبريلليك أعلى ما يمكن فى الفصوص التى خزنت على ٥°م، وأقل ما يمكن عندما كان التخزين على ٣٥°م. وقد ارتفع مستوى حامض الجبريلليك والسيتوكينين خلال مراحل السكون الأولى، ثم انخفضا، ثم ازدادا ثانية قرب انتهاء حالة السكون (Li وآخرون ١٩٩٦).

## الاتجاه المبكر نحو تكوين الحوامل النورية (الحنبطة)

تعنى الحنبطة نمو حوامل نورية للنباتات قبل أن يحل موعد حصادها. ومن أهم مساوئ هذه الظاهرة مايلى:

١ - تقليل حجم الأبصال، وذلك لأن البلابل التى تتكون فى النورة تستهلك جزءًا من الغذاء.

٢ - زيادة سمك أعناق الأبصال المتكونة؛ وذلك لأن الحامل النورى يكون قويًا ومصمتًا.

ولا تتهيأ نباتات الثوم للإزهار إلا بالتعرض لدرجة الحرارة المنخفضة كما فى البصل. وقد لوحظ وجود اختلافات بين الأصناف فى مدى استعدادها للحنبطة. وتقل هذه الظاهرة عندما تكون الظروف البيئية مناسبة للنمو السريع والنضج المبكر (Jones & Mann ١٩٦٣).

إن درجات حرارة تخزين تقاوى الثوم التى تعد أشدّ تهيئة لتكوين الشماريخ الزهرية بعد الزراعة لهى أقل من الدرجة المثلى التى تهيئ النبات لتكوين الأوراق الخازنة (الفصوص)، وهى تختلف باختلاف الأصناف، حيث تتراوح - مثلاً - بين -٢ و ٦ْم فى الصنف هوكى Hoki، وبين -٢ و ٢ْم فى النصف ياما جاتا Yamagata. هذا فى الوقت الذى يكون فيه الحد الأدنى لحرارة التخزين المؤثر فى التهيئة لتكوين الأوراق الخازنة -٤ْم أو أقل قليلاً فى الصنف هوكى، ونحو -٢ْم إلى -٤ْم فى الصنف ياما جاتا. وبالمقارنة .. فإن الحد الأقصى لحرارة التخزين المؤثرة فى التهيئة للإزهار يبلغ ١٠ْم بالنسبة للصنف ياما جاتا.

وعندما تحدث التهيئة للإزهار أثناء نمو النباتات فإن الحد الأقصى للحرارة المؤثرة تتراوح بين ١٠ و ١٦ْم حسب الصنف.

وتتفاعل فترة التخزين البارد للتقاوى مع الحرارة المنخفضة فى التأثير على تهيئة النباتات للاتجاه نحو الإزهار المبكر، فكلما امتدت فترة التخزين البارد - حتى ستة أشهر - كلما قلّ عدد الأوراق المتكونة قبل تكون الشمراخ الزهرى، ولكن زيادة فترة التخزين البارد عن ستة أشهر تؤدى إلى زيادة نسبة النباتات التى تكون أبصالاً من فص واحد؛ وبذا .. تقل نسبة النباتات المزهرة.

وتجدر الإشارة إلى أنه ليس ضروريًّا أن تكوّن النباتات التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين البارد للتقاوى شماريخ زهرية بعد الزراعة؛ فلو أن هذه النباتات نمت فى ظروف لاتناسب تكوين الشماريخ، فإنها قد تكوّن أبصالاً وحيدة الفص. ونعلم أن درجات الحرارة المنخفضة التى تخزن عليها التقاوى تكون مسئولة عن التهيئة لكل من الإزهار وتكوين الأوراق الخازنة (الفصوص). وبذا .. فإن النبات الذى تهيأ لتكوين شمراخ زهرى يكون قادرًا على الاتجاه نحو أحد المسلكين فى البرعم القمى. فإذا كوّن هذا النبات ورقة خازنة فى البرعم القمى فإنه لن يتمكن من إنتاج شمراخ زهرى أو برعم إبطى بعد ذلك، وإنما ينتهى به الأمر إلى تكوين بصلة وحيدة الفص يُحاط فيها البرعم القمى بالورقة الخازنة؛ وبذا .. يبقى هذا البرعم القمى ساكنًا. ولكن إذا تكوّن الشمراخ الزهرى قبل تكوين الورقة الخازنة فإن البراعم الجانبية تتكون، ثم تكوّن بدورها أوراقًا خازنة أخرى.

وعليه فإن الظروف البيئة التى تتعرض لها النباتات بعد معاملة التقاوى بالبرودة يمكن أن يكون لها تأثيرات بالغة على نوعية الأبصال المتكونة، أتكون وحيدة الفص، أم وسطية العدد من الفصوص، أم أبصالاً عادية متعددة الفصوص.

وأهم العوامل التى تؤثر فى نسبة النباتات التى تكون شماريخ زهرية بعد التهيئة للإزهار. هى: درجة الحرارة، والفترة الضوئية، وشدة الإضاءة، والرطوبة الأرضية، ومدى توفر النيتروجين للنبات بعد المعاملة بالبرودة، وكذلك حجم النبات والصنف المزروع، كما يلى:

١ - يقل الاتجاه نحو التزهير - فى النباتات التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين البارد للتقاوى - إذا كانت درجة الحرارة السائدة أثناء النمو النباتى ١٣°م أو أعلى من ذلك. إذا كانت الفترة الضوئية حوالى ١٢ ساعة؛ أما إذا نقصت الفترة الضوئية إلى ٨ ساعات، فإن الحرارة التى يقل عندها الاتجاه نحو التزهير ترتفع إلى ١٥°م أو أكثر من ذلك. وبذا .. فإن الحد الحرارى الأقصى الذى يلزم لتكوين الشماريخ الزهرية يزداد بنقص الفترة الضوئية، والعكس بالعكس. ويختلف هذا الحد الأقصى باختلاف الأصناف، ويصل فى الصنف هوكى إلى ٢٠°م فى فترة ضوئية طولها ١٢ ساعة.

٢ - تعمل الفترة الضوئية القصيرة بعد التهيئة للإزهار على تثبيط تكوين الشماريخ الزهرية، ولكن الفترة الضوئية القصيرة يكون لها - كذلك - تأثير مثبط أقوى على تكوين الأوراق الخازنة؛ وبذا .. فإنها فى نهاية الأمر تساعد على زيادة الاتجاه نحو الإزهار.

٣ - تقل نسبة النباتات التى تتجه نحو تكوين الحوامل الزهرية - بعد تهيئتها للإزهار - حينما تتعرض النباتات لإضاءة ضعيفة.

٤ - يؤدى نقص الرطوبة الأرضية لمدة أسبوعين بعد الزراعة إلى منع الاتجاه نحو التزهير فى النباتات التى تهيأت لذلك، وتزداد فى المقابل نسبة الأبصال الوحيدة الفص.

٥ - تزداد كذلك نسبة الأبصال الوحيدة الفص إذا تعرضت النباتات لنقص شديد فى عنصر الآزوت لمدة شهر قبل بداية تكوين الشماريخ الزهرية؛ وبذا تقل نسبة النباتات المزهرة.

٦ - تقل احتمالات الاتجاه نحو تكوين الشماريخ الزهرية كلما كانت النباتات - التى تهيأت للإزهار أثناء التخزين - صغيرة الحجم، ويتفاعل هذا العامل - فى التأثير على نسبة الاتجاه نحو التزهير - مع مختلف العوامل الأخرى التى أسلفنا بيانها (عن Takagi ١٩٩٠).

٧ - وجد Pooler & Simon (١٩٩٣) اختلافات كبيرة بين سلالات الثوم فى استجابتها للعوامل المؤثرة فى الاتجاه نحو التزهير، وهى التخزين البارد للتقاوى، والفترة الضوئية ودرجة الحرارة السائدتين أثناء النمو النباتى. هذا .. إلا أن جميع السلالات حدثت بها أعلى نسبة اتجاه نحو التزهير عندما نميت فى حرارة ١٠°م، مع فترة ضوئية قصيرة (٩-١٠ ساعات)، ومع عدم سبق التخزين للتقاوى فى حرارة منخفضة.

وإذا ما تكونت الفصوص والشمراخ الزهرى فى آن واحد فإنهما يتنافسان على الغذاء المجهز. وإذا ساد الجو حرارة عالية مع فترة ضوئية طويلة بعد بداية تكوين الشمراخ الزهرى مباشرة فإن النورة قد تضمحل وينتهى بها الأمر إلى أن تصبح مجرد نسيج غشائى رقيق؛ ذلك لأن تلك الظروف تناسب التبصيل. وإذا ساد الجو حرارة منخفضة مع فترة ضوئية قصيرة - أو أى منهما منفردًا - بعد بداية تكوين الحوامل النورية مباشرة، فإن كلاً من الإزهار والتبصيل قد يُثبطَّا، ولكن نظرًا لأن تكوين الفصوص يكون أكثر تأثرًا بتلك الظروف، فإن نمو الشماريخ الزهرية يكون أقوى. وبعد أن يصل نمو الشمراخ الزهرى إلى مرحلة معينة فإن الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية تفقدان تأثيرهما عليه، وتتكون شماريخ زهرية كبيرة وجيدة التكوين (عن Takagi ١٩٩٠).

## المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للثوم

ينطبق على الثوم كثير من المعلومات المتعلقة بفسيولوجيا المذاق والنكهة، والمركبات المسئولة عنها، والتى أسلفنا بيانها تحت البصل. وقد تمكن Mazza وآخرون (١٩٩٢) من تمييز ٥٣ مركبًا قابلاً للتطاير من أنسجة الثوم المهروس، وتعرفوا على هوية ٢٢ مركبًا منها. ووجد الباحثون اختلافات فى تلك المركبات بين الفصوص غير المكتملة التكوين والفصوص الناضجة. وكانت أكثر المركبات تواجدًا مايلى:

diallyl disulphide

3-vinyl-4H-1,2-dithiin

2-vinyl-4H-1,3-dithiin

allyl (E)-prop-1-enyl disulphide

allyl methyl disulphide

allyl methyl trisulphide

diallyl trisulphide

## العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية فى الثوم مايلى:

### الرؤوس غير المنتظمة الشكل

تعتبر الرؤوس المشوهة غير المنتظمة الشكل rough bulbs من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر فى محصول الثوم. وتعد كثرة تعرض تقاوى الثوم المخزنة، أو النباتات الصغيرة فى الحقل لدرجات الحرارة المنخفضة من أهم أسباب هذه الظاهرة حيث يؤدى ذلك إلى تكون

فصوص فى آباط الأوراق الخارجية، وقد تعطى هذه الفصوص نموات خضرية أثناء فصل النمو، فتبدو كنمو جانبى للبصلة، ثم تؤدى إلى فقد بعض الأوراق الخارجية المغلفة للرأس، فتظهر بعض الفصوص بدون غلاف خارجى. ويزداد ظهور هذه الظاهرة فى حالات الزراعات المبكرة، والتسميد الغزير، وزيادة مسافة الزراعة، وكل الظروف التى تشجع على النمو القوى السريع.

### التفريغ

تحدث ظاهرة التفريغ فى الثوم المخزن لعدة أشهر فى ظروف غير مناسبة، كدرجات الحرارة المرتفعة، أو الرطوبة النسبية الشديدة الانخفاض، إذ تفقد الفصوص فى هذه الحالات نسبة عالية من رطوبتها، فتنكمش داخل الورقة الخارجية الحامية للفص، كما يفقد الفص جزءًا من محتواه من المواد الكربوهيدراتية فى التنفس نتيجة لارتفاع معدلات التنفس فى درجات الحرارة العالية. ويؤدى كل ذلك إلى احتفاظ الرؤوس بشكلها العادى، ولكنها تكون خفيفة الوزن بسبب انكماش الفصوص، وتفريغها من الجزء الأكبر من محتواها من الرطوبة والغذاء المخزن.

## تكنولوجيا إنتاج التقاوى الخالية من الفيروسات

يتم تخليص أصناف وتقاوى الثوم من الفيروسات عن طريق مزارع القمة الميرستيمية، ومن أهم هذه الفيروسات: فيرس تقزم البصل الأصفر onion yellow dwarf virus، وفيرس تخطيط الكرات الأصفر leek yellow stripe (Walkey وآخرون ١٩٨٧). ويفيد الجمع بين المعاملة الحرارية وزراعة القمة الميرستيمية فى إنتاج نباتات أمهات خالية تمامًا من الفيرس، حيث يمكن إكثارها - بعد ذلك - تحت ظروف لاتسمح بالإصابة بالفيروسات.

وتدل مختلف الشواهد على أن غالبية تقاوى الثوم المتداولة - ليس فى مصر وحدها، وإنما فى عديد من دول العالم الأخرى - مصابة بفيروسين على الأقل، أو عدة فيروسات (عن Walkey & Antill ١٩٨٩).

ويفيد كثيرًا انتخاب النباتات القوية النمو - التى تبدأ منها زراعات القمة النامية الميرستمية - فى زيادة نسبة الحصول على نباتات خالية من الفيرس.

وقد أدى تخليص نباتات خمسة أصناف من الثوم من الفيروسات فى المملكة المتحدة إلى إحداث زيادة كبيرة فى محصولها وفى حجم فصوصها مقارنة بالنباتات التى لم تُخلص من الفيروسات (Walkey & Antill ١٩٨٩)، وظهرت تأثيرات مماثلة فى أصناف أخرى بكل من اليابان (Masuda وآخرون ١٩٩٤)، وبولندا (Szyndel وآخرون ١٩٩٤)، والصين (Ma وآخرون ١٩٩٤، و Li وآخرون ١٩٩٥)، وفى عديد من الدول الأخرى.

وكذلك أمكن إكثار الثوم المصرى بنجاح بزارعة القمم النامية لفصوص الثوم على بيئة $B_5$ المغذية، والمزودة بالسيتوكينين 2-ip بتركيز ٤ مجم/لتر، حيث كونت ٨٠٪ من الأجزاء النباتية مجاميع خضرية جانبية بمتوسط ٧,٤٪ نموًا لكل جزء نباتى مزروع، وتم تجذير المجاميع الخضرية الناتجة بنجاح فى خلال أسبوعين باستخدام بيئة BDS المزودة بالسيتوكينين بنزيل أمينو بيورين، والأوكسالين نفثالين حامض الخليك بتركيز ٠,١ مجم/لتر كل منهما (Ebida ١٩٩١).

وقد درست مختلف العوامل والبيئات المؤثرة فى إكثار الثوم بطريقة زراعة الأنسجة فى عديد من الأصناف (Takagi & Qu ١٩٩٥، و Kudou وآخرون ١٩٩٥، و Koch وآخرون ١٩٩٥).

## الحصاد والتداول والتخزين والتصدير

### النضج

إذا أخذت درجة الصفر المئوى كحرارة أساس base temperature، فإن تكوين الورقة الواحدة يتطلب من ١٠٠ إلى ١٣١ درجة حرارية يومية degree days، وذلك عند توفر النيتروجين بالمستوى المناسب للنمو (Brewster & Rabinowitch ١٩٩٠).

ويصل الوزن الطازج لنباتات الثوم إلى حده الأقصى قبل الحصاد بنحو شهر، ولكن الوزن الجاف يستمر فى الزيادة حتى الحصاد. وبينما تبلغ نسبة المادة الجافة فى النباتات النامية حوالى ٢٥٪، فإنها تزداد إلى نحو ٣٠٪ قرب الحصاد.

وقد (تقلّع) نباتات الثوم قبل تمام نضجها للحصول على عائد أكبر عند ارتفاع الأسعار فى بداية الموسم. وتباع هذه النباتات بغرض الاستهلاك المباشر ولا تخزن، وذلك لزيادة محتواها من الرطوبة، فلا تتحمل التخزين، ولكن العادة هى أن يقلع المحصول بعد تمام نضجه.

وتحصد الأبصال عندما تصفر الأوراق، وتلين أعناق الأبصال ، وترقد النموات الخضرية إلى أسفل، إلا أن هذا الرقـاد لايحدث إذا كونت النباتات شماريخ زهرية. وتكون نسبة التبصيل (قطر البصلة: قطر الساق الكاذبة) فى مرحلة الحصاد هذه حوالى ٤ أو ٥ .

وفى مصر ينضج الثوم بعد نحو ٦-٧ أشهر من الزراعة، ويكون ذلـك فـى شـهرى مارس وأبريل فى الوجه القبلى، وشهر مايو فى الوجه البحرى. أمـا علامـات النضـج ، فهى: اصفرار الأوراق، وبدء جفافها، وانحناؤها نحو الأرض. ويجرى الحصاد عندما تظـهر هذه الأعراض على نحو ٧٠-٩٠٪ من النباتات فى الحقل. وقد وجد Maksoud & El-Oksh (١٩٨٣) أن الثوم المصرى يجهز للحصاد بعد ٣٠ أسبوعًا من الزراعة بينما يتأخر الثـوم الصينى عنه بأسبوعين.

ويؤثر موعد الحصاد على صلاحية رؤوس الثوم للتخزين. ولدراسة هذا الأمر .. زرع ثلاثة أصناف من الثوم هى: المصرى، والأمريكى، والصينى فى ثلاثة مواعيد هى: منتصف سبتمبر، وأول أكتوبر، ومنتصف أكتوبر، وحُصد المحصول بعد ٢٧، و ٢٩، ٣١ أسـبوعًا من الزراعة، وخزنت فى مخزن مظلل لمدد تراوحت بين ٦ و ٩ أشهر، وفُحصت خلالها كل ١٥ يومًا. وقد وُجد أن الصنف الصينى كان آخر الأصناف فى التنبيت أثناء التخزين، كمـا كانت نسبة الفقد فيه أقل من باقى الأصناف خلال فترة التخزين. وأعطت الزراعة المتـأخرة فى منتصف أكتوبر، أو الحصاد المتأخر بعد ٣١ أسبوعًا نسبة أقل من الفقد عن الزراعـة المبكرة فى منتصف سبتمبر، أو الحصاد المبكر بعد ٢٧ أسبوعًا من الزراعـة (Maksoud & Sharaf ١٩٨٦).

## الحصاد، والمعالجة، والإعداد للتسويق

تُقلّع النباتات (بالمناقر)، أو بأوتاد حديدية، ثم تجذب باليد وتنشر فـى الشمـس لمـدة أسبوع إلى أسبوعين حتى تجف العروش، على أن تغطى الـرؤوس خـلال تلـك الفـترة بالعروش لحمايتها من أشعة الشمس. وتعتبر تلك هى فترة العلاج التجفيفى، حيـث تفقـد النباتات خلالها نحو ثـُلث وزنها، ثم يتم تنظيف النباتات من الطين، واسـتبعاد الـرؤوس المصابة بالأمراض، وبعدها يعبأ المحصول فى أجولة، أو يربط فى حزم بكل منها من ٤-٦ نباتات. وقد تجرى عملية الربط هذه بعد الحصـاد مباشرة، ثم تترك الحـزم فـى الحقـل لتجف.

ويُسوّق المحصول دون تقطيع العروش، وذلك لتعود المستهلك المصرى على تخزين الثوم بالعروش. وإذا أريد تقطيعها، فإن ذلك يكون على أعلى مستوى البصلة بنحو ٣ سم بعد الحصاد مباشرة، كما تقطع معها الجذور إلى طول ١ سم، ثم تجرى عليها العلاج التجفيفى فى مكان هاو، مع عدم تعريضها فى هذه الحالة لأشعة الشمس المباشرة، وذلك بسبب تقطيع العروش التى كانت تحمى الأبصال. ويستمر العلاج بهذه الطريقة حوالى أسبوعين.

وعند كثرة الأمطار أو الندى وقت الحصاد فإنه يتعين قطع النموات الخضرية والجذور بعد الحصاد مباشرة، ثم معالجة الأبصال فى المخازن مثلما سبق بيانه تحت البصل. ويمكن فى هذه الحالة قطع النموات الهوائية آليًا على ارتفاع ١٣ سم من قمة الأبصال قبل الحصاد. ويجب ألا يزيد سمك طبقة الأبصال السائبة التى توضع بدون عروش فى المخازن عن مترين، مع توفير تهوية جبرية لها.

وبمقارنة قطع الجذور والنموات الهوائية عند الحصاد، أو بعد الحصاد بثلاثة أيام، أو بعد الحصاد بثلاثين يومًا، أو ترك الأبصال بدون تقطيع للجذور والنموات الهوائية، ثم التخزين فى حرارة تراوحت بين ٢٠ و ٢٥°م لمدة ستة شهور، كانت أفضل معاملة هى تلك التى قلمت فيها الجذور والنموات الهوائية عند الحصاد (Finger & Puiatti ١٩٩٤).

## المحصول

يُقدّر محصول الثوم بعد العلاج التجفيفى بنحو ٨-١٠ أطنان للفدان من الصنف البلدى، و ٤-٥ أطنان من الصنف الصينى، ونحو ٧-٩ أطنان للفدان من السلالة سدس. أما الثوم المحمل، فتقل فيه كمية المحصول إلى النصف تقريبا.

## التخزين

يمكن تخزين نباتات الثوم بحالة جيدة لمدة قد تصل إلى ٨ أشهر فى مخازن عادية غير مبردة، بشرط أن تكون النباتات تامة النضج، ومعالجة جيدا، وأن تكون المخازن جيدة التهوية، وذلك حتى لاتتعفن الأبصال. وتفقد الرؤوس خلال هذه الفترة نحو ٣٥-٦٠٪ من وزنها، ويظهر هذا الفقد بعد شهور قليلة من التخزين على شكل تفريغ بسيط فى الفصوص تزداد حدته تدريجيًا إلى أن تفقد الرؤوس قيمتها التسويقية قبل موعد حصاد

المحصول التالى. وتزداد هذه المشكلة حدة فى الثوم الصينى الذى لايمكن تخزينه بهذه الصورة لأكثر من شهر ديسمبر؛ لذا .. فإنه ينصح فى حالة توفر المخازن المبردة أن يتم تخزين الثوم فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تقدر بنحو ٦٠٪ على الأكثر، وعلى ألا تزيد الرطوبة عن ذلك لتجنب عفن الرؤوس ونمو الجذور، وألا تقل عن ذلك لتقليل ظاهرة التفريغ إلى أقل مستوى ممكن. ويمكن بهذه الطريقة حفظ الرؤوس بحالة جيدة نضرة لمدة تزيد عن ٨ أشهر.

أما الرؤوس المعدة لاستخدامها كتقاو، فإنها يجب أن تخزن فى حرارة تتراوح بين ٥ و١٠°م، على ألا تنخفض درجة حرارة التخزين عن ٤°م، أو ترتفع عن ١٨°م، وذلك لأن الحرارة الشديدة الانخفاض تؤدى إلى التبكير الشديد فى النضج؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة نسبة الأبصال غير المنتظمة الشكل، بينما تؤخر الحرارة العالية إنبات الفصوص وتكوين الأبصال والنضج.

وتعد أفضل الوسائل لإطالة فترة تخزين الثوم بحالة جيدة، هى مايلى:

١ - معاملة النباتات بالماليك هيدرازيد قبل الحصاد

وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع ضمن عمليات الخدمة الزراعية.

٢ - التخزين فى الحرارة المنخفضة

نظريًا .. فإن أفضل حرارة لتخزين الثوم المعالج جيدًا هى -٢°م، ويفضل الإسراع بالتخزين على هذه الدرجة بمجرد جفاف الرؤوس وقبل انتهاء حالة السكون فيها؛ ذلك لأن الرؤوس يمكن أن تتجمد وتصاب بأضرار البرودة إذا خزنت على هذه الدرجة وهى زائدة الرطوبة، كما أن الجذور يمكن أن تبدأ فى التكوين إذا تأخر التخزين إلى ما بعد خروج الفصوص من حالة السكون (عن Takagi ١٩٩٠).

وعمليًا .. فإن الثوم يخزن فى حرارة الغرفة، على الرغم من أن أفضل درجة حرارة لتخزين الثوم لأطول فترة ممكنة تتراوح بين -١ و -٣°م، بينما يحدث التزريع سريعًا فى الأبصال المخزنة على ٥ إلى ١٠°م. ويخزن الثوم جيدًا على حرارة تتراوح بين ٢٠ و٣٠°م، ولكن يزداد الفقد الرطوبى والانكماش فى هذا المدى الحرارى؛ خاصة وأن الرطوبة النسبية يجب أن تبقى - فى جميع الحالات - تحت ٧٠٪، لتجنب الإصابة بالأعفان ونمو الجذور (عن Brewster ١٩٩٤).

وإذا خزن الثوم فى حرارة الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٦٥٪ فإنه يمكن أن يبقى بحالة جيدة لمدة تزيد عن ثمانية أشهر، يفقد خلالها الثوم نحو ١٢,٥٪ من وزنه (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

### ٣ - المعاملة بأشعة جاما بعد الحصاد

تؤدى معاملة الثوم بأشعة جاما بجرعة مقدارها ٢ كيلوراد فى خلال ثمانية أسابيع من الحصاد إلى منع التزريع، وتقليل الفقد فى الوزن، وزيادة مدة الصلاحية للتخزين لمدة سنة كاملة بعد الحصاد، هذا إلا أن التزريع لايتوقف إذا تأخرت معاملة الإشعاع لأكثر من ثمانية أسابيع بعد الحصاد. وقد ازداد معدل تنفس الأبصال بعد المعاملة بالإشعاع مباشرة، ولكنه عاد إلى معدله الطبيعى - كما فى الأبصال غير المعاملة - وذلك فى خلال أيام قليلة (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد حصل Croci وآخرون (١٩٩٠) على نتائج مشابهة، حيث أدت معاملة الرؤوس بجرعة مقدارها ٥٠ Gy من أشعة جاما بعد شهر من الحصاد، ثم تخزينه لمدة ٣٠٠ يومًا فى مخازن عادية تراوحت فيها الحرارة بين ٦ و ٣٢°م، والرطوبة النسبية بين ٤٠ و٥٠٪.. أدى ذلك إلى نقص الفقد فى الوزن فى نهاية فترة التخزين إلى ٢٢٪ مقارنة بفقد فى الوزن قدره ٤٣٪ فى الكنترول غير المعامل بالإشعاع، مع نقص نسبة التزريع كثيرًا، بينما لم تتأثر النكهة والطعم المميزين للثوم بمعاملة الإشعاع.

وفى دراسة أخرى عامل Wu وآخرون (١٩٩٦) رؤوس الثوم بجرعة مقدارها ٠,١٥ KGy من أشعة جاما قبل تخزينه فى الجو العادى لمدة ثمانية أشهر، بهدف دراسة تأثير معاملة الإشعاع على محتوى الثوم من مركب الداى آليل داى سلفيد diallyl disulfide الذى يشكل ٧٧ من إجمالى المركبات القابلة للتطاير فى الثوم، ويعد أهمها. وقد وجد الباحثون أن محتوى الأبصال من هذا المركب انخفض بعد معاملة الإشعاع مباشرة - مقارنة بالكنترول - واستمر الحال على هذا الوضع بعد ٤ شهور من التخزين (٤٣٢ ميكروجرام من المركب/كيلو جرام من فصوص الثوم الطازجة فى الثوم المعامل، مقارنة بتركيز ٥٢٥ ميكروجرام/كجم فى الثوم غير المعامل)، ولكن ارتفع محتوى الثوم المعامل بعد ثمانية شهور من المعاملة إلى ٧٥٩ ميكروجرام/كيلو جرام من الفصوص الطازجة مقارنة بتركيز ٦٩٧ ميكروجرام/كجم فى الثوم غير المعامل.

ويستدل من دراسات Croci وآخرون (١٩٩٤) أن الدنا (دى إن أى) هو المكون الخلوى الحساس لمعاملة الإشعاع فى الثوم، حيث انخفض محتوى الدنا الكلى فى البراعم الداخلية بعد معاملة الإشعاع مباشرة، واستمر الانخفاض بانتظام حتى وصل إلى أدنى مستوى له بعد ١٠٠ يوم من المعاملة. هذا بينما لم يتأثر محتوى الرنا (آر إن أى) الكلى، والبروتين، ومحتوى المركبات الكربوهيدراتية فى الورقة الخازنة أو فى ورقة النبت الداخلية بمعاملة الإشعاع بأشعة جاما بجرعة مقدارها ١٠ Gy.

### ٤ - التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

قارن Liu وآخرون (١٩٩٦) التغيرات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية التى تحدث فى الثوم بعد الحصاد عند تخزينه فى هواء متحكم فى مكوناته (٢-٥٪ أكسجين، و ٨-١٠٪ ثانى أكسيد الكربون) على حرارة ١-٥°م مع الثوم المخزن فى حرارة الغرفة، والثوم المخزن على ٣٥°م فى أكياس من البولثيليين. ووجد الباحثون أن معدل التنفس، والمحتوى البروتينى للفصوص، ومحتواها من حامض الأسكوربيك ازدادت تدريجيًّا مع الوقت عند التخزين فى حرارة الغرفة، بينما انخفض بشدة محتواها من السكريات والمادة الجافة بعد شهرين من التخزين حينما بدأت الفصوص فى التزريع. أما التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته على ١-٥°م فقد أدى إلى منع التزريع طول مدة التخزين (٨ أشهر) وظلت ٩٥٪ من الأبصال بحالة جيدة. وتشابهت نتائج التخزين فى حرارة ٣٥°م فى أكياس من البوليثليين مع نتائج التخزين فى الهواء المعدل.

هذا .. وتتابين أصناف الثوم فى نسبة فقد الأبصال لوزنها، ونسبة تزريعها أثناء التخزين (Jeong & Park ١٩٩٤).

## التصدير

يعد الثوم من محاصيل التصدير التقليدية، وهو يصدر على صورتيه الطازجة والجافة. وتصدر مصر كميات محدودة من الثوم إلى بعض البلدان العربية، بينما تصدر معظم محصول التصدير إلى دول غرب أوروبا، وأهما فرنسا وإيطاليا، وتقوم الأخيرة بإعادة تعبئته وتصديره بأسعار عالية. وتفضل السوق الأوروبية الثوم ذا الفصوص الكبيرة.

يُصدر الثوم المصرى خلال شهرى أبريل ومايو، حيث تخلو السوق الأوروبية من المنافسة الأجنبية، ولكن هذه الأسواق سرعان ما تتحول إلى محصول الثوم الإسبانى،

واليابانى، والإيطالى بمجرد ظهوره، بدءًا من شهر يونيو، وذلك نظرًا لتفوقه على الثوم المصرى فى حجم الرؤوس والفصوص؛ لذا فإن اتباع الأساليب التى تؤدى إلى التكبير فى الإنتاج تعنى زيادة فرص التصدير بأسعار عالية.

ولا يصدر عادة إلا المحصول المنتج فى محافظتى المنيا وبنى سويف، وذلك لخلوه من الإصابة بالصدأ، ولزيادة صلاحيته للتخزين. أما محصول المحافظات الرئيسية الأخرى المنتجة للثوم، مثل: الدقهلية، والغربية، والقليوبية، فإنه يسوّق محليًا (الإدارة العامة للتدريب ١٩٨٣).

وينص القانون المصرى على عدم جواز تصدير الثوم إلا إذا كانت الرؤوس سليمة، ونظيفة، وتامة النضج، ومتماثلة فى اللون، وغير متأثرة بالرطوبة (ساخنة) أو بلفحة الشمس (مسلوقة)، وأن تكون فصوصه جافة القشرة، وغير مزرعة. وفى حالة تصديره بعروشه يجب أن تكون العروش جافة القشرة. كما يجب ألا تزيد نسبة الإصابة بالعطب والجروح غير الملتئمة عن ١٪.

يصنف الثوم المصدر إلى ثلاث رتب هى كما يلى :

١ – خاص: وهو مالا تزيد نسبة الثوم المقشور، وغير الممتلئ، وغير المتماسك الفصوص، وكذا المصاب بالصدأ أو العفن الأسود والجروح الملتئمة على ١٠٪.

٢ – تجارى: وهو ما تزيد فيه نسبة العيوب السابقة على ١٠٪، ولاتتجاوز ٢٠٪.

٣ – نقضة: وهو ما تزيد فيه نسبة العيوب السابقة على ٢٠٪، ولا تتجاوز ٥٠٪.

ولايجوز تصدير الثوم من رتبة النقضة إلا إلى أسواق معينة يمكنها أن تتقبل هذه النوعية من الثوم، أو إذا قدم شهادة مصدقة بأن الرسالة المصدرة ستستعمل فى أغراض صناعية.

ويجوز تدريج الثوم من رتبتى الخاص والتجارى إلى الأحجام التالية:

١ – كبير: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٥,٥ سم.

٢ – متوسط: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٤,٥ سم، ولايتجاوز ٥,٥ سم.

٣ – صغير: وهو ما يزيد قطر الرأس منه على ٣,٥ سم، ولا يتجاوز ٤,٥ سم.

ويشترط فى الثوم غير المدرج ألا يقل قطر الرأس منه عن ٣,٥ سم ويرخص بالتجاوز عن هذه المقاسات السابقة بمالا يزيد على ٧٪ من محتويات الطرد.

وينص القانون على أن الثوم يعبأ بعروش على شكل حزم فى أجولة من الجوت، أو الكتان، أو التيل، أو خليط منها، أو فى صناديق من الخشب، أو الكرتون، أو أقفاص من الجريد، أو سلال من الغاب، أو عيدان الحناء، كما قد يعبأ الثوم بدون عروشه فى العبوات السابقة فيما عدا الأجولة. ويجوز كذلك تعبئته على هيئة رؤوس أو فصوص بالمواصفات والرتب السابقة فى أكياس من السلوفان، أو علب من الكرتون داخل الصناديق والأقفاص المقررة. ويجب أن يكون وزن الثوم الصافى من ٤٠-٥٠ كجم فى العبوات الكبيرة، ومن ٢٥-٣٠ كجم فى العبوات المتوسطة، ومن ١٠-٢٠ كجم فى العبوات الصغيرة. ويحدد القانون مواصفات مختلف العبوات على وجه الدقة، كما يسمح بالتجاوز بالزيادة عن الأوزان المقررة لكل عبوة بنسبة لاتزيد عن ٣٪ لتعويض الفقد فى الوزن أثناء فترة الشحن. ويجب أن تكون العبوات متماثلة فى النوع، والشكل، والحجم، والوزن، وأن تكون سليمة، ومتينة، وجافة، ونظيفة، وخالية من الرائحة، وأن تتم التعبئة بحيث تكون رؤوس الثوم ثابتة غير مضغوطة. ويبين على كل طرد ما إذا كان الثوم بعروشه، أم بدون عروشه، أم على هيئة فصوص، وكذا الرتبة والحجم، أو تكتب عبارة غير مدرج، فى حالة عدم التدريج، كما تبين العلامة التجارية، واسم المصدر، وعنوانه، ووزن الطرد الصافى. وتكتب هذه البيانات باللغة العربية بحروف ظاهرة تتناسب مع حجم العبوة، وبمادة ثابتة باللون الأخضر إذا كان الثوم من رتبة الخاص، وباللون الأحمر إذا كان من رتبة التجارى، وباللون الأسود إذا كان من رتبة النقضة، ويرمز إليها بالرقم الرومانى III. وتجور كتابة البيانات - فضلاً عن ذلك - بلغة أجنبية ويجب ألا يزيد عدد طرود الرسالة عن ١٠٠٠ طرد (عن مرسى وآخرين ١٩٦٠).

## الآفات ومكافحتها

### مقدمة

يصاب الثوم بعديد من الآفات المرضية، والحشرية، والأكاروسية التى يصاب بها البصل، وتشتمل القائمة على أمراض البياض الزغبى، واللطعة الأرجوانية، والجذر الوردى، والعفن الأبيض، والعفن القاعدى، وعفن الرقبة الرمادى، وتبقع الأوراق المتسبب عن الفطر استمفيللم، والصدأ، والأعفان المختلفة التى تسببها فطريات فيوزاريم،

وأسبيرجيللس، وهلمنثوسبوريم، وبنيسيللم، وأسكليروشيم، والعفن الطرى البكتيرى، وفيروس التقزم الأصفر، وميكوبلازما اصفرار الأستر، ونيماتودا الساق والأبصال، وذبابة البصل، والتربس، وأنواع مختلفة من الحلم، وقد ذكر Ziedan (١٩٨٠) أن الثوم يُصاب فى مصر بأمراض البياض الزغبى، والصدأ، والعفن الأبيض، والعفن الطرى البكتيرى، والأعفان التى تسببها الفطريات التالية:

*Aspergillus niger.*

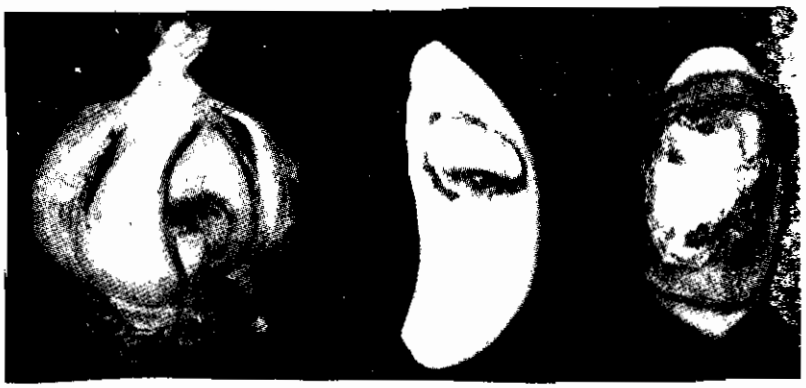
*Fusrium solani* (شكل ١٠-٥).

*Helminthosporium allii.*

*Penicillium degitatum.*

*P. chrysogenum.*

وسنكتفى فى هذا الجزء بشرح بعض الأمور المتعلقة بالثوم فى عدد من هذه الآفات. أما باقى تفاصيل آفات الثوم ومكافحتها، فقد ذكرت ضمنا مع آفات البصل.



شكل (١٠-٥): أعراض الإصابة بالعفن الفيوزارى فى الثوم (عن Ramsey & Wiant ١٩٤١).

ومن أكثر الفطريات التى تصيب الثوم بالأعفان أثناء التخزين فى مصر كلاً من: *Aspergillus niger*، و *Penicillium chrysogenum*، ثم *Acremonium kiliense*، و *Fusarium oxysporum* (Abdel-Al وآخرون ١٩٩١).

كما تسبب البكتيريا *Erwinia herbicola* موتا فى قمة أوراق الثوم يتقدم تدريجيًا نحو قاعدتها ويكون أبيض اللون (Whitish leaf Tip Dieback). وتنتشر الإصابة فى المواسم الدافئة وعند الرى بطريقة الرش (Koch وآخرون ١٩٩٦).

## اللطعة الأرجوانية

تزداد سرعة تطور أعراض الإصابة باللطعة الأرجوانية التى يسببها الفطر *Alternaria porri* خلال الأسابيع الثلاثة التى تسبق نضج الأبصال. وتزداد قابلية الأوراق للإصابة بالمرض كلما تقدمت فى العمر، وتزاد قابلية الأوراق الحديثة للإصابة كلما كان تكوينها وظهورها قريبًا من مرحلة نضج الأبصال. ولذا ينبغى الاهتمام بمكافحة المرض خلال الشهر الذى يسبق نضج الأبصال (Bisht & Agrawal ١٩٩٣).

لمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البصل.

## العفن الأبيض

أفاد فى مكافحة مرض العفن الأبيض فى البصل المعاملة بكل من السوميكو إل Sumico L (وهو: كاربندازيم Carbendazim + داى ثوفنكارب diethofencarb) مع السوميسيلكس Sumisclex (وهو بروسيميدون procymidone) (Bugaret & Marin ١٩٩٢).

كما أفادت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Soil Solarization فى مكافحة المرض وقللت من أعداد الأجسام الحجرية للفطر (Cunha وآخرون ١٩٩٣، و Basallote وآخرون ١٩٩٤).

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البصل.

## تبقع الأوراق

يسبب الفطر *Stemphylium botryosum* مرض تبقع الأوراق leaf spot فى الثوم، وهو نفس الفطر الذى يسبب مرض عفن الساق الأسود فى البصل، والذى تشتد الإصابة به غالبًا عقب إصابة النباتات بمرض البياض الزغبى. وتظهر أعراض المرض على الأوراق على شكل بقع بيضاوية الشكل صفراء اللون تتحول تدريجيًا إلى اللون البنى المشوب بالبنفسجى عند الحواف، ثم تمتلئ مراكزها بنموات الفطر وجراثيمه ذات اللون البنى القاتم الضارب إلى السواد.

تؤدى الإصابة الشديدة إلى جفاف الأوراق قبل اكتمال نضج الأبصال، ونقص المحصول تبعًا لذلك. ويكافح المرض بالرش بنفس المبيدات المستخدمة فى مكافحة مرض البياض الزغبى فى البصل، وبنفس النظام.

## الصدأ

يسبب الفطر *Puccinia porri* مرض الصدأ rust فى الثوم، وهو نفس الفطر الذى يصيب البصل، إلا أن المرض يكون عادة أكثر حدة فى الثوم منه فى البصل. ولاتظهر الإصابة إلا فى الوجه البحرى فقط.

تظهر الأعراض على شكل بثرات مستديرة، أو بيضاوية مرتفعة قليلاً عن سطح الورقة. ويبلغ قطر كل منها ١-٣ مم، ويكون لونها أصفر فى البداية، ثم يتحول إلى اللون البنى، ويزداد عددها باشتداد الإصابة حتى يغطى سطح الورقة، وتكثر الإصابة على السطح العلوى، ويقل ظهورها على السطح السفلى. وتتماثل هذه الأعراض مع الطور اليوريدى للفطر.

وتنتشر الجراثيم اليوريدية بواسطة الرياح من الحقول والنباتات المصابة إلى السليمة لتكرر الإصابة عدة مرات خلال موسم النمو. وفى نهاية الموسم يتحول لون البثرات إلى اللون الأسود، وتأخذ شكلاً هندسيًا ذا أربعة أضلاع. وتتوافق هذه الأعراض مع الطور التيليتى للفطر (شكل ١٠-٦). ويغطى سطح الورقة بهذه البقع، وتجف الأجزاء المصابة مبكرًا؛ مما يؤدى إلى عدم اكتمال نمو الأبصال، ونقص المحصول تبعًا لذلك (عن الششتاوى ١٩٨٣).

شكل (١٠-٦): بثرات الصدأ على أوراق الثوم فى الطور التيليتى للفطر.

يكافح الصدأ برش النباتات بمبيد الدياثين م ٤٥، بنسبة ٢,٥ فى الألف، على أن تضاف له مادة لاصقة مثل ترايتون ب ١٩٥٦ بنسبة نصف فى الألف. ويجرى الرش بدءا من أواخر يناير ويكرر كل ١٥ يوما حتى قبل النضج.

كذلك يستخدم فى مكافحة الصدأ المبيد الحيوى بلانت جارد بتركيز ٣×١٠$^{٧}$ جرثومة/مل(سم$^{٣}$) بمعدل ٢٥٠ مل فى ١٠٠ لتر ماء للفدان.

## نيماتودا الساق

قارن Roberts & Matthews (١٩٩٥) عدة معاملات لمكافحة نيماتودا الساق *Ditylenchus dipsaci* فى فصوص الثوم ( شكل١٠-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وأوضحت النتائج أن معاملات: الغمر فى الماء الدافئ (٤٩°م) مع المبيد أبامكتن Abamectin بتركيز ١٠-٢٠ جزءًا فى المليون لمدة ٢٠ دقيقة، أو الغمر فى محلول المبيد على حرارة ١٨°م لمدة ٢٠ دقيقة ثم النقع فى الماء الدافئ (٤٩°م) لمدة ٢٠ دقيقة، أو النقع فى محلول هيبوكلوريت الصوديوم الدافئ (٤٩°م) بتركيز ١,٠٥-١,٣١٪ لمدة ٢٠ دقيقة كانت جميعها ذات كفاءة عالية فى مكافحة النيماتودا، بينما لم تؤثر سلبيًا على حيوية الفصوص. وكانت معاملة النقع فى الفورمالين فى الماء الدافئ أقوى منها جميعا. وكانت أقوى معاملات النقع على البارد فى الأبامكتن. وإذا ما اتبعت هذه المعاملة بالنقع فى الماء الدافئ أو فى هيبوكلوريت الصوديوم فى الماء الدافئ فإنها يمكن أن تكون بديلاً للنقع فى الفورمالين فى الماء الدافئ .

وفى محاولة لمكافحة نيماتودا الساق والأوراق فى الثوم بمعاملة الفصوص المصابة بالنقع فى المستخلصات النباتية - المتحصل عليها من أجزاء نباتية طازجة، أو جافة - لمدة ٢٤ ساعة، أعطت المعاملة بمستخلصات النباتين *Plantago major*، و *Ruta graveolens* أفضل مكافحة، وأحسن نوعية من محصول الثوم، بينما انخفضت أعداد النيماتودا وأعراض الإصابة عند المعاملة بمستخلصات النباتات *Aristotelia chilensis* ، و *Chenopodium ambrosioides* ، و *Ovidia pillopillo* (Insunza وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن نيماتودا الساق ومكافحتها .. يراجع الموضع تحت البصل.

## الحفار

يقرض الحفار فصوص الثوم بعد زراعتها؛ مما يؤدى إلى ضعف البادرات، واصفرارها، وذبولها، وقد يتطلب الأمر إعادة زراعة الجور الغائبة. كذلك تقرض الحشرة فصوص الثوم بعد تكوين الرؤوس؛ مما يؤدى إلى إتلافها. ومن علامات الإصابة بالحفار فى الحقل ظهور أنفاق متعرجة مرتفعة قليلاً عن سطح التربة بعد الرى.

ويكافح الحفار بمراعاة مايلى:

١ - حراثة التربة حراثة عميقة.

٢ - تقليل كميات الأسمدة العضوية المستعملة.

٣ - استعمال طعم سام من الهوستاثيون ٤٠٪ بمعدل ١,٢٥ لتر يخلط مع ١٥ كجم جريش ذرة أو ردّة، ويضاف لهما ١-١,٥ صفيحة ماء (٢٠-٣٠ لتر) للفدان. يقلب المخلوط جيدًا، وينثر فى باطن خطوط الزراعة (فى حالة الرى بالغمر)، و بين سطور الزراعة (فى حالتى الرى بالرش وبالتنقيط)، وذلك بعد الرى، وقبل الغروب.

## الدودة القارضة

تقرض اليرقة بادرات الثوم بمجرد إنباتها، وتؤدى إلى ذبول النباتات وميلها إلى أسفل. وتُرى اليرقة وهى ملتفة على شكل حلقة إلى جانب النباتات المصابة فى التربة. وتزداد مقاومة النباتات للحشرة بزيادتها فى النمو. وتكافح الدودة القارضة بالطعم السام مثلما يكافح الحفار.

## التربس

تبدأ الإصابة بالتربس ابتداء من شهر يناير، وتزداد تدريجيًا لتصل إلى أعلى مستوى لها من منتصف شهر فبراير، وتستمر حتى آخر مارس.

تظهر بقع فضية اللون على الأوراق الخارجية التى تصاب أولاً ، ثم يتغير لون هذه البقع إلى اللون الرمادى، وتجف وتموت عند شدة الإصابة.

ويكافح التربس فى الثوم. كما فى البصل بواسطة بعض الزيوت، مثل سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وسوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وكزد أويل ٩٥٪ مستحلب، وكيمسيول ٩٥٪

مستحلب وجميعها بمعدل لتر واحد فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، وزيت ناتيرلو ٩٥٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم$^{٣}$) فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، أو يكافح باستعمال المبيد الحيوى إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، أو بواسطة المبيدات الكيميائية سيليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ١٨٧,٥ مل (سم$^{٣}$) فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، وسومثيون ٥٠٪ مستحلب أو توكثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١٥٠ مل (سم$^{٣}$) من أى منهما فى ١٠٠ لتر ماء للفدان.

## ذبابة البصل

تبدأ الإصابة بذبابة البصل ابتداء من شهر نوفمبر، وتستمر حتى شهر مارس. وتؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وذبولها وجفافها من القمة إلى القاعدة. ونجد عند جذب أوراق النبات أنها تنفصل بسهولة عن الساق القرصية التى تظهر فيها يرقات الحشرة عند موضع اتصالها بالأوراق . وتؤدى الإصابة إلى تعفن البصلة.

تراعى إزالة النباتات المصابة بذبابة البصل - بما فيها من يرقات - وإعدامها.

وتكافح ذبابة البصل الصغيرة برش النباتات بدءًا من أواخر يناير بالبريمسيد ٣٠٪، أو الفولاتون ٥٠٪ أو الأكتيليك ٥٠٪، بمعدل ٢ لتر من أيهم فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان، ويعاد الرش كلما لزم الأمر، على أن يوقف الرش قبل الحصاد بأسبوعين على الأقل (وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

## الحلم الدودى

يعتبر أكاروس الحلم الدودى (الأريوفيدى) من أخطر آفات الثوم، حيث يصيبه فى الحقل والمخزن وينقل إليه فيرس التبقع والتخطيط الموزايكى، وعند زراعة تقاو مصابة تظهر الأعراض على السطح السفلى للأوراق بمجرد ظهورها فوق سطح التربة، وتكون على صورة تخطيط وبقع صفراء، مع التفاف فى الأوراق؛ مما يؤدى إلى تقزم النباتات وضعف نموها.

ويصيب الحلم الدودى من النوع *Aceria tulipae* نباتات الثوم حيث يؤدى إلى تقزم النباتات، والتفاف الأوراق، واصفرارها، وتبرقشها، مع جفاف الأبصال وتعفنها (Laffi & Raboni ١٩٩٤).

وقد وجد Hafez & Abdel-Maksoud (١٩٨٣) أن أصناف الثوم البلدى والأمريكى تصاب فى مصر بأربعة أنواع من الحلم هى:

| | |
|---|---|
| Eriophyes tulipae | *Tyrophagus putrecenties* |
| *Rhizoglyphus echinopus* | *Tetranychus urticae* |

ولقد وُجد النوع الأول بالتربة خلال شهر نوفمبر، وكانت الإصابة به قليلة فى بداية موسم النمو، ثم ازدادت تدريجيًا بعد ذلك حتى وصلت إلى أقصاها فى شهر مارس، ثم انخفضت ثانية مع نضج المحصول. ولوحظ أن أعداد الحلم فى الجذور ازدادت فى نهاية موسم النمو، كما قد وجد النوع الرابع *T. urticae* على الأوراق فى شهر مايو.

وتؤدى الإصابة بالحلم إلى تشوه واصفرار الأوراق مع ظهور خطوط صفراء بالأوراق. ويقاوم بتدخين رؤوس الثوم قبل الزراعة بغاز بروميد الميثيل، أو بغمس الفصوص قبل زراعتها فى أى من المبيدات الأكاروسية المعرفة، مثل التديفول مستحلب، مع رش النباتات فى الحقل عند ظهور الإصابة.

ولمكافحة أكاروس الحلم الدودى تجب مراعاة ما يلى:

١ - مكافحة الأعشاب الضارة، وخاصة النجيليات التى تعد من العوائل الهامة لهذا الأكاروس.

٢ - نقع التقاوى فى الكبريت الميكرونى قبل الزراعة.

٣ - تعفير النباتات بمجرد اكتمال الإنبات بالكبريت السوريل سوبر فاين ٩٨٪ على الأسطح العلوية والقمة النامية للنباتات، مع تكرار ذلك كل ١٠-١٥ يومًا حتى نهاية موسم النمو.