

فسيولوجيا صفات الجودة

المذاق والنكهة

أمكن التعرف على أكثر من ٤٠ مركباً متطايراً في الفاصوليا الخضراء، كان من بينها مركب أعطى النكهة الخاصة بالفاصوليا الخضراء، وهو cis-hex-3-en-1-al، وعدد من المركبات أعطت النكهة المميزة للفاصوليا المعلبة وهي (عن Stevens وآخرين ١٩٦٧).

cis-hex-3-en-1-ol	oct-1-en-3-ol
linalool	α -terpineol
pyridine	furfural

إلا أن قائمة المركبات المتطايرة التي أمكن التعرف عليها في الفاصوليا المعلبة تتضمن

ما يلي (عن Peirce ١٩٨٧):

Ethanol	3-Pentanone
cis-Hex-3-en-1-ol	Diacetyl
n-Hexanol	2-Heptanone
2-Methyl-2-hexanol	3-Octanone
Oct-1-en-3-ol	Ethyl acetate
Furfural	Hex-3-en-1-yl acetate
Benzyl alcohol	Ethyl phenyl ether
	Furfuryl methyl ether
Acetaldehyde	Methyl benzyl ether
2-Methylpropanal	Veratrole
3-Methylbutanol	2-Methoxymethyl benzyl ether
Methylthiothanal	2-Butoxytoluene
n-Hexanal	2(2-Methoxyethyl) methoxybenzene
trans-Hex-2-en-1-al	Phenyl ether
Methional	Aryl-methoxy phenol
Furfural	Biphenyl
5-Methylfurfural	
2-Methoxyfurfural	Pulegone
2-Methyltetrahydrofuran	Linalool
Pyridine	α -Terpineol
	α -Phellandrene

الألياف والخيوط

تعتبر قلة أو انعدام الألياف فى القرون من أهم صفات الجودة فى الفاصوليا الخضراء، وهى صفة وراثية تختلف كثيراً باختلاف الأصناف. وتكثر الألياف عادة فى القرون الخضراء للأصناف التى تزرع لأجل إنتاج البذور الجافة، مثل: سويس بلان. وقبل انتخاب أصناف الفاصوليا الحالية كان القرن يتفتح عند النضج، وكان يحتوى على طبقة داخلية مبطنة للقرن غنية بالألياف وبالأوعية الخشبية، وخاصة بالقرب من جانبي القرن sutures، وهى التى كانت تشكل الخيوط strings التى تشاهد عند قصف القرن. أما أصناف الفاصوليا الحديثة، فقد اختفت منها تلك الخيوط التى يتحكم فى وجودها جين واحد متنح. وقد رافق الانتخاب لصفة غياب الخيوط الانتخاب - كذلك - لصفة ضعف اللجنتة فى جذر القرن؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة طول الفترة التى تبقى أثناءها القرون صالحة للاستهلاك (عن Davis ١٩٩٧).

وقد وجد Nightingale وآخرون (١٩٦٨) أنه لم يكن لنقص الرطوبة الأرضية أى تأثير على نسبة الألياف فى القرون، حتى إذا أدى استمرار النقص إلى ذبول الأوراق يومياً ذبولاً مؤقتاً بدءاً من بداية مرحلة الإزهار. هذا .. بينما أدت معاملة النباتات بمنظم النمو N-dimethyl amino succinamic acid (يكتب اختصاراً: DMAS)، بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون إلى إحداث نقص معنوى فى نسبة الألياف بالقرون سواء أجريت المعاملة عند ظهور أول البراعم الزهرية، أم عند بداية تفتح الأزهار، أم عند بداية عقد الثمار.

محتوى القرون من الكالسيوم

تعد الفاصوليا الخضراء من الخضر الغنية بالكالسيوم، فضلاً عن انخفاض محتواها من كل من الفيتات phytates (التي تربط الكالسيوم فى صورة غير صالحة للاستفادة منه)، والأوكسالات oxalates (التي تتكون مع الكالسيوم أوكسالات الكالسيوم الضارة بالصحة). وتتفاوت أصناف الفاصوليا بدرجة كبيرة فى محتوى قرونها من الكالسيوم؛ فمثلاً كان محتوى الكالسيوم (على أساس الوزن الجاف) فى قرون الصنف هاى ستايل hystyle أعلى بنسبة ٥٢٪ مقارنة بمحتوى قرون الصنف لابرادور Labrador، هذا على الرغم من أن الصنفين لم يختلفا فى امتصاصهما للعنصر، وإنما كان اختلافهما فى معدلات توجييه الكالسيوم الممتص إلى القرون (Grusak وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة أخرى (Miglioranza وآخرون ١٩٩٧) تراوح محتوى الكالسيوم فى قرون ١٢ صنفاً من الفاصوليا الخضراء بين ٤,١ و ٥,٧ مجم/جم من الوزن الجاف، ولم تؤثر زيادة تركيز الكالسيوم فى المحلول الأرضى - من ٤ إلى ١٥ مللى مول/لتر - بإضافة الجبس إلى التربة بمعدلات وصلت إلى ٤ أطنان للفدان - لم تؤثر تلك الزيادة معنوياً على محتوى القرون من الكالسيوم.

كذلك لم تؤثر زيادة معدلات التسميد بالكالسيوم حتى ٨٠ كجم Ca للفدان (إضيفت عند الزراعة فى صورة كبريتات كالسيوم، أو على أربع دفعات أسبوعية بداية من قبل الإزهار بنحو أسبوع) .. لم تؤثر تلك الزيادة على محتوى قرون الفاصوليا من الكالسيوم بصورة جوهرية، بينما بقيت الاختلافات محصورة بين الأصناف، حيث كان أعلى محتوى من الكالسيوم فى قرون الصنف إفرجرين Evergreen (٥,٤٧ مجم/جم وزن جاف)، وأقل محتوى فى قرون الصنف لابرادور Labrodor (٤,١ مجم/جم وزن جاف) (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أظهرت عديد من الدراسات وجود علاقة موجبة بين معدل النتح من القرون ومحتواها من الكالسيوم، وذلك أمر طبيعى باعتبار أن الكالسيوم ينتقل بصورة سلبية مع تيار الماء الممتص والذي يفقد بواسطة النتح من الأجزاء الهوائية للنبات. وعلى الرغم من ذلك، فلم يمكن إثبات وجود علاقة بين عدد الثغور فى وحدة المساحة من القرن وبين محتوى القرون من الكالسيوم؛ مما يعنى أن اختلاف الأصناف فى محتواها من الكالسيوم يرتبط بأمور أخرى، مثل اتساع الثغور، ومعدل النتح، وليس مع كثافة الثغور (عن Quintana وآخرون ١٩٩٩).

وفى هذا الشأن .. أوضح Grusak & Pomper (١٩٩٩) أن تركيز الكالسيوم فى قرون ستة أصناف من الفاصوليا، وكثافة الثغور فيها تناسباً عكسياً مع زيادة قطر القرن من ٦ إلى ١٤ مم فى كل الأصناف. كذلك اختلف محتوى القرن من الكالسيوم عند قطر معين باختلاف الأصناف، ووجد أن كثافة الثغور بالقرون كانت أعلى فى الصنف هاى ستايل عما فى الصنف لابرادور، ومع ذلك تساوى الصنفان فى معدل النتح من القرون، حيث بلغ حوالى ١٥٪ من معدل النتح من السطح السفلى للأوراق فى ظروف مماثلة، وكانت مماثلة لمعدل النتح الأديمى المقدر فى الأوراق التى كانت ثغورها منغلقة. ويعنى ذلك أن

كثافة الثغور ليس لها دور مؤثر في معدل النتح من القرون، أو أنها تلعب دوراً هامشياً. وعندما وضعت قرون الصنفين - قبل الحصاد - في جو مشبع بالرطوبة انخفض محتواها من الكالسيوم جوهرياً، إلا أن محتوى قرون الصنف هاى ستايل كان لايزال أعلى من محتوى قرون الصنف لابرادور.

وبدراسة صنفا الفاصوليا هاى ستايل Hystyle ولابرادور Labrador، وهما صنفان يختلفان كثيراً في محتوى قرونها من الكالسيوم .. وجد أن معدل تدفق العصارة Sap في أوعية الخشب flow rate، ومعدل امتصاص الكالسيوم، وتركيز الكالسيوم في القرون تختلف بين الصنفين، ولكن لم تظهر أى اختلافات بينهما في تركيز الكالسيوم في عصارة الخشب. وقد أظهر الصنف هاى ستايل زيادة مقدارها ٦٠٪ في معدل تدفق العصارة، و ٥٠٪ في محتوى القرون من الكالسيوم، و ٧٠٪ في كمية الكالسيوم المتص مقارنة بالصنف لابرادور. وكان معدل تدفق العصارة مرتبطاً إيجابياً بالكالسيوم المتص ($R = 0.90$)، وتركيز الكالسيوم في القرون ($R = 0.55$) بالنسبة للقرون حجم ٤، و ٦٥٪ بالنسبة لكل القرون). وقد ازداد انتقال الكالسيوم في النبات مع تقدمه في العمر (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

محتوى البذور من الكالسيوم

تتباين أصناف الفاصوليا في محتوى بذورها من عنصر الكالسيوم؛ الأمر الذى يتبين من المقارنة التالية:

الصنف	مُوسط وزن البذرة (جم)	تركيز الكالسيوم في البذور (جم/كجم)	دليل حصاد Harvest Index الكالسيوم
Cran-09	٦٠٥	١,٢	٠,٠٣٢
Norstar	١٦١	٢,٢	٠,٠٦٤

ولم يكن هذا الفرق في محتوى البذور من الكالسيوم راجعاً إلى زيادة امتصاص نباتات الصنف نورستار للعنصر، وإنما بسبب قدرة النباتات على تحويل قدر أكبر من الكالسيوم المتص إلى البذور. وقد رافقت الزيادة في محتوى بذور الصنف نورستار من الكالسيوم نقصاً في محتواها من البوتاسيوم .. وبالمقارنة .. لم تكن للأصناف تأثيرات مماثلة على

ال harvest index لعناصر المغنيسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والفوسفور في البذور (Moraghan & Grafton 1997).

لون البذور

تتباين كثيراً ألوان البذور الجافة للفاصوليا. وتعتبر الصبغات الأنثوسيانينية هي أكثر الصبغات تواجداً في الفاصوليا الملونة. وقد وجد Takeoka وآخرون (1997) ثلاثة أنواع من الصبغات الأنثوسيانينية في بذور صنف الفاصوليا UI911 السوداء اللون، هي:

نسبتها (%)	الصبغة
56	delphindin 3-glucoside
26	petunidin 3-glucoside
18	malvidin 3-glucoside

وقد بلغ محتوى الأنثوسيانين المونومرك monomeric anthocyanin الكلى لبذور هذا الصنف 213 ± 2 مجم/100 جم من البذور التي بلغ محتواها الرطوبي 10.14 ± 0.02 %.

حجم البذور

إن حجم بذور الفاصوليا صفة وراثية تختلف باختلاف الأصناف. وقد وجد Sexton وآخرون (1997) أن معدل نمو البذور seed growth rate - على أساس الوزن الجاف - ازداد بالزيادة في كل من عدد خلايا الفلقات بالبذرة وحجم الخلية، وكانت العلاقة خطية بين معدل نمو البذرة وحجم خلايا الفلقات في مجموعة من أصناف الفاصوليا.

بروتينات البذور

يعد الفسيلين vicillin هو البروتين الرئيسى في بذور الفاصوليا وكذلك فاصوليا الليما، بينما تحتوى بذور فاصوليا ملتي فلورا على البروتين لجيومين legumin بصورة أساسية. وفي الفاصوليا العادية يعرف الفسيلين باسم فاصيولين phaseolin، وهو يشكل حوالى 50% من البروتين الكلى في البذور، ويليه في الأهمية البروتين فيتوهيما جلوتينين

phytohemagglutinin، وهو لكتين lectin، ويشكل حوالي ١٠٪ من البروتين المخزن في البذور، ويمكن أن يتواجد في بعض الطرز البرية من الفاصوليا - بروتين آخر من اللكتينات يعرف باسم أرسلين arcelin - قد تصل نسبته إلى ٤٠٪، ويرتبط بمقاومة بذور الفاصوليا لبعض حشرات المخازن.

لا يحتوى الفيتوهيما جلوتينين على أى من الأحماض الأمينية الكبريتية، وهو شديد السمية للحيوانات الـ monogasteric، ويقلل من القيمة الغذائية للفاصوليا. ويوجد لكتين آخر في الفاصوليا يعتبر مثبطاً للألفا أميليز alfa-amylase inhibitor، ويشكل ما يمكن أن يصل إلى ٥٪ من البروتين الكلى، وهو كذلك سام للحيوانات لأنه يؤثر سلباً على استفادتها من النشا، ويرتبط الألفا أميليز - مثل الأرسلين - بمقاومة بذور الفاصوليا لبعض حشرات المخازن (عن Davis ١٩٩٧).

المركبات الضارة بصحة الإنسان فى قرون الفاصوليا الخضراء

تحتوى قرون الفاصوليا الخضراء على بعض المركبات التى تعتبر سامة للإنسان، ولكن معظمها يتحطم أثناء الطهى ولا يتبقى منها أى أثر، ومن أمثلتها ما يلى:

١ - مضادات التربسين Anti Tryptic Factors :

تمنع هذه المركبات نشاط إنزيم التربسين فى الأمعاء، وتعوق بالتالى عملية هضم البروتين، والاستفادة منه، ولكن معاملة الفاصوليا بالحرارة أثناء الطهى تؤدي إلى تحطيم هذه المركبات. وهى مركبات عالية المحتوى من الحامض الأمينى سستين cystine. وبالرغم من أنها لا تشكل سوى ٢,٥٪ من البروتين الكلى للفاصوليا، إلا أنها تحتوى على ٣٠-٤٠٪ من السستين الكلى بالقرون. ويعنى ذلك أن الانتخاب لزيادة محتوى الأصناف من هذا الحامض يعنى تلقائياً زيادة محتواها من مضادات التربسين.

٢ - مركبات تجلط الدم Hemagglutinins :

تؤدى هذه المركبات إلى تجلط كرات الدم الحمراء، وهى أيضاً تتحطم بالحرارة أثناء الطهى.

٣ - حامض الفيتك Phytic Acid :

يتحد حامض الفيتك مع بعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم ويجعلها فى صورة

غير ميسرة للاستعمال الآدمي. ولا يمكن التخلص من هذا المركب بالطهي، لكن كميته تكون منخفضة جداً في الفاصوليا على أية حال (Robertson & Frazier ١٩٧٨).

العيوب الفسيولوجية

لفحة الشمس

تعتبر لفة الشمس sunscald من أهم العيوب الفسيولوجية التي تظهر في الفاصوليا، وتلاحظ الأعراض إذا تعرضت القرون لأشعة الشمس القوية في يوم حار، حيث يؤدي ذلك إلى موت الخلايا السطحية المواجهة للشمس. ولا يحدث ذلك عادة إلا إذا ضعف النمو النباتي وسقطت الأوراق لأي سبب كان. وأول الأعراض هو ظهور بقع صغيرة جداً بنية اللون أو حمراء على الجانب المعرض للشمس. وتزداد هذه البقع في الحجم تدريجياً، وتلتحم مع بعضها طولياً على صورة خطوط متوازية بطول القرن. وتكون الأنسجة المتأثرة مائية المظهر في البداية ثم تصبح غائرة. وتلتحم المناطق المصابة معاً لتكون بقعاً أكبر ذات لون بني ضارب إلى الحمرة، وقد تغطي هذه البقع كل سطح القرن (شكل ٨-٤، يوجد في آخر الكتاب) (Ramsey & Wiant ١٩٤١).

وتزداد حدة الأعراض إذا حدث التعرض لأشعة الشمس القوية بعد فترة من الغيوم الكثيرة مع رطوبة نسبية عالية.

القرون الخضراء المصفرة

تعرف القرون الخضراء المصفرة chlorotic pods - كذلك - بالقرون البيضاء، ومن أهم أعراضها فقد القرون للونها الأخضر المميز للصنف، واكتسابها اللون أخضر مشوب بالصفرة، أو أصفر مشوب بالخضرة، ولكن القرون لا تصبح صفراء اللون أو بيضاء. وتتوقف درجة فقد القرون للونها الأخضر المميز على كل من مدى كثرة اللون الأخضر الطبيعي وشدة الإصابة.

تزداد شدة الإصابة بهذه الحالة مع شدة الإصابة بالذبابة البيضاء من النوع *Bemisia argentifolii*، وهي التي كانت تعرف خلال ثمانينيات القرن العشرين وبداية التسعينيات منه باسم طراز B البيولوجي، أو سلالة فلوريدا، أو ذبابة البانسية البيضاء،