## ثانياً: محصول البذور الخضراء

إن من أهم علامات النضج لأجل الحصاد الآلى (مرة واحدة) فى أصناف الفاصوليا التى تؤكل فيها البذور الخضراء green-shelled beans ظهور أول قرن جاف على النبات؛ فحينئذٍ يمكن إجراء الحصاد بأمان مع الحصول على حوالى ٨٥٪ من محصول القرون الكلى المتوقع. ويؤدى تأخير الحصاد عن هذا الموعد إلى زيادة محصول القرون الكلى حتى يصل إلى ١٠٠٪ من المحصول المتوقع بعد نحو ٦٥–٧٠ يومًا من الزراعة، ولكن يصاحب ذلك ظهور نسبة عالية من القرون الصفراء، والجافة غير المرغوب فيها (Román-Hernández & Beaver ١٩٩٦).

## الحصاد

## أولاً: محصول القرون الخضراء

يتراوح محصول الفدان من القرون الخضراء بين ٣، و٧ أطنان للفدان، ويتوقف ذلك على الصنف وميعاد الزراعة.

وبينما يجرى الحصاد الآلى مرة واحدة، فإن الحصاد اليدوى قد يستغرق من ١٥ يومًا فى الأصناف البوبى والرومانو فى الجو الدافئ إلى نحو ستة أسابيع عندما يكون الجو معتدلاً أو مائلاً للبرودة. وخاصة فى الأصناف الفائقة الرفع والرفيعة التى يؤدى استمرار حصاد قرونها وهى صغيرة إلى استمرارها فى النمو والإنتاج لفترة طويلة. هذا .. بينما قد يستمر الحصاد فى الأصناف المتسلقة لمدة ثلاثة أشهر.

لا تزيد – عادة – كمية المحصول من القرون الفائقة الرفع التى يمكن لعامل متمرس على عملية الحصاد جمعها عن ١٥ كجم فى اليوم، ولذا .. يتعين توفر عدد كافٍ من العمال خلال موسم الحصاد. ويلزم عادة حوالى ٦ عمال لحصاد الفدان الواحد يوميًّا طوال موسم الحصاد الذى يستمر حوالى ٢٥ يومًا، أى أن محصولاً إجماليًّا قدرة ٣٦٠٠ كجم/فدان سوف يتطلب ١٢٠ عاملاً على امتداد فترة الحصاد.

### الحصاد والتبريد

إن من أهم الأمور التى يتعين مراعاتها عند الحصاد، ما يلى:

١- إجراء الحصاد فى الصباح الباكر بعد زوال الندى، أو فى المساء، والهدف من ذلك هو أن تكون درجة حرارة القرون منخفضة نسبيًا عند الحصاد، فلا يكون معدل التنفس فيها شديد الارتفاع، وذلك إلى حين تبريدها، كما يعمل الحصاد بعد زوال الندى على تجنب انتشار الأمراض.

٢- الحصاد كل يوم إلى يومين فى الأصناف الفائقة الرفع، وكل يومين إلى ثلاثة أيام فى الأصناف الرفيعة، وكل ثلاثة إلى سبعة أيام فى الأصناف البوبى، وتكون الفترة الأقصر — من كل فئة صنفية — فى الجو الحار (٢٥-٣٠°م)، والفترة الأطول فى الجو المعتدل (١٨-٢٠°م)، والهدف من ذلك هو تجنب زيادة حجم القرون عما ينبغى للصنف، علمًا بأن معدل نموها يكون أسرع فى الجو الحار عما فى الجو البارد. وتجدر الإشارة إلى أن إطالة الفترة بين الجمعات عن الحدود المبينة أعلاه تعنى زيادة نسبة المحصول من الفئات ذات القرون الأسمك، مع زيادة احتمالات تليف القرون وزيادة طولها عما ينبغى للصنف.

٣- جمع القرون بجزء من العنق.

٤- لا يحتفظ بالقرون التى يتم حصادها فى اليدين، ولا يتم الضغط عليها، وإنما توضع مباشرة فى عبوات القطف.

٥- عدم وضع أى قرون غير صالحة للتسويق فى عبوات القطف.

٦- عدم حصاد أى قرون صغيرة أكثر مما ينبغى، وحصاد جميع القرون الصالحة للحصاد بالنبات قبل الانتقال إلى نبات جديد.

٧- نقل المحصول من عبوات القطف إلى عبوات الحقل بلطف حتى لا تجرح القرون، وتفضل أن تكون عبوات الحقل سعة ٥ كجم فقط.

٨- نقل عبوات الحقل سريعًا إلى محطة التعبئة، مع مراعاة تغطيتها أثناء تجميعها ونقلها لتجنب تعريضها لأشعة الشمس المباشرة؛ حتى لا ترتفع حرارتها ويزداد فيها معدل التنفس الطبيعى، ولخفض فقدانها للرطوبة.

## الحصاد الآلى

لا يجرى الحصاد الآلى إلا مع الأصناف المناسبة لذلك، التى تتميز بالعقد المركز خلال فترة زمنية قصيرة، وسهولة فصل القرون من النبات بآلة الحصاد. وتتراوح سرعة الحصاد الآلى – عادة – من ثلاثة أرباع فدان إلى فدان واحد فى الساعة. ويعاب على الحصاد الآلى أنه يحدث أضرارًا كثيرة بجميع قرون النبات؛ مما يؤدى إلى زيادة سرعة فقدها للرطوبة (Hoffman ١٩٧١).

وقد جرت محاولات لإسقاط أوراق النباتات قبل الحصاد برشها بالإثيفون، بتركيزات تراوحت بين ٢٥٠ و ٤٠٠ جزء فى المليون. وبرغم أن المعاملة أسقطت نسبة كبيرة من الأوراق إلا أنها تسببت أيضًا فى نقص المحصول واصفرار بعض القرون، وسقوط بعضها. وقد كان الضرر أقل عند استعمال التركيزات المنخفضة، وعند تأخير المعاملة حتى قبل الحصاد بفترة قصيرة، كما كانت المعاملة أكثر فاعلية صيفًا عنها فى الخريف (Palevitch ١٩٧٠).

تقومُ آلة الحصاد بتجريد النبات من جميع القرون والأوراق، ولا تبقى إلا على السيقان، ويتم فصل القرون عن مختلف الأجزاء النباتية المختلطة بها أثناء المرور على أجزاء مختلفة من الآلة. وعلى الرغم من ذلك فإن المحصول الذى يصل إلى محطة التعبئة يكون مليئًا بشتى أنواع القرون غير الصالحة للاستهلاك؛ ذلك لأن آلة الحصاد لا يمكنها التمييز بين القرون الجيدة والقرون غير الصالحة، فضلاً عما يكون مختلطًا بالقرون من أجزاء السيقان. ولذا .. فإن الأمر يتطلب إجراء فرز لجميع القرون فى محطة التعبئة، وهو أمر مكلف، بالإضافة إلى أن هذه العملية الإضافية تعنى مزيدًا من التداول للقرون التى تكون أصلاً مثخنة بالجروح من جراء عملية الحصاد الآلى.

إن الحصاد الآلى للفاصوليا يتسبب فى إحداث جروح كثيرة بالقرون، الأمر الذى يؤدى إلى سرعة تلفها، ويجعل عملية الحصاد الآلى غير مناسبة لأجل الاستهلاك الطازج. وقد وجد أن معاملة القرون بالـ sodium dehydroacetate يؤخر التغيرات

اللونية فى القرون التى تنتج من عملية الحصاد الآلى. ولكن إلى جانب التجريح فإن المحصول يبقى فى الحقل لمدة تصل إلى خمس ساعات إلى حين امتلاء سيارات النقل (الذاتية التفريغ) التى يكون أبعادها – عادة ٢,٢ × ٢,٠ × ١٠م، مع تأخير يصل إلى ساعتين لحين التفريغ عند محطة التعبئة. ومع الخطوات الكثيرة التى تمر عليها القرون فى محطة التعبئة، وما يعقب ذلك من نقل إلى أسواق الجملة فى مدة تصل إلى ١٢–٢٤ ساعة على حرارة ٣–٦°م، وبقاء المحصول فيها على نفس المدى الحرارى لمدة يوم إلى ثلاثة أيام قبل نقله إلى أسواق البيع حيث يبقى فيها على حرارة ٥°م – وربما فى حرارة الغرفة – لحين بيعه فى خلال ٣–٤ أيام، أو عرضه للبيع السريع بأسعار منخفضة .. كل ذلك يجعل قرون الفاصوليا الخضراء فى حالة سيئة قبل أن تصل إلى يد المستهلك، وأوضح علامات التدهور تكون: الذبول وفقدان النضارة، وبهتان اللون، والتغيرات اللونية، كما أن محتوى القرون من حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) ينخفض بانتظام من بعد الحصاد حتى الاستهلاك (Shewfelt وآخرون ١٩٨٦).

وباختصار .. فإن آلة حصاد الفاصوليا يمكن أن تقوم بعمل ١٠٠ عامل بالإضافة إلى ملاحظيهم؛ مما يؤدى إلى خفض تكلفة الحصاد، ولكن مع حدوث بعض الانخفاض فى الجودة. وتصلح كثير من الأصناف للحصاد الآلى، وهى تتميز بالنضج المبكر وبتحمل القرون لمختلف مراحل الحصاد الآلى. تقوم تلك الآلات – وهى قد تكون بقدرة خط واحد أو عدة خطوط – بتجريد النباتات من القرون والأوراق تاركة وراءها السيقان فقط. ويلى ذلك مرور القرون وما يختلط بها من أوراق ومخلفات نباتية على عدة مراحل لأجل فصل القرون وحدها. ويلى ذلك – فى محطة التعبئة – فصل القرون الصغيرة جدًا أو الزائدة النضج والمصابة بالأمراض يدويًا (Boyette وآخرون ١٩٩٤).

## ثانيًا: محصول البذور الخضراء

عند حصاد الفاصوليا التى تزرع لأجل بذورها الخضراء، فإن القرون تترك حتى يكتمل حجمها، ويكتمل تكوين بذورها، وتحصد قبل أن يبدأ جفاف القرون أو البذور.

## ثالثًا: محصول البذور الجافة

لا تزرع لأجل البذور الجافة .. سوى أصناف الفاصوليا القصيرة. يجرى الحصاد بعد جفاف أغلب القرون وقبل انشطار القرون السفلى، ويتم بقطع النباتات من تحت سطح التربة إما يدويًا أو آليًا، على أن يكون ذلك فى الصباح الباكر أثناء وجود الندى على النباتات لتقليل انتثار البذور. وقد تترك النباتات فى مكانها معرضة للشمس والهواء حتى تجف. أو تنقل إلى أماكن خاصة لذلك. وأنسب موعد لقطع النباتات هو عندما تتراوح نسبة الرطوبة فى البذور من ١٦٪–٢٠٪ (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

ويفيد التخلص من أوراق النبات فى تسهيل إجراء عملية الحصاد الآلى، ويستخدم لذلك بعض التحضيرات، مثل: Shed-A-Leaf الذى تعامل به النباتات، بمعدل ٨ لترات فى ٦٠–١٢٠ لتر ماء للفدان. وأنسب موعد للمعاملة هو عندما يبدأ تغير لون الأوراق السفلى. وتتميز هذه المرحلة بأن فلقات بذور الأصناف ذات البذور البيضاء تصبح عاجية اللون، وأن ٨٠٪–٩٠٪ من بذور الأصناف من مجموعة الرد كدنى Red Kidney تصبح حمراء اللون. ولا تفيد المعاملة إذا كانت الحرارة السائدة أقل من ١٦°م، أو إذا كان من المتوقع هطول أمطار فى خلال ست ساعات من المعاملة (Minges وآخرون ١٩٧١).

ومن المركبات الأخرى التى استخدمت لهذا الغرض .. مركب الإثيفون، وقد استخدم بتركيز ٦٠ جزءًا فى المليون قبل موعد الحصاد الطبيعى – للصنف كاليفورنيا رد لايت California Red Light بأسبوع واحد. وأدت هذه المعاملة إلى إسقاط نحو ٩٠٪ من أوراق النبات دون أن تؤثر على المحصول. ولكن إجراءها مبكرًا قبل موعد الحصاد الطبيعى – بخمسة وعشرين يومًا – أدى إلى نقص المحصول بنسبة ٢٥٪، كما لم تكن المعاملة فعالة عندما أجريت فى حرارة ١٠°م حتى مع رفع التركيز المستعمل إلى ٢٣٥ جزءًا فى المليون.

واستخدمت كذلك – لأجل إسقاط أوراق النباتات قبل الحصاد – بعض مبيدات الحشائش، مثل الداينوسب Dinoseb، والإندوثال Endothall، والديكوات Diquat. وتجرى المعاملة بهذه المركبات بعد نضج معظم البذور، وبعد آخر رية بفترة كافية على

أن يكون الحصاد بعد الرش بنحو ٥–١٠ أيام. ويؤدى الرش قبل الحصاد بفترة طويلة إلى انتثار بعض البذور، كما قد يؤدى الرش عند وجود نسبة عالية من الرطوبة فى التربة إلى ظهور نموات خضرية جديدة قبل الحصاد (Whitesides ١٩٨١).

## التنفس وإنتاج الإثيلين

يتباين معدل تنفس قرون الفاصوليا حسب كلا من درجة الحرارة وطراز الفاصوليا، كما يلى:

معدل التنفس (بالملليلتر ثانى أكسيد كربون/كجم فى الساعة) فى كل من

| الحرارة (°م) | الفاصوليا الخضراء العادية | الفاصوليا الخضراء الطويلة الرفيعة |
|---|---|---|
| صفر | ١٠ | ٢٠ |
| ٥ | ١٧ | ٢٣ |
| ١٠ | ٢٩ | ٤٦ |
| ١٥ | ٤٦ | ١٠١ |
| ٢٠ | ٦٥ | ١١٠ |

وتنتج قرون الفاصوليا الخضراء الإثيلين بمعدل ٠,٠٥ ميكروليتر/كجم فى الساعة على ٥°م.

ويؤدى تعرض القرون لمصدر خارجى من الإثيلين وهى فى حرارة التخزين الموصى بها إلى فقدها للونها الأخضر وتلونها بالبنى. ويؤدى تعرضها للإثيلين بتركيز يزيد عن ٠,١ جزءًا فى المليون إلى تقصير فترة صلاحيتها للتخزين بنسبة ٣٠٪–٥٠٪ على ٥°م (Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

## التداول

تجرى مختلف عمليات التداول فى محطات التعبئة التى يجب أن ينقل إليها المحصول سريعًا بعد الحصاد، ولكن يوصى بإجراء التعبئة فى الحقل لمحصول الفاصوليا الفائق الرفع، والرفيع جدًّا، والرفيع، لكى يقتصر تداوله على مرة واحدة قبل تبريده