مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (4) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agricultural Science Series Vol. (18) No (4) 1996

دراسة تأثير المعاملة بالحرارة والرطوبة على نوعية كسبة فول الصويا

الدكتور محمد نداف*

☐ الملخّص ☐

يتم إنتاج كسبة فول الصويا في شركات الزيوت بعد استخراج الزيت منها حيث تستخدم هذه الكسبة كعلف بروتيني هام للحيوانات وكذلك للحصول على دقيق الصويا والمركزات البروتينية المحتوية على 60–70% بروتين، والتي تستخدم في تغذية الإنسان في بعض دول العالم. ونظراً لاحتواء الكسبة على بعض المواد الضارة بالتغذية والرائحة البقولية فلابد من معاملتها بالحرارة والرطوبة قبل الاستخدام لإزالة تأثير هذه المواد الضارة، وكان ذلك يتم في أجهزة طبخ (تحميص) خاصة بالكسبة (Toaster) أو في أجهزة تقطير المذيب منها (بعد استخلاص الزيت بالمذيبات) في درجات الحرارة 105–110 م° ولمدة 40 دقيقة شريطة أن تكون الرطوبة الأولية للكسبة 14–15%، وأن تكون طبقة الكسبة بسماكة حوالي 350–400 مم في كل طبقة من طبقات الجهاز. وتشير دراستنا إلى أنه يمكن الحصول على كسبة من بذور فول الصويا، ذات نوعية جيدة في حال عدم توفر أجهزة الطبخ (تحميص) الخاصة بالكسبة Toaster – في شركات الزيوت وذلك بمعاملة عجينة بذور فول الصويا ذات الرطوبة الأولية 12–12.5% أثناء عملية الطبخ بالحرارة 110±1° م لمدة 40 دقيقة وأن تكون سماكتها حوالي 240–260 مم في كل طبقة من طبقات جهاز الطبخ وعلى أن تنخفض هذه الرطوبة إلى حوالي 7.5–8% عند خروجها من الجهاز.

* أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (4) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agricultural Science Series Vol. (18) No (4) 1996

A Study of the Effect of Processing by Heat and Miosture on Quality of Soybean Cake

Dr. Mohammad NADDAF*

❐ ABSTRACT ❐

In oil plants, Soybean Cake is produced after extracting the oil from the seeds. It is then used as a important protein-feed for animals or used for Soybean flour and protein-rich components of 60-70% protein as a human food in some countries. Since this cake contains some harmful substances, it is necessary to process it under heat and moisture in special toasters or solvent distillers (after extracting oil by solvents). This can be done under a temperature of 105-110°C for 40 min. with the conditions that the primary moisture of the cake being 14-15% and the cake thickness in each compartment of the apparatus being 350-400 mm.

This study indicates that in case the required cake-toasters are not available, it is still possible to produce a good-quality-food cake from Soybean seeds by processing the dough having primary moisture of 12-12.5% through toasting at a temperature of 110±1°C for 40 min. with a thickness of 240-260 mm. in each compartment of the toaster. Moisture is to decrease to 7.5-8% at exit from toaster.

* Associate Professor, Food Sciences Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- مقدمة Introduction:

تعتبر كسبة فول الصويا من الأعلاف البروتينية الهامة في تغذية الحيوانات نظراً لاحتوائها على كميات مرتفعة من البروتين 40-50% والتي من ضمنها 71-75% بروتينات منحلة (البروتينات المنحلة في الماء وفي محلول 10% من كلوريد الصوديوم وفي محلول 0.2% من ماءات الصوديوم). وعملياً يحتوي بروتين فول الصويا على معظم الأحماض الأمينية حيث يستخدم هذا البروتين في السنوات الأخيرة للأغراض الغذائية نظراً لنقص البروتين وانخفاض إنتاج الحبوب في بعض دول العالم الثالث. وتعتبر كسبة فول الصويا مادة أساسية للحصول على هذا البروتين الغذائي (دقيق، مركزات بروتينية...الخ) وبالإضافة إلى ذلك فإن أحد أسباب انخفاض الإنتاج الحيواني، هو نقص البروتين في الأعلاف وعدم توازن الأحماض الأمينية فيه. ولتعويض هذا النقص في البروتين الضروري لتغذية الحيوانات وتحسين نوعيته تستخدم كسبة فول الصويا التي تنتج كناتج ثانوي في مصانع الزيوت بعد استخلاص الزيت. ففي الولايات المتحدة الأمريكية يتم سد أكثر من 70% من حاجة الحيوان إلى البروتين العلفي عن طريق كسبة فول الصويا المتوفرة والرخيصة الثمن[1].

ولما كانت كسبة فول الصويا تستخدم أيضاً في أغراض التغذية البشرية فإنها يجب أن تتمتع بمواصفات تغذوية جيدة، إلا أنه يوجد في بذور فول الصويا عدد من المواد غير المرغوبة أو الضارة التي تقلل من قيمتها الغذائية ولذلك تستبعد إمكانية استخدام كسبة فول الصويا لأغراض غذائية أو علفية بدون معالجة إضافية بعد استخراج الزيت[2،3،4] ومن هذه المواد الأنزيمات: اليوريز واللايبوكسيديز، والمواد الضارة بالتغذية مثل: مثبطات التربسين والهيموغلوتينين والصابونين. ويتميز أنزيم اليوريز بنشاط فعال، حيث يحلل اليوريا وينطلق غاز النشادر ولهذا السبب لا يفضل استخدام كسبة فول الصويا المحتوية على هذا الأنزيم بالشكل النشيط في تجهيز الأعلاف المركبة التي تحتوي اليوريا وذلك لتلافي التسمم بالنشادر:

$$\begin{array}{l} NH_2 \\ | \\ C=O + H_2O \xrightarrow{\text{أنزيم يوريز}} CO_2 + 2NH_3 \\ | \\ NH_2 \end{array}$$

وأما بالنسبة للمواد الضارة بالتغذية الأخرى الموجودة في فول الصويا كمثبطات التربسين والهيموغلوتينين والصابونين فهي من طبيعة بروتينية وذات فعالية حيوية عالية وتؤدي إلى إعاقة الهضم وعمليات التمثيل الغذائي عند الحيوانات وتكون ذات تأثيرات سامة في كثير من الحالات. فمثبطات أنزيم التربسين تكون فعالة في الحالة الحرة الطبيعية فقط، ولكن عند التسخين تفقد خاصية التثبيط نتيجة التغير في تركيبها الطبيعي كونها ذات طبيعة بروتينية مماثلة للجلوبولينات ووزنها الجزيئي 24000 وتتواجد بنسبة 6% من البروتين الكلي في البذور[4،5].

بينما الهيموغلوتينين يحلل الدم ويتم تحطيمه أثناء المعاملة بالحرارة والرطوبة أيضاً (طبخ رطب)، وأما الصابونين فيتواجد بكميات قليلة في بذور فول الصويا -0.1% بالنسبة لوزن البذور- وهو من المواد المثبطة للنمو. ولما كانت كسبة فول الصويا من المواد ذات القيمة الغذائية البروتينية العالية وتحتوي على معظم الأحماض الأمينية الضرورية للجسم، كان لابد من إزالة تأثير هذه المواد سابقة الذكر وذلك بتعريضها لمعالجة إضافية بالحرارة والرطوبة (طبخ رطب)، ولأنه أثناء تجهيز بذور فول الصويا حالياً لاستخراج الزيت منها سواء بطريقة العصر الميكانيكي أو المذيبات، تستخدم ظروف حرارية منخفضة (رطوبة العجينة حوالي 10% ودرجة الحرارة أثناء المعاملة 80-85°م فإن تأثير الحرارة والرطوبة على العجينة غير كافٍ لتثبيط الأنزيمات وإزالة تأثير المواد الضارة بشكل كامل، ويتوجب إجراء معالجة إضافية للكسبة داخل أجهزة التحميص أو الطبخ الخاصة بالكسبة سواء أثناء تقطير المذيب أو بعد تقطيره منها،[5،6] ويزداد حالياً الطلب في السوق العالمية على فول وزيت الصويا.

ولقد ازدادت في السنوات الأخيرة إنتاجية فول الصويا في العالم وبلغت أكثر من 130 مليون طن في عام 1993[1]، ومنها 14256 طن في القطر العربي السوري[7]. واستخدمت شركات الزيوت أنظمة تكنولوجية مختلفة في تجهيز البذور لاستخراج الزيت منها، وأنواعاً متعددة من الأجهزة لتقطير المذيب من الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت بالمذيبات. ولهذا كان من الأهمية بمكان دراسة تأثير عوامل المعالجة الإضافية لكسبة فول الصويا بالحرارة والرطوبة (مدة وحرارة التسخين ورطوبة المادة)، على فعالية اليوريز ومثبطات التربسين والهيموغلوتينين بهدف المحافظة على قيمة الكسبة الغذائية وإمكانية استخدامها كعلف غني بالبروتينات، ثم إيجاد الشروط التكنولوجية المناسبة لمعالجة العجينة بشكل يتم معه تأمين إزالة تأثير المواد الضارة بالتغذية والتقليل إلى أدنى حد من التغيرات في

التركيب الطبيعي للبروتينات عند عدم إمكانية إجراء معالجة إضافية لكسبة فول الصويا بسبب عدم توفر أجهزة الطبخ (Toaster) الخاصة بالكسبة في شركات الزيوت.

2- مواد وطرق البحث Materials & Methods:

اختيرت لهذه الدراسة عينات من بذور فول الصويا ومن كسبة فول الصويا الناتجة بطرق تكنولوجية مختلفة وتم تحليل العينات، فقدر محتواها من البروتين الخام ومجموعة البروتينات المنحلة بطريقة كلداهل وقدرت الليبيدات بطريقة سوكسلت والرماد بطريقة الحرق على درجة حرارة 650°م لمدة ساعتين وقدر محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية بطريقة الكروموتوغرافيا الورقية والرطوبة بطريقة التجفيف في الفرن العادي بدرجة 103±1°م حتى ثبات الوزن والسيليلوز الخام بطريقة (Weend)[8].

ومن أهم مواصفات كسبة فول الصويا هو نشاط أنزيم اليوريز فيها، فقد تم تقدير النشاط الأنزيمي لليوريز بتغير قيمة pH الوسط (ΔpH) خلال 30 دقيقة حيث وضعت 10 سم^3 من المحلول المنظم Buffer solution المكون من 6.11 سم^3 من محلول K_2HPO_4 M 0.05 و3.89 سم^3 من محلول K_2HPO_4 M 0.05 وذات درجة pH = 7. ثم أضيفت له 0.3 غ يوريا وعدة نقاط من الفينول الأحمر (0.1% في محلول كحولي 20%) و0.2 غ من الكسبة المطحونة ذات الحبيبات بقطر أقل من 0.25 مم، في أنبوب اختبار ثم مزج الخليط بالرج ووضع في درجة الحرارة 20-25°م لمدة 30 دقيقة.

وقيست درجة pH في جهاز مقياس pH-meter وقدر النشاط الأنزيمي لليوريز كما يلي:

$$\Delta pH = pH_1 - pH0$$

حيث أن: pH0 هي درجة pH وسط التفاعل في الوقت 0 أي قبل بدء التفاعل الأنزيمي.

و pH1 هي درجة pH وسط التفاعل بعد مضي 30 دقيقة من بدء التفاعل الأنزيمي.

كما تم تقدير نشاط الهيموغلوتينين ومثبط التربسين بالطرق المعتمدة في[8]. وقد عولجت الكسبة بإمرارها على شكل طبقة بسمك 350 مم في جهاز التحميص الخاص بالكسبة (Toaster) كما في الشكل (1) على درجات حرارة ما بين 40-140°م بعد ترطيبها بالماء الساخن 90°م أو بالبخار إلى الرطوبة من 3-30%.

وقد كانت مواصفات عينات بذور فول الصويا كما يلي:

الزيت: 20.5-20.9%.

الرطوبة: 11-12.5%.

الشوائب: 1.8-2.2%.

البروتين: 48% بالنسبة للمادة الجافة.

وتم جرش البذور في آلة جرش ذات الأسطوانات الدوارة بسرعة 680-

720 د/د ثم طحنت للحصول على رقائق بسماكة لا تزيد عن 0.3 مم بإمرارها في جهاز ترقيق ذي أسطوانتين. ويتوقف فقدان الزيت وفعالية إجراء عملية طبخ العجينة على سماكة الرقائق أو الشرائح الناتجة، حيث مع زيادة نعومة العجينة تجري عملية تثبيط المواد الضارة غذائياً بسرعة كبيرة كما تتشكل الكسبة في أجهزة العصر بشكل أفضل. ولهذا السبب فقد تم تخديد الأسطوانات في جهاز الترقيق إلى أخاديد صغيرة. وعرّضت العجينة الناتجة ذات الرطوبة الأولية 12-12.5% لعملية الطبخ في جهاز الطبخ ذو الطبقات (معاملة بالحرارة الرطبة) وكانت سماكة العجينة في كل طبقة من طبقات جهاز الطبخ 240 مم، حيث قيس ارتفاع العجينة في وسط المسافة بين المحور الرئيسي وجدار الطبقة.

وتمت دراسة تأثير النظام الحراري في جهاز الطبخ على نشاط أنزيم اليوريز في الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت، حيث استخدم المدى الحراري 105-115°م وبلغت مدة معالجة العجينة في جهاز الطبخ 40 دقيقة في جميع التجارب. وأخذت عينة من الكسبة للتحليل بعد إجراء كل نظام حراري. وجرى استخلاص الزيت بالعصر في المكابس البريمبية، وقد جرشت الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت بطريقة العصر وكانت رطوبتها 8.1% عند دخولها جهاز الاستخلاص بالمذيبات ونسبة ما يمر من الثقوب ذات القطر 1مم 5-7%، حيث تم استخلاص الزيت بالهيكسان بدرجة 55-60°م ومن ثم جرى تقطير المذيب من الكسبة.

3- النتائج والمناقشة Results & Discussion:

تم تقييم المعاملة بالحرارة الرطبة تبعاً لتغير محتوى البروتين القابل للانحلال وتغير نشاط أنزيم اليوريز فبلغ البروتين الكلي 50.5% بشكل متوسط في الكسبة الناتجة بعد الاستخلاص بالمذيبات و46.9% في الكسبة الناتجة عن الاستخلاص بالضغط الميكانيكي بالنسبة للمادة الجافة الجدول (1).

الجدول (1): المواصفات النوعية للكسبة (العينات المدروسة)

المواصفات النوعية للكسبة	كسبة ناتجة بعد استخلاص الزيت بالعصر %	كسبة ناتجة بعد استخلاص الزيت بالمذيبات %
الرطوبة	5.0	7.6
المادة الجافة	95.0	92.4
البروتين الكلي	46.9	50.5
الليبيدات	6.5	1.3
السيليلوز الكلي	6.4	5.7
الرماد الكلي	6.1	6.5
البروتين القابل للانحلال بالنسبة للبروتين الكلي	76.4	81.8

وتتفوق بروتينات كسبة فول الصويا على بروتينات الحبوب وكسبة عباد الشمس بمحتواها من الأحماض الأمينية وخاصة الضرورية منها ولهذا يمكن اعتبارها مكوناً هاماً في تعديل نسبة البروتين في الراتب الغذائي ذي المصدر النباتي كما يتضح من الجدول (2).

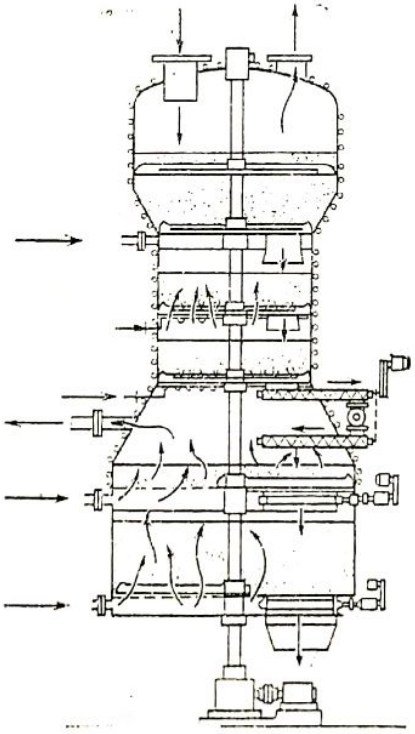
الجدول (2): محتوى الأحماض الأمينية في الكسبة وبروتيناتها

الأحماض الأمينية	كمية الأحماض الأمينية غ في 100 غ مادة جافة	
	في الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت بالمذيبات	في البروتين
اللايسين	2.59	5.13
هيستيدين	1.15	2.28
ارجينين	2.89	5.72
الثريونين	1.77	3.50
حمض الاسبارتيك	4.93	9.76
سيرين	2.34	4.63
حمض الجلوتاميك	7.74	15.33
برولين	1.71	3.39
جلايسين	1.86	3.68
الآلانين	2.0	3.96
الفالين	1.84	3.64
مثيونين	0.32	0.63
سيستيئين	0.46	0.91
ايزولوسين	1.71	3.39
اللوسين	3.17	6.28
التايروزين	1.52	3.00
فينيل ألانين	2.32	4.59
التربتوفان	0.37	0.73
مجموع الأحماض الأمينية الضرورية	15.24	30.17

وبحساب الطاقة التي تنتج تبعاً لمعطيات التركيب الكيميائي من الكغ الواحد من كسبة فول الصويا الناتجة بعد استخلاص الزيت بالمذيبات نجد أنها في حدود 2.338 كيلوكالوري وفي الكسبة الناتجة بعد العصر الميكانيكي للزيت 2.663 كيلوكالوري. إلا أن القيمة الغذائية لكسبة فول الصويا تحدد بدرجة فعالية الأنزيمات ومثبطات التربسين والهيموغلوتينين فعندما يتم تثبيط 80% من

مثبطات التربسين كحد أدنى في منتجات بذور فول الصويا تنصف بروتيناتها بمعامل الاستفادة الأعظمي بالنسبة للدواجن والحيوانات الزراعية. وعند تحطيم 50% فقط من مثبطات التربسين لا يحدث تضخم في الغدة البنكرياسية الذي يظهر في حال التغذية على الصويا الخام أو الكسبة غير المعاملة حرارياً[9].

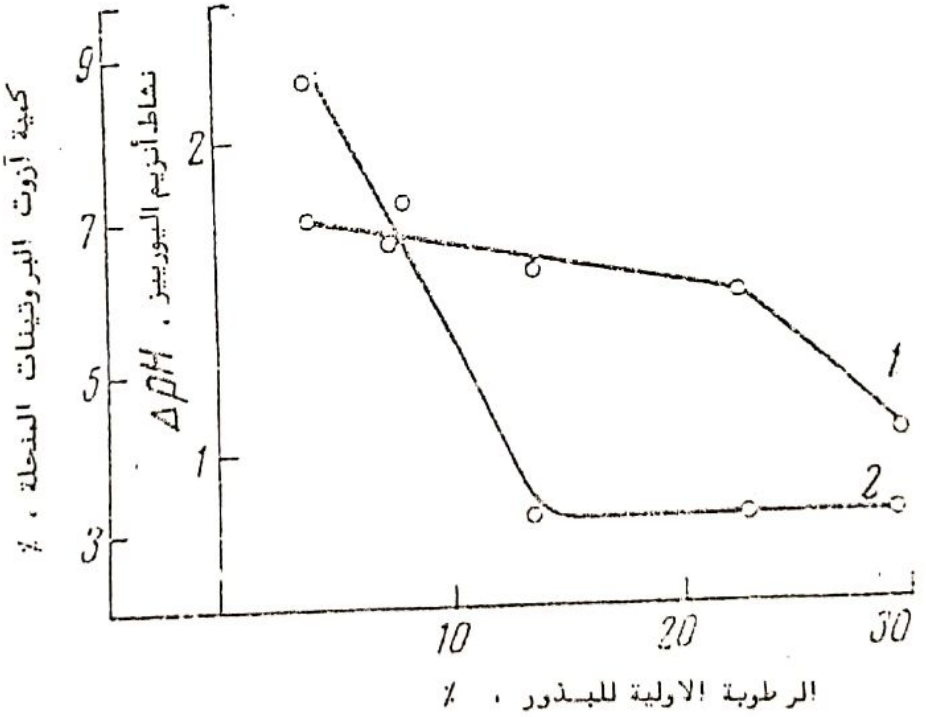
ونظراً لصعوبة الطرق المعروفة في تقدير نشاط هذه المواد الضارة بالتغذية والتي تحتاج إلى وقت طويل فإنه يتم في الوقت الحاضر وفي الظروف الصناعية تقدير نشاط أنزيم اليوريز كدليل على تحطيم مثبطات التربسين والهيموغلوتينين، ففي الكسبة المعالجة بالحرارة والرطوبة بشكل كاف يكون نشاط أنزيم اليوريز 0.2 > ΔpH > 0.1[3،10،11]. ويدل ارتفاع قيمة هذا الدليل عن ذلك الحد على أن المعاملة بالحرارة والرطوبة التي تعرضت لها الكسبة غير كافية. وقد أوضحت نتائج تحليل عينات الكسبة الناتجة بالظروف الصناعية القائمة بعد استخلاص الزيت، أن درجة المعاملة بالحرارة الرطبة غير كافية في كثير من الحالات، كما لوحظت حالات زيادة نشاط أنزيم اليوريز عن الحد المسموح به عند إجراء المعاملة بالحرارة الرطبة في الشركات المزودة حتى بأجهزة الطبخ (تحميص) الخاصة بالكسبة الشكل (1)[4].



الشكل (1): يبين جهاز تحميص الكسبة المستخدم في بعض شركات الزيوت.

وفي الوقت نفسه كان نشاط أنزيم اليوريبز أقل من الحد المذكور في بعض عينات الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت بالمذيبات وعملياً في جميع عينات كسبة فول الصويا الناتجة بعد استخلاص الزيت بطريقة العصر، مما يدل على تجاوز حد التسخين لهذه المنتجات عن حد معين وبالتالي انخفاض محتواها من البروتينات القابلة للانحلال ومن الأحماض الأمينية الضرورية، حيث بلغت نسبة البروتينات القابلة للانحلال 61-66% بالنسبة إلى البروتين الكلي في الكسبة. وقد تم تحديد زيادة حد التسخين تبعاً لدرجة قابلية البروتينات للانحلال ولمحتواها من اللايسين القابل للامتصاص. فقد أثبت[2] بالنسبة لكسبة فول الصويا بأن معامل التناسب بين الزيادة في وزن الصيصان والبروتينات القابلة للانحلال في محلول 0.2% من NaOH وبين مجموعة المواد البروتينية غير القابلة للانحلال، يبلغ 0.93 و0.79 على التوالي.

وتعتبر الرطوبة الأولية للكسبة من العوامل الهامة التي يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء المعالجة، حيث تزداد سرعة تثبيط أنزيم اليوريبز طرداً مع زيادة رطوبة الكسبة من 3 وحتى 14-16%، بينما زيادة الرطوبة عن هذا الحد لا تؤثر على سرعة تثبيط هذا الأنزيم بدرجة حرارة 110°م ولمدة ساعة واحدة الشكل (2).



الشكل (2): يبين تأثير الرطوبة الأولية للمادة على تغير كمية أزوت البروتينات المنحلة (1) وعلى درجة تثبيط أنزيم اليوريبز (2) خلال المعالجة الحرارية لبذور الصويا المنزوعة الزيت (درجة حرارة التسخين 110°م والمدة ساعة واحدة).

وترتبط زيادة سرعة تثبيط فعالية أنزيم اليوريبز أثناء ارتفاع الرطوبة الأولية لكسبة بذور الصويا حتى 14-16%، بانطلاق كمية معينة من الطاقة عند اتحاد جزيء الماء مع المجموعات الببتيدية والمتأينة القطبية لجزيئات بروتينات الكسبة. وحسب المعطيات[12]، فإن كمية الماء التي ترتبط مع المجموعات القطبية المتأينة في الجزيء الواحد من أنواع البروتينات المختلفة تبلغ 0.15-0.5 غ لكل 1 غ بروتين. وعلى هذا الأساس يمكن حساب الرطوبة الأولية التقريبية مسبقاً في المادة التي تكون عندها سرعة التغير في التركيب الطبيعي في حدودها القصوى، وبالتالي تثبيط نشاط الأنزيمات وذلك بمعرفة محتوى الكسبة من البروتينات على اعتبار أنه لإشباع جميع المجموعات القطبية المتأينة بالماء في 1 غ بروتين يلزم بشكل وسطي 0.3 غ ماء. ومن المعروف أيضاً أن التناسب بين تثبيط فعالية أنزيم اليوريبز ومثبطات التربسين يحصل فقط عندما يكون تثبيط الأنزيمات في الوسط الرطب[13]. ولكن عند التسخين الجاف للكسبة يتم تثبيط فعالية أنزيم اليوريبز بسرعة أكبر من تثبيط فعالية مثبطات التربسين، ولهذا السبب فإن انخفاض نشاط أنزيم اليوريبز في هذه الحالة لا يعتبر وحده كافياً للحصول على كسبة ذات قيمة غذائية عالية. ويتم في الوقت الحاضر تقدير رطوبة الكسبة في بعض شركات الزيوت فقط، عند خروجها من جهاز الطبخ الخاص بها -Toaster- الشكل (1)، حيث تتعدم مراقبة الرطوبة أثناء عملية معاملة كسبة فول الصويا بالحرارة والرطوبة، علماً بأن للرطوبة تأثيراً كبيراً على فعالية هذه العملية لأن بعض الشركات تلجأ إلى تخفيض رطوبة الكسبة في بعض مراحل الطبخ هذه في كثير من الحالات للحصول على كسبة ذات رطوبة مطابقة للمواصفات والمقاييس (7.5-8%)، عند خروجها من جهاز الطبخ. وفي بعض الشركات تستخدم على التوالي مجففة ومبردة وذلك لإيصال رطوبة وحرارة الكسبة إلى الحدود المسموح بها للمحافظة على نوعيتها.

هذا وتعتبر درجة الحرارة أيضاً أثناء عملية طبخ الكسبة عاملاً مؤثراً على درجة تثبيط المواد الضارة بالتغذية في كسبة فول الصويا. فهناك حدود معينة لدرجات حرارة تثبيط كل من أنزيم اليوريبز والهيموغلوتينين ومثبطات التربسين تزداد فيها سرعة تثبيط هذه المواد. وتتطابق حدود درجات الحرارة هذه لكل من أنزيم اليوريبز والهيموغلوتينين، بينما تكون الحرارة أكثر ارتفاعاً بالنسبة لمثبطات التربسين. فمثلاً أثناء ترطيب الكسبة إلى 14%، فإن حدود درجات الحرارة التي يتم فيها تثبيط أنزيم اليوريبز والهيموغلوتينين 110°م تقريباً، بينما بالنسبة لمثبطات التربسين 120°م الجدول (3).

الجدول (3): تأثير درجة الحرارة على نشاط المواد الضارة بالتغذية وتغير انحلالية بعض مجموعات البروتينات.

درجة الحرارة °م	نشاط المواد الضارة بالتغذية			نسبة آزوت بعض مجموعات البروتين إلى الآزوت الكلي %	
	اليوريز ΔpH	الهيموغلوتينين وحدة/غ	مثبطات التربسين % من التربسين المثبط	القابلة في محلول NaOH 0.2%	غير القابلة للانحلال
كسبة بدون تسخين	2.1	2560	100	4.7	2.4
40	2.1	2560	100	7.5	2.4
60	2.1	2560	100	11.1	4.8
80	2.1	2560	90	20.4	9.2
100	0.75	1280	84.2	67.2	20.9
110	0.0	0	48.8	45.3	31.7
120	0.0	0	17.1	26.2	64.3
140	0	0	0	15.6	62.6

إذ يتم تثبيط الهيموغلوتينين وأنزيم اليوريز بشدة أكبر في درجات الحرارة التي يسود عندها تحول البروتينات من الحالة القابلة للانحلال في الماء، إلى الحالة القابلة للانحلال في المحلول القلوي 0.2%، بينما يتم تثبيط مثبطات التربسين في درجات الحرارة التي يتم عندها تحول البروتينات من الحالة القابلة للانحلال في المحلول القلوي 0.2% إلى الحالة غير القابلة للانحلال[3]. كما أن تغير قابلية انحلال البروتينات في كسبة فول الصويا مع الزمن يخضع للقاعدة نفسها كما في حالة تغير درجة الحرارة، وهناك مجال معين من الزمن تكون عنده سرعة كل تحول لمجموعات البروتينات في حدها الأقصى:

البروتينات القابلة للانحلال في الماء وفي محلول 10% NaCl، تتحول إلى بروتينات قابلة للانحلال في المحلول القلوي 0.2% NaOH، تتحول إلى مواد بروتينية غير قابلة للانحلال.

وعند الرطوبة الأولية للكسبة 14% ودرجة الحرارة أثناء المعاملة 110°م، يتم تثبيط فعالية أنزيم اليوريز كاملاً في كسبة فول الصويا خلال التسخين لمدة تقل عن 60 دقيقة الجدول (4).

ويتم تحديد مدة عملية المعالجة بالحرارة والرطوبة باختيار درجة حرارة ورطوبة طبخ الكسبة في جهاز Toaster،

حيث يمكن اختصارها فقط برفع درجة الحرارة عندما تكون رطوبة الكسبة مناسبة، بينما يتم في بعض الشركات اختصار مدة بقاء الكسبة في جهاز الطبخ الخاص بها وذلك لزيادة إنتاجيته، مما يؤدي إلى بقاء أنزيم اليوريز بشكل نشيط إلى حد ما في الكسبة الناتجة بعد المعاملة.

ويلاحظ من الجدول (4) أنه مع زيادة مدة تسخين الكسبة يحصل انخفاض في فعالية أنزيم اليوريز ونسبة البروتينات القابلة للانحلال في الماء والبروتينات القابلة للانحلال في المحلول الملحي 10%، كما يحصل زيادة في نسبة المجموعات البروتينية القابلة للانحلال في المحلول القلوي 0.2%، والمجموعات غير القابلة للانحلال.

الجدول (4) تأثير مدة التسخين على تغير انحلالية مجموعات البروتين وفعالية أنزيم اليوريز

مدة تسخين الكسبة بالدقائق	نسبة آزوت مجموعات البروتين المختلفة إلى الآزوت الكلي %				نشاط اليوريز ΔpH
	القابلة للانحلال في الماء	القابلة للانحلال في محلول 10% NaCl	القابلة للانحلال في NaOH 0.2%	غير القابلة للانحلال	
كسبة بدون تسخين	84.3	5.4	2.6	7.7	2.7
30	21.7	11.0	42.0	25.3	0.5
40	20.1	9.0	43.0	27.0	0.1
60	17.9	7.1	44.5	30.5	0
90	10.0	2.5	46.3	41.2	0
120	5.2	2.5	41.0	51.3	0
150	6.3	4.7	32.0	57.0	0
180	10.7	4.4	37.6	47.3	0

ونظراً لعدم توفر أجهزة تحميص أو طبخ الكسبة في بعض شركات الزيوت، فقد تم إجراء دراسة عملية لتحديد الشروط التكنولوجية المناسبة لمعاملة عجينة بذور الصويا بالحرارة والرطوبة في جهاز الطبخ ذي الطبقات الاسطوانية أثناء تجهيزها لاستخراج الزيت منها بهدف إزالة تأثير المواد الضارة بالتغذية والتقليل إلى أدنى حد من التغيرات في التركيب الطبيعي للبروتينات. والنتائج موضحة في الجدول (5).

الجدول (5): تأثير معاملة العجينة بالحرارة والرطوبة في جهاز الطبخ على مواصفات الكسبة الناتجة بعد استخراج الزيت بطريقة العصر الميكانيكي

درجة حرارة الكسبة في آخر طبقة (السادسة) من طبقات جهاز الطبخ °م	رطوبة العجينة عند خروجها من جهاز الطبخ %	مواصفات الكسبة بعد خروجها من المكبس البريمي			
		الزيت %	رطوبة %	نشاط أنزيم اليوريز ΔpH	البروتين الخام % بالنسبة للمادة الجافة
105	8.64	9.56	9.86	0.45	46.62
108	7.48	9.2	8.82	0.3	46.27
110	7.33	9.09	8.16	0.15	46.0
112	7.52	9.03	8.57	0.08	44.63
114	6.13	8.5	7.16	0.05	40.92
115	6.54	8.29	7.24	0	39.61

تبين معطيات الجدول (5) أن درجة الحرارة المناسبة لمعاملة العجينة في جهاز الطبخ بحدود 110°م، عندما تكون الرطوبة الأولية للعجينة 12-12.5% ولمدة 40 دقيقة، شريطة أن يتم سحب البخار من جهاز الطبخ والتقيد بارتفاع العجينة في طبقاته بحدود 240 مم ومراقبة درجة حرارة العجينة عند خروجها من الجهاز، بحيث أن لا تزيد عن 110°م والرطوبة عن 7.5-8%. تتميز الكسبة الناتجة بعد استخراج الزيت من العجينة بطريقة العصر، بنشاط أنزيم اليوريز $\Delta pH \approx 0.15$. ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة في آخر طبقة (السادسة) من طبقات جهاز الطبخ إلى تقليل نشاط أنزيم اليوريز ويحدث تغيراً في التركيب الطبيعي للبروتينات أيضاً، جدول (5). وإن ترطيب العجينة قبل جهاز الطبخ يؤدي إلى تشكيل كسبة غير متماسكة بالبنية والقوام. وبعد إجراء معاملة العجينة بالشروط المقترحة في جهاز الطبخ واستخلاص الزيت منها بطريقة العصر أولاً ثم بالمذيبات ثانياً، وبعد تقطير المذيب، كانت مواصفاتها كما هو مبين في الجدول (6).

ويتضح من الجدول (6) أن مواصفات الكسبة الناتجة توافق المواصفات والمقاييس العالمية (دليل ذوبانية الآزوت بحدود 10-25)[4،6]. ويمكن استخدام الشروط التكنولوجية المقترحة في حال عدم توفر أجهزة طبخ الكسبة في شركات الزيوت لمعاملة العجينة بالحرارة والرطوبة ولا يعني ذلك إجراء تبديل لطريقة المعاملة الإضافية للكسبة بالحرارة الرطبة.

الجدول (6): مواصفات الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت بطريقة العصر أولاً وبالمذيبات ثانياً من العجينة المجهزة بالشروط المقترحة

المواصفات	
رطوبة %	8
نشاط أنزيم اليوريز ΔpH	0.15
نسبة الزيت %	1.2
درجة تثبيط مثبطات أنزيم التربسين % بالنسبة للبذور	82-80
البروتين (الكلي) %	50.41
اللايسين القابل للامتصاص % من البروتين الكلي،	5.23*
مجموعات البروتين، % من البروتين الكلي:	
البروتين القابل للانحلال في الماء	16.3
البروتين القابل للانحلال في محلول 0.2% NaOH ومحلول 10% NaCl	61.3
بقايا غير قابلة للانحلال	22.4

* في الكسبة غير المعرضة للطبخ والناتجة عن عجينة تعرضت لطبخ بدرجة حرارة 65-70°م كان هذا الدليل 5.6%.

إن التأثير الحراري المرتفع 110°م ولمدة 40 دقيقة عند الرطوبة الأولية للعجينة 12-12.5%، المستخدم في عملية طبخ عجينة بذور فول الصويا وتقليل سماكة العجينة في طبقات جهاز الطبخ إلى 240 مم يؤدي إلى زيادة سرعة تثبيط أنزيم اليوريز ΔpH≈0.15 والحصول على كسبة متماسكة بالبنية وذات مسامية ونفاذية جيدة للمذيب.

4- الاستنتاجات Conclusions:

1- لنسبة الرطوبة ودرجة الحرارة ومدة المعاملة أثناء طبخ أو معالجة كسبة فول الصويا تأثير واضح على نشاط أنزيم اليوريز ومثبطات أنزيم التربسين والهيموغلوتينين والقيمة الغذائية للكسبة. وقد تمت معرفة قواعد تغير خواص البروتينات وفعالية المواد الضارة فيزيولوجياً، أثناء طبخ الكسبة وحددت شروط المعاملة الحرارية (درجة الحرارة 105°م ونسبة الرطوبة 14-15%، لمدة 40 دقيقة، وأن تكون سماكة الكسبة في كل طبقة من طبقات جهاز الطبخ بحدود 350-400 مم)، اللازمة لإزالة فعالية المواد الضارة والرائحة البقولية الكريهة والطعم المرّ للكسبة، هذا ويفضل إجراء هذه العملية أثناء تقطير المذيب من الكسبة.

ويلاحظ أن التقيد بالتعليمات التي تم الحصول عليها يؤمن المحافظة على القيمة الغذائية للكسبة الناتجة واستخدامها في تغذية الحيوانات والدواجن ويحسن نوعيتها وبالتالي يزيل كل إشكال يمنع تصنيع واستخدام فول الصويا في أغراض التغذية المختلفة.

2- أوضحت الدراسة أنه في حال عدم توفر أجهزة طبخ (تحميص) خاصة بالكسبة (Toaster) في شركات الزيوت فيمكن الحصول على كسبة ذات قيمة غذائية عالية وإزالة تأثير المواد الضارة غذائياً وذلك بمعاملة عجينة بذور فول الصويا، ذات الرطوبة 12-12.5%، بالحرارة 110°م ولمدة 40 دقيقة، على أن تكون سماكتها في كل طبقة من طبقات جهاز الطبخ 240-260 مم، أثناء تجهيزها لاستخراج الزيت منها، كما يقلل ذلك من استهلاك الطاقة اللازمة لعمل أجهزة التحميص الخاصة بالكسبة.

REFERENCES المراجع

[1]- أندرييفا، و. د. 1993 – فول الصويا في السوق العالمية. مجلة تكنولوجيا الأغذية، موسكو روسيا العدد السادس، 11-16.

[2]- Evaus R. J., John J. I. 1990 – Antinutribional Factor in Soybeans. Nutribion, U.S.A Vol. 30 No.4 pp. 1106-1103.

[3]- توروكينا، أ. م. 1990 – إنتاج الكسبة واستخداماتها. منشورات درامير، موسكو، روسيا.

[4]- شفيدوف، ف. أ. 1982 – تكنولوجيا الأغذية، الطبعة الثالثة – دارمير للنشر، موسكو، روسيا.

[5]- شميد، م. س. 1975 – دليل تصنيع الأغذية، الطبعة الثانية، دار الصناعات الغذائية، موسكو، روسيا.

[6]- كينفسباكر، س.ت. 1990 – مضادات التغذية في فول الصويا. مجلة الصناعات الغذائية، دار الصناعات الغذائية، موسكو، روسيا، العدد العاشر، 45-51.

[7]- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 1993 – منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق.

[8]- بارون، غ. م. 1989 – دليل ضبط الجودة في صناعة الزيوت ومنتجاتها، الطبعة الثانية، دار الصناعات الغذائية، موسكو، روسيا.

[9]- لينير، ي.ي. 1986 – مشاكل التغذية بمنتجات الصويا البروتينية، الطبعة الأولى دار الصناعات الغذائية، موسكو، روسيا.

[10]- فيرون، ر.ت. 1985 – الخواص الحيوية لمحتويات بذور فول الصويا. مجلة تكنولوجيا الأغذية، دار الصناعات الغذائية، موسكو، روسيا، العدد السابع، 46-49.

[11]- Wottling, N. I., Penchinol, A. B. 1992, Soybean J. Am. Oil Chem. Sol. U.S.A. Vol. 56 pp. 722-726.

[12]- باسينسكي، أ. غ. 1983 – كيمياء الفيزياء الحيوية، منشورات المدرسة العليا، موسكو، روسيا.

[13]- Grimmelt, B. and Voldeng, H. 1992 – Biochemical characterization of a low trypsin inhibitor soybean, J. Food Science, U. S. A. Vol. 57 No. 6 pp. 1375-1378.