فول الصويا والقيمة الغذائية لمكوناته الرئيسية

المهندس الزراعى أحمد احسان

مناسبة

إنعقاد المؤتمر العلمى الأول لتغذية الحيوان بمحافظة المنيا رأيت أن أسهم بمجهود متواضع فى أعماله وأن أتناول تعريف فول الصويا ومكوناته الغذائية حيث أصبح هذا المحصول من أهم المحاصيل الزيتية فى العالم كما أنه مصدرهام من مصادر علف الحيوان .

يعتقد البعض أن منشوريا هى الموطن الأصلى لفول الصويا وقد إنتشرت زراعته بعد الحرب العالمية الأولى بعد أن كانت مقصورة على دول آسيا ، وإزدادت بشكل ملحوظ بعد الحرب العالمية الثانية نتيجة لتقدم وسائل البحث العلمى والتطبيق على هذا المحصول فأصبح مصدرا هاما من مصادر الدخل الزراعى فى بعض البلاد ، فهو يعطى نصف الدخل الزراعى فى منشوريا ، وتشغل مساحة هذا المحصول ٩ ٪ من مجموع المساحات التى تزرع فى الصين وتحتل كوريا المركز الثالث بين الدول المنتجة لهذا الفول كما أن اليابان من الدول الرئيسية المنتجة له أيضا ، وفى روسيا الشرقية يعتبر فول الصويا من المحاصيل الصناعية الرئيسية ، وفى بعض جهات منها يكون ٢٠ ٪ من جملة المساحة التى تزرع . وفى الولايات المتحدة يزرع المحصول أساسا فى ٩ ولايات فى الاقليم الشمالى الوسطى وهى أيوا وأوهايو وأنديانا وميسورى ومنسوتا وكنساس ومتشجان والينوى ولويزيانا ومسيسبى وإركانصا ووسكنصون كما يزرع فى أربع ولايات أيضا فى منطقة الأطلنطى وهى فرجينا ونورث كارولينا وديلاوير وماريلاند . وتقتصر زراعة هذ المحصول فى أوروبا على بلغاريا ويوغوسلافيا ، والنمسا ، ورومانيا ، وتشيكوسلوفاكيا ، وقليل منه فى السويد ، وبولندا ، وهولندا ، والمجر .

ولم تنتشر زراعة فول الصويا فى إفريقيا إلا أنه أجريت تجارب على زراعته بنجاح فى ناتال وجامبيا ونيجيريا والجمهورية العربية المتحدة وساحل الذهب والكونغو . وفى كينيا لا تزال زراعة هذا المحصول مقصورة على إقليم إنترايو .

وفول الصويا نبات بقولى ، إحتياجاته الحرارية تشابه تماما الاحتياجات الحرارية

* المهندس الزراعى أحمد احسان : اخصائى بقسم العلاقات الخارجية بوزارة الزراعة .

للذرة كما أنه يزرع فى نفس الأرض التى تصلح لزراعة الذرة ولكنه لايحتاج إلى درجة عالية من خصب التربة التى تحتاجها الذرة إذ تجود زراعته فى الأرض ضعيفة الصرف نوعا . وتختلف مدة نضج المحصول باختلاف أصنافه العديدة جدا فهو يتراوح بين ٧٥ يوما فى الأصناف المبكرة النضج إلى ٢٠٠ يوم فى الأصناف المتأخرة، وهناك ثمة علاقة بين فترة النضج وطول النبات فالأصناف الطويلة دائماً متأخرة النضج .

الكربوهيدرات والألياف

وتوجد الكربوهيدرات فى هذا الفول عادة فى صورة سكريات عديدة معقدة يجرى هضمها غالبا بواسطة البكتريا والأحياء الدقيقة التى تعيش فى معدة الحيوان المجترة المركبة مما يتضح معه مدى إستفادة مثل هذه الحيوانات من هذا المحصول بعكس إمكان الاستفادة منه كثيراً فى حالة الانسان والحيوان ذى المعدة البسيطة . ويبين الجدول الآتى صورة تقريبية لمكونات فول الصويا من الكربوهيدرات مقدرة على أساس المادة الجافة تماما حيث تختلف نسب المكونات من صنف إلى آخر ومن طريقة إلى أخرى .

المادة الكربوهيدراتية	نسبتها المئوية	مصدر التحليل
ألياف خام	٥٠	Tcherniak
لجنين	٢،٠	"
سليلوز	٣،٣	Street & Bailey
بنتوزان	٤،٦	Tcherniak
جالاكتان	١،٦	Burrell & Wolf
دكسترين	٣،٩	" "
رافينوز	١،٠	" "
سكروز	٥،٢	" "
سكريات محولة	٤،١	" "

وطبقا لبحوث Tcherniak تحتوى ألياف فول الصويا على ٨٢ ٪ تقريبا سليلوز ، ١١ ٪ بنتوزان ، ٦ ٪ لجنين ، ١ ٪ بروتين . وقد تمتص البنتوزان بسهولة أو ببطء فى أمعاء الحيوان ولكنها لا تعمل عادة على زيادة الجليكوجين أو مكونات حامض اللاكتيك فى الكبد أو العضلات وتفقد معظم هذه البنتوزات وتطرد مع البول .

أما الألياف فقد نشر Mangold إستعراضا للبحوث التى أجريت على نسبة هضمها ونسبة الإفادة من المهضوم منها فى كل من الإنسان والحيوان مسجلا إختلافا كبيرا فى هذه النسب بالنسبة لأصناف الفول المختلفة وفرصة وجود الغذاء فى حالة خمول فى القناة الهضمية ، وتخمره نتيجة فعل الأحياء الدقيقة مما يدل على أن قدرة الانسان على تحليل الألياف ضئيلة جداً ، وتزداد هذه القدرة كلما قلت كميتها فى غذائه بينما هى مرتفعة نسبيا فى الحيوان المجتر .

ومهما يكن من أمر فإن صعوبة هضم الألياف فى غذاء الانسان وقلتها نسبيا فى الحيوانات المجترة لا يقف أثرها عند هذا الحد بل يمتد إلى درجة أنها تعيق هضم المواد الغذائية الأخرى .

هذا ويحد من القيمة الغذائية لفول الصويا وكسب فول الصويا إنخفاض القيمة الهضمية لمكوناته من الكربوهيدرات والألياف الخام فنسبة استفادة الانسان من كربوهيدرات هذا الفول تقدر بحوالى ٤٠ ٪ .

البروتين

يحتوى فول الصويا التام النضج على ٣٩ — ٤٦ ٪ بروتين مقدرا على أساس المادة الجافة تماما . وإلى جانب هذه البروتينات فأنه يحتوى على بعض المواد الأخرى التى تحتوى على الآزوت فى حالة منفردة مثل الأدنين adenine والأرجنين argenine والكولين choline والجليسين بيتان Glycine-betaine والترايجونيلين Trigonelline والجواندين Guanidine التربتوفان Tryptophane كما يحتوى أيضا على الكولين المتجمد مع الفوسفاتيدات phosphatides ، وطبقا لبحوث Becker, Nagol, Milner فإن نسبة الآزوت فى هذه المواد إلى مجموع الآزوت الكلى تتراوح بين ٢٫٨ — ٧٫٨ ٪ بحسب اختلاف الأصناف . وحيث أن هذه المواد قابلة للذوبان فى الماء وقابلة أيضا للامتصاص فإن وجودها فى فول الصويا

يعمل على زيادة نسبة الهضم الظاهرية للبروتين ولكن حيث أن جسم الحيوان لايستفيدبهذه المكونات بل تفرز خارجيافوجودهايقلل من القيمة البيولوجية للفول حيث تقدر الاستفادة البيولوجية على أساس وجود الأحماض الأمينية العشرة الأساسية، وعند مقابلة بروتينات فول الصويا مع بروتينات البيض الكامل والذى يستفاد عادة منه كلية وجد أن بروتينات فول الصويا فقيرة فى الحمض الأمينى المتيونين methionne وكذلك السستين cystine والفالين valine ، ويعتبر الجليسين glycenne وهو البروتين الأساسى فى فول الصويا فقيرا فى كل من السيستين cystine والمثيونين methionne .

وتعرف نسبة الاستفادة من البروتين الخام بمقدار البروتين المهضوم والمستفاد منه فعلا منسوبا لكل ١٠٠ جم بروتين خام مأكول وتتراوح هذه النسبة بين صفر للبروتين غير المستفاد منه وتصل إلى ٤ فى البروتين المهضوم والمستفاد منه كلية كما فى حالة البيض .

هذا وقد وجد أنه بإضافة السيستين إلى فول الصويا فان نسبة الاستفادة من بروتيناته لاتزيد كثيرافمن التجارب التى أجراها Hayward & Steenbock على صنفين من فول الصويا وهما Illini و Horman على الفيران البيض وجدا أن نسبة الاستفادة من البروتين للأول هى ٠,٣٨ وللثانى ٠,٥٤ ولكن بإضافة السيستين systima إلى كل منهما زادت هذه النسبة إلى ٠,٨٤، ٠,٩١ على التوالى .

وقد قام كل من Mc Ginnis و Evans, بعمل تجارب مشابهة على الكتاكيت وتحصلا على نتائج مؤيدة لبحوث Hayward & Steenbock وتتلخص التجربة فى إعطاء مجموعة من الدواجن عليقة من فول الصويا تحتوى على ٢١ ٪ بروتين ومجموعة من الدواجن نفس العليقة مضافا إليها ٥ ٪ خميرة و٥ ٪ جيلاتين كمصدر إضافى للأحماض الأمينية الناقصة فوجد أن القيمة البروتينية للأولى كانت ١٤,١ ٪ وللثانية كانت ١,٩٠ ٪ فى حالة إضافة ٢,٠ ٪ من كل من الكولين choline والمثيونين methionine .

ويتضح من ذلك أن بروتينات فول الصويا التام النضج منخفضة نوعا فى قيمتها الغذائية ، وتقدر نسبة الاستفادة منه أقل من ١ ٪ ولكن بإضافة

السيستين تتحسن هذه النسبة وتصل إلى ١٫٥ ٪ والتى تعادل نفس الاستفادة البروتينية لكل بروتينات القمح .

وهذا ولا يصح أن يغيب عنا أن القيمة الغذائية لبروتينات فول الصويا تعادل القيمة الغذائية لمعظم البذور البقولية الأخرى إذا لم تتفوق على معظمها . ومن التجارب التى أجريت على الفيران وجد cheng & Tan أن معدل نمو الفيران عند تغذيتها على بروتين فول الصويا أقل منه عند تغذيتها على البومين وكازين البيض .

وتقدر القيمة الحيوية للبروتين على أساس نسبة البروتين الممتص (الازوت) الذى يستفيد منه الجسم فى المحافظة على سلامة أعضائه أو للنمو والانتاج ، ويجرى تقدير هـذه القيمة على الحيوانات الصغيرة فى طور النمو ونادراً ما تقدر على الحيوان البالغ . وكما سبق القول فإن القيمة الحيوية لبروتينات فول الصويا وهى ٤٠ ٪ تعتبر منخفضة فى الإنسان والحيوانات بسيطة المعدة إذا قيست ببروتينات الفول السودانى الذى تبلغ القيمة الحيوية لبروتيناته ٥٨ ٪ وللذرة الرفيعة الذى تقدر قيمته الحيوية بـ ٥٧ ٪ فى نفس هذه الحيوانات ، هذا وقد وجد أن الحرارة تعمل على تحسين وزيادة نسبة هضم بروتينات فول الصويا وذلك بخلاف أثرها على بروتينات المواد الغذائية الأخرى وتتراوح هذه الزيادة بين ٢-١١ ٪ مع ملاحظة أن زيادة الحرارة ذات أثر عكسى . ويبين الجدول المذكور بعد القيمة البروتينية لفول الصويا ودقيق الصويا على أساس المادة الجافة تماماً بالمقابلة مع البروتينات الغذائية الأخرى العالية مرتبة بحسب درجة الحرارة وأثرها على هذه المواد .

ويتضح من الجدول المذكور ارتفاع القيمة الغذائية لبروتينات فول الصويا .

الفيتامينات (مولد فيتامين A)

يعتبر فول الصويا الأخضر غنياً نوعاً فى الكاروتين (مولد فيتامين A) وتقدر قيمته بحوالى ٢ - ٧ وحدة فى الجرام ، أما الفول التام النضج فهو فقير جداً فى الكاروتين حيث لا تزيد قيمته عن ٠٫٨ وحدة فى الجرام . ويوجد هذا المركب غالباً فى صورة بيتا كاروتين B carotene إذ لا يعتبر هذا الفول غنياً كذلك فى فيتامين E. Tochopherol . أما بالنسبة للفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء فقد وجد أن فول الصويا غير تام النضج ويعتبر أكثر غنى فى الريبو فلافين

القيمة البروتينية المستفاد منها فى فول الصويا وبعض منتوجاته
بالمقابلة مع القيمة الغذائية لبعض المواد الأخرى العالية
فى القيمة البروتينية على أساس المادة الجافة تماماً .

المادة الغذائية	نسبة مكونات البروتين	نسبة الهضم الحقيقى	النسبة المئوية للبروتين القابلة للهضم	القيمة الحيوية ٪	مكونات البروتين الجافة ٪
بيض	٤٩،٢	١٠٠	٤٩	٩٤	٤٦
لحم بقرى	٥٨،٥	١٠٠	٥٩	٧٦	٤٤
دقيق فول الصويا	٤٦،٧	٩٦	٤٥	٧٥	٣٤
دقيق بذرة عباد الشمس	٥٥،٣	٩٤	٥٢	٦٥	٣٤
دقيق بذرة القطن	٥٨،٥	٨٥	٥٠	٥٨	٢٩
خميرة	٥٠،٠	٩٣	٤٧	٦٣	٢٩
جبن نصف جافة	٣٩،٢	٩٨	٣٨	٧٢	٢٨
فول الصويا معامل بالحرارة المناسبة لبن كامل	٣٧،٧	٩٦	٣٦	٧٥	٢٧
جنين القمح	٢٦،٧	٩٥	٢٥	٩٠	٢٣
فول سودانى محمص	٢٨،٣	٩٥	٢٧	٧٥	٢٠
جنين الذرة المنزوع منه	٢٧،٦	٩٦	٢٦	٥٦	١٥
المادة البيضاء	٢٢،٨	٨٥	١٩	٧٨	١٥

Riboflavin والنياسين Niacin وحمض الأسكوربيك (فيتامين C) ascorbic acid من الفول التام النضج ولكن وجد أنه عند تمام نضج البذور فإن تركيز الفيتامين Thiamine (vit. B) والبيريدوكسين pyridoxine يزداد كما لوحظ أن المعاملة التجارية لفول الصويا لاستخراج الزيت على درجة

الحرارة المناسبة تزيد من القيمة الغذائية لبروتيناته وفى نفس الوقت لا تؤثر على معظم فيتامیناته مثل الريبوفلافين والنياسين والبيريدوكسين وحمض الباتوتنيك Pantothenic والكولين coline بيد أن نسبة الفيتامين تقل .

وعلى وجه العموم يمكن القول أن فول الصويا مصدر جيد للفيتامينات ولا سيما الفيتامين A الذى يعتبر الفول مصدراً هاماً ، إلا أن هذه الفيتامين هو أكثر الفيتامينات تأثراً بالحرارة عند تحضير غذاء الإنسان وكسب الحيوان .

ويبين الجدول الآتى متوسط محتويات فول الصويا من الفيتامينات فى أطوار النمو المختلفة وذلك بحسب النتائج التى حصل عليها Burkholder & mc. weigh على ٧ أصناف من فول الصويا معبراً عنها بعدد الوحدات الموجودة فى كل جرام مادة جافة.

اسم الفيتامين mg/gm.	مقدار الفيتامين فى الفول غير تام النضج	مقدار الفيتامين فى الفول التام النضج	مقداره فى الفول عند الانبات والنمو
الفيامين بالجرام	٦،٤	١٦،٢	١٦،٢
ريبوفلافين (وحدة دولية)	٣،٥	٣،٦	٥،٦
نياسين	٤،٠	٢١،٤	٢٧،٣
البريدوكسين	٣،٥	١١،٨	١٥،٦
حامض الباتوثيك	١٢،٠	٢١،٥	٢٩،١
بيوتين	٠،٥	٠،٨	١،٥
حامض الأسكوربيك	٠،٢	—	—
اينوسيتول	—	٢،٣	٣،٤

ويوضح الجدول الآتى أهمية مكونات فول الصويا ومنتوجاته من الفيتامينات بالقياس إلى ما تحتويه بعض المواد الغذائية الأخرى من هذه الفيتامينات معبراعنها بعدد الوحدات فى كل ١٠٠ جم مادة جافة .

المادة الغذائية	كاروتين أ أو فيتامين A وحدة دولية فى كل ١٠٠ جم	الثيامين بالملليجرام	ريبوفلافين بالملليجرام	نياسين بالملليجرام	حامض البانتونيك
فول الصويا	١١٩	١٫٢٣	٠٫٣٤	٢٫٣	١٫٣
كسب فول الصويا	—	٠٫٤١	٠٫٣١	٤٫٠	١٫٥
بذرة الكتان	—	٠٫٩٥	٠٫٤٦	٤٫١	١٫٨
بذرة القطن	—	٠٫٤٧	٠٫٥٤	٣٫٢	١٫١
جنين الذرة	—	٢٫٤٠	٠٫٣٩	٣٫٣	—
جنين القمح	—	٢٫٨٠	٠٫٥٨	٥٫٦	١٫٢
الذرة الصفراء الكاملة	٥٨٠	٠٫٥١	٠٫١٩	٢٫٤	—
القمح	—	٠٫٦٣	٠٫١٣	٦٫٣	—
البسلة الخضراء	٢٦٤٦	١٫٤٠	٠٫٧٠	٨٫١	—
زيت فول السودانى	—	٠٫٧٨	٠٫٥٦	١٨٫٣	٥٫٧
زبدة فول السودانى	—	٠٫٢٠	٠٫١٦	١٦٫٢	—
فول الليما	—	٠٫٦٨	٠٫٢٧	٢٫٤	—
خميرة جافة	١٤٠٠	١٠٫٤٠	٥٫٩٠	٣٩٫٠	—
لبن مجفف	١٤٠٠	٠٫٣٠	١٫٤٦	٠٫٧	—
جبن جافة	٢٨٥٢	٠٫٠٧	٠٫٨٢	—	—
بيض كامل	٤٣٨٥	٠٫٤٦	١٫٣١	٠٫٤	—
لحم بقرى	—	٠٫٢٥	٠٫٢٣	١٠٫٧	—
عليقة لحم	—	٠٫٠٢	٠٫٥٩	٥٫٦	٠٫٥
عليقة سمك	—	٠٫٠٥	٠٫٥٦	٦٫١	—

المحتويات المعدنية

يعتبر فول الصويا وبذر الكتان من أغنى البذور الزيتية فى الكالسيوم ومع ذلك يعتبر كسب فول الصويا ناقصا فى الكالسيوم اللازم للحيوانات الصغيرة والدواجن وللمراحل الأخيرة من الحمل .

أما بالنسبة للعناصر المعدنية الأخرى الموجودة فى هذا الفول فتعتبر مقاربة لنسبتها فى المواد الغذائية الأخرى المشابهة لها كما يعتبر فول الصويا مثل بقية البذور ومعظم منتجات الخضر فقيراً فى الكلور وبالاضافة إلى العناصر المعدنية التى توجد عادة فى المواد الغذائية فإن منتجات فول الصويا تحتوى على المولبيدينيم molybdinum (١,٠٥ جزء من المليون P.P.M.) والبورون (١٤ — ١٨ جزء من المليون) والنيكل (٤ جزء من المليون) ، والزنك (١٨ — ٥٢ جزء من المليون) ، والسليكون (٠,٠٨ — ٠,٣٣ ٪) والسيلكا ٠,٠٣٣ ٪ وبعض هذه العناصر قد تكون ذات قيمة غذائية كبيرة .

ويوضح الجدول الآتى متوسط ما يحتويه فول الصويا من العناصر المعدنية مقارنة بمحتويات بعض المواد الغذائية الاخرى الطازجة من هذه العناصر .

ومن التجارب التى أجراها كل من Smith & Cohill & Schroeder عن مدى الافادة من الكالسيوم فى فول الصويا وغيره من المواد الغذائية الأخرى وجد أن متوسط نسبة الافادة من الكالسيوم هى ٢٩ ٪ فى حالة اللبن المجفف ، ٢٣ ٪ فى لبن فول الصويا ، ١٠ ٪ فى فول الصويا المطبوخ . ويوجد الفوسفور فى فول الصويا موزعا على النحو الآتى : ٤ ٪ فوسفور غير عضوى ، ٤ ٪ حامض عضوى ، ١٣ ٪ فوسفاتيدات Phosphotides ، ٧٩ ٪ فيتين Phytine ويتوقف درجة الافادة من الفوسفور على وجوده فى حالة فيتين وليس فى الصور الأخرى .

وقد وجد أن درجة هضم فوسفور الفيتين Phytine تصل إلى ٩٤ ٪ عند وجود الكالسيوم فى الغذاء بالمعدل المناسب وتقل هذه النسبة بزيادة الكالسيوم عن الحد المناسب وتتحسن بإضافة فيتامين ا إلى الغذاء .

وقد وجد أن درجة الافادة من الحديد القابل للهضم فى فول الصويا الاخضر ٩٦ ٪ وفى فول الليما الطازج ١٤ ٪ وفى الجزر ١٧ ٪ وفى الاسبرجس ١٧ ٪ .

المادة الغذائية	كلسيوم ٪	اوسفور ٪	صوديوم ٪	كلورور ٪	بوتاسيوم ٪	مغنسيوم ٪	حديد ٪	نحاس ٪	منجنيز	كوبالت ٪
فول الصويا										—
حبوب	٠٫٢٢	٠٫٥٩	٠٫٣٨	٠٫٠٢	٢٫٠٩	٠٫٢٤	٠٫٠٨١	١٢	٢٢	
كسب	٠٫٢٦	٠٫٦٢	٠٫١٤	٠٫٠١	٢٫٠٦	٠٫٣٠	٠٫٠١٤	١٤	٢٩	٠٫١١
كسب كتان	٠٫٤٤	٠٫٩٤	٠٫٠٩٥	٠٫٤٠	١٫٢٥	٠٫٥٢	٠٫٠٢٤	٢٦	٤٢	٠٫٣٧
كسب قطن	٠٫١٨	١٫٢٤	٠٫٠٤٤	٠٫٠٢	١٫٤٦	٠٫٦٠	٠٫٠٠٧	١٨	٢٣	٠٫٠٩
جنين القمح	٠٫٠٧	١٫١٥	—	—		—	٠٫٠١١	٩	١٦٨	٠٫٠٤
ذرة صفراء	٠٫٠٢٣	٠٫٢٧	٠٫٠١٨	٠٫٠٤	٠٫٣٥	٠٫١١	٠٫٠٠٢	٤	٦	٠٫١١
قمح	٠٫٠٥	٠٫٤٢	٠٫٠٣٠	٠٫٠٨	٠٫٥١	٠٫١٢	٠٫٠٠٥	٥	٣٦	٠٫٠٧
بسلة	٠٫٠٧	٠٫٤٠	—	—	—	—	٠٫٠٠٦	—	—	—
كسب فول	٠٫١٠	٠٫٦٢	—	—	—	—	—	—	—	—
السودانى										
زبدة	٠٫٠٧	٠٫٣٩	—	—	—	—	٠٫٠٠٢	—	—	—
فول ليما جاف	٠٫٠٧	٠٫٣٨	—	—	—	—	٠٫٠٠٨	—	—	—
خميرة جافة	٠٫١١	١٫٨٩	—	—	—	—	٠٫٠١٨	—	—	—
إن فرز مجفف	١٫٢٧	١٫١٠	٠٫٤٤	٠٫٨٦	٢٫٢٩	٠٫١٣	٠٫٠٠٥	١١	٣٫٦	٠٫١٥
بيض	٠٫١٩	٠٫٨٠	٠٫٢٨	٠٫١٧	٠٫٠٦	٠٫٠٠٢	٠٫٠٠٩		—	—
لحم بقرى	٠٫٠١	٠٫١٨	—	—	—	—	٠٫٠٠٣	—	—	—
عليقة لحم	٦٫٣٠	٣٫٥٠	—	—	—	—	٠٫٠٤١	٨	١٢	٠٫٠٩
عليقة سمك	٥٫٠٠	٣٫٤٠	—	—	—	—	٠٫٠٥٧	٩	٢٢	٠٫١٨