مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

دراسة تخفيض محتوى بعض الأغذية المحلية من حمض الفيتيك بالطرائق الفيزيائية

الدكتور مفيد ياسين*

(تاريخ الإيداع 25 / 2 / 2013. قُبِل للنشر في 15 / 4 /2013)

□ ملخّص □

جمعت العينات من منتجات غذائية مختلفة ولعدة مرات في كل موسم ولمدة سنتين من اجل التعيين الكمي لحمض الفيتيك وقياس تركيزه في المنتجات المصنعة ودراسة تأثير العمليات التكنولوجية في التخلص من هذا المركب والتقليل من تأثيراته الصحية.

بينت الدراسة بأن أغلب المنتجات المدروسة والمستهلكة في مدينة اللاذقية, تحتوي على مستويات عالية من حمض الفيتيك ولاسيما المنتجات غير الناضجة منها(0.15–3.57 غ%غ.م.ج) ومشتقاتها (0–1.95 غ%غ.م.ج), وأن تطبيق بعض المعالجات التكنولوجية على بعض الأغذية تخفض بين (20–60)% من المحتوى في حمض الفيتيك.

الكلمات المفتاحية: حمض الفيتيك، فيتات، منتجات غذائية، طرائق معالجة

*أستاذ مساعد– قسم الكيمياء التحليلية والغذائية– كلية الصيدلة– جامعة تشرين– اللاذقية –سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (3) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3) 2013

Study of physical methods for reducing the content of phytic acid in some local food

Dr. Moufid Yassine*

(Received 25 / 2 / 2013. Accepted 15 / 4 /2013)

□ ABSTRACT □

The samples of various food products have been collected at several times per season over two years, in order to determine the content of phytic acid to investigate the influence of the adopted treatment methods on phytic acid degradation and to minimize their unhealthy effects.

It's been shown that PA is found at high levels in the mentioned products especially, in unripe fruits where its levels ranged between (0.15-3.57%g.s.d) while PA levels were less in the process products and ranged between (0-1.95 %g.s.d).

Technological processes were applied to biodegrade phytic acid of some foods and the reduction ratio ranged between 20-60% of the whole content of PA.

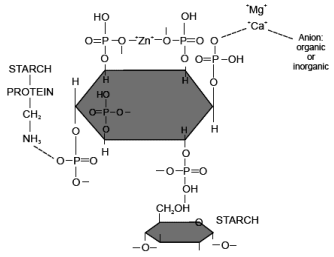
Keywords: Phytic acid, phytate, food products, treatment methods

* **Associate professor, Department of analytical & food Chemistry, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة :

يعرف حمض الفيتيك Phytic acid بالإينوزيتول سداسي الفوسفات (Myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakis dihydrogen phosphate) أو يكون بشكل أملاح الفيتات Phytate ويعتبر المدخر الأساسي للفوسفور في الأنسجة النباتية، وهو عبارة عن كحول حلقي بسيط مرتبط بعديد من حمض الفسفوريك مما يجعله مادة شيلاتية (مستخلبية). (Bhavsar, 2008) وأن الفيتات هي الصيغة الغالبة لتخزين الفوسفور في النباتات وتشكل (50–80%) من الفوسفور الكلي في الأغذية النباتية.(Steiner,2007)

تشكل الفيتات مركب شيلاتي يرتبط في انبوب الهضم وبشروط فيزيولوجية مع الكاتيونات مثل Ca^{+2}, Mg^{+2}, Zn^{+2}, Fe^{+2} وهذا مايؤدي إلى تخفيض امتصاص المعادن الغذائية الضرورية عند الحيوانات والإنسان (Brune, 1992)،(Steiner,2007)



ترتبط الفيتات ومركبات الاينوزيتول الفوسفورية (الثلاثية والرباعية والخماسية) بقوة شيلاتية مع البروتينات والحموض الامينية والمعادن والنشاء مشكلة معقدات غير منحلة في انبوب الهضم ولايهضم في الأمعاء يؤدي إلى تراكمه في المادة البرازية, مما يساهم في التلوث الفوسفوري في منطقة وجود الحيوانات، (Brinch-Pederson et al, 2007) (Bhavsar et al, 2008)

تشكل الفيتات (1–3%) من الوزن الجاف للحبوب والبقوليات والجوزيات وتكون بتراكيز منخفضة في الجذور والدرنيات والخضروات وبشكل خاص تحتوي الحبوب والبقوليات الكاملة على كميات عالية من الفيتات، وأنها تشكل معقدات مع المعادن وتكون غير منحلة في الـ pH الفيزيولوجي للأمعاء. (Campos-Vega, 2010).

بين الباحث Sridhar (2006) أن بذور البقوليات تحتوي على نسبة (1–3%) فيتات أو إينوزيتول سداسي الفوسفات وتختلف هذه النسبة حسب الصنف والزراعة والشروط المناخية والتربة والموقع والفصل وإنبات البذور وبالتالي يجب الأخذ في الحسبان العمليات النوعية لخفض كمية الفيتات بهدف الاستهلاك، كما وضح الباحث Frias et al(2003) و Viadel et al, (2006) أن البقوليات تزود أغذية الإنسان بكميات كبيرة من البروتينات والكربوهيدرات والألياف الغذائية والمعادن والفيتامينات المنحلة بالماء لكنها تحتوي على بعض العوامل المؤثرة في القيمة التغذوية للبروتين والوجود الحيوي للمعادن مثل المثبطات الأنزيمية والاوكسالات والفيتات, كما بين (El-Niely, 2007) وجود مثبطات البروتياز والليكتين وحمض الفيتيك والتانينات والألياف الغذائية بالإضافة إلى النشاء الصلب فيها..

تحتل البقوليات مكانة مهمة في تغذية الإنسان وخاصة في أغذية محدودي الدخل في الدول النامية وبشكل عام تكون من المصادر الجيدة للكربوهيدرات وغنية بالبروتينات والفيتامينات والمعادن وبشكل طبيعي تستهلك بعد تصنيعها من أجل تحسين نوعيتها التغذوية والحسية وزيادة الوجود الحيوي للمغذيات فيها وتثبيط أو تفكيك العديد من مضادات التغذية مثل (Trypsin, Growth inhibitors, Haemagglutinin, solid starch, food fiber, Phytic acid, Tannins and Phenolic compounds)، كما تدخل البقوليات في تركيب العديد من الأغذية على مستوى العالم. (Campos-Vega, 2010) (Tharanathan,2003)

بين الباحث Lestienne وزملاؤه (2005) تأثير عملية النقع للحبوب الكاملة (ذرة، ذرة بيضاء، رز، السرغوم)، وللبقوليات (الفول والصويا) على محتواها من الحديد والزنك والفيتات حيث تعتبر الحبوب البقوليات غنية كثيراً بعوامل

مضادات تغذوية مثل (الفيتات ومتعدد الفينول والاوكسالات)، وهذا ما يؤدي إلى تخفيض الامتصاصية الحيوية للمعادن وهناك بعض المعالجات البيولوجية والحرارية تخفض من المحتوى في الفيتات وأهمها التخمير والإنبات وتعتبر عملية النقع من التقنيات البسيطة للمعالجة في تحضير الأغذية منزلياً، كما هو موضح في الجدول(1).

الجدول (1) يوضح كمية الفيتات في بعض البذور (Lestienne, 2005)

البذور	الفيتات مغ%غ مادة جافة		الانخفاض%
	غير منقوعة	منقوعة	
ذرة بيضاء	762	550	28
ذرة صفراء	908	721	21
سرغوم	925	882	4
رز	1084	904	17
فول صويا	878	678	23
فول صيني	236	225	8

إن عمليات النقع والإنبات والتقشير مع بعضها تحسن من النوعية التغذوية للبقوليات لكن بشكل عام يكون هذا التحسن قليلاً كما هو مبين في الجدول(2) (Ghevidel,2007)

الجدول(2) يبين تأثير عملية التقشير على مضادات التغذية (فيتات) في البقوليات غ%غ مادة جافة

	فاصولياء	بازلاء	عدس	حمص
خام	0.61	0.60	0.19	0.48
منبت	0.50	0.48	0.15	0.38
مقشر	0.29	0.29	0.10	0.24

بين الباحث Khattab وزملاؤه (2009) تأثير بعض العمليات الفيزيائية في النوعية التغذوية لبعض البقوليات وخاصة على مضادات التغذية ومنها حمض الفيتيك باستخدام (النقع بالماء، الغلي، التحميص، الطهي بالميكروويف، الاوتوكلاف، التخمير) بأن كل هذه العمليات تخفض من كمية حمض الفيتيك وان أكثرها كان لدى المعالجة بالأوتوكلاف (65.04–70.49%) والتخمير(66.83–68.94%) والميكروويف (62–66%)، أما النقع خفض (42.82–48.91%) والتخمير والتحميص (35.25–40.15%) والغلي (52–45%)

يؤثر فيتامين C بشكل مضاد في الفيتات ويدعم امتصاص الحديد (Siegenlerg et al, 1991) وتعد البقوليات الخضراء (فول، بازلاء،.....) غنية بحمض الاسكوربيك وأيضاً بحمض الفيتيك (1.092–0.48%) وبتطبيق بعض العمليات على البذور مثل (النقع والإنبات وعمليات المعالجة الحرارية والتخمير تزيد من النشاط الإنزيمي في الحبوب والبقوليات, وأن إنبات البذور ينتج عنه نشاط لإنزيم الفيتاز في الحبوب وتحسن القيمة التغذوية للبقوليات بالمعالجة الحرارية وخاصة الرطبة وأيضاً إنبات حبوب الفاصولياء يعطي نفس النتائج وأن إجراء عملية الغلي بعد عملية النقع تكون ناجحة للتخلص من غالبية العوامل المضادة للتغذية (Sandberg, 2002)

درس الباحث Martin-cabrejas وزملاؤه (2009) تأثير النقع والطهي والتجفيف في مضادات التغذية وعلى هضم البروتينات في دقيق البقوليات (حمص، عدس، فاصولياء) وبشكل عام لوحظ انخفاض في تركيز حمض الفيتيك خلال عملية التجفيف وكان أكثر فعالية في العدس (حتى 44%) ثم في الفاصولياء البيضاء(13%) الفاصولياء المنقطة بالوردي (10%) وعدم تأثره في الحمص سواء منقوعاً أو مطهياً أو مجففاً.

بين الباحث Abd El-Hady وزملاؤه (2003) تأثير عملية النقع والبثق الحراري بين الدرجة (140 و180°م) في تراكيز حمض الفيتيك في بعض البقوليات عند قيمتي رطوبة 18% و22% فقد انخفضت كمية حمض الفيتيك من (6.40) إلى (6.05) (مغ/غ) بدون نقع ومن (6.10) إلى (4.80) (مغ/غ) خلال النقع في الفاصولياء وفي البازلاء من (8.97 إلى (7.90) (مغ/غ) بدون نقع ومن (8.50) إلى (7.14) (مغ/غ) مع النقع أما في الحمص من (8.21) إلى (7.33) (مغ/غ) بدون نقع ومن (8.00) إلى (7.35) (مغ/غ) خلال النقع وفي الفاصولياء الكلوية من (11.03) إلى (9.64) (مغ/غ) بدون نقع ومن (10.41) إلى (9.53) (مغ/غ) خلال النقع.

بين الباحث Ghevidel وزملاؤه (2007) تأثير عملية الإنبات والتقشير في المغذيات ومضادات التغذية وبالتالي في التوافر الحيوي للكالسيوم والحديد في المخبر وأيضاً في تهضيم النشاء والبروتين مخبرياً لبعض البقوليات (فاصولياء، عدس، حمص) وبأن حمض الفيتيك ينخفض بنسبة 18–21%, كما وجد الباحث El-Niely (2007) أن المعالجة الإشعاعية للبقوليات تؤدي إلى انخفاض بين (10–25%) من حمض الفيتيك مغ/غ كما هو مبين في الجدول(3).

الجدول(3) يوضح انخفاض تركيز حمض الفيتيك في المنتجات النباتية بتعريضها إلى جرعة إشعاع

	جرعة الاستخدام (KGy)			
	0.0	5.0	7.5	10.0
بازلاء	9.02	8.22	7.99	7.47
فول	6.83	6.24	6.05	5.82
عدس	11.50	9.76	8.60	7.73
فاصولياء	10.99	10.17	9.43	8.03
حمص	8.40	7.85	7.43	6.70

تخفض مختلف العمليات مثل النقع والطهي والإنبات والتخمير من محتوى مركب (IP6) في البقوليات والحبوب فخلال عمليات النقع والانبات وتصنيع المالت وتصنيع الخبز ينشط الفيتاز الداخلي ويحلمه مركب (IP6) وأن النشاط العالي كان في القمح والشيلم والشعير (Frias et al, 2003)

وجد أيضاً أن حلمهة الفيتات مع الحموض ومع فائض من الأملاح يحسن من امتصاص الحديد وأن طحن الحبوب وجرشها يؤدي إلى التخلص من الفيتات والمعادن(Brinch-Pederson et al, 2007), وأن عمليات الطهي تعيق نشاط الفيتاز الداخلي لانه يتثبط بدرجة حرارة حوالي 65°م وبالتالي فإن غلي الحبوب يثبط عمل هذا الإنزيم ويتم بتخمير العجين تفكيك جوهري للفيتات بواسطة فيتاز الخميرة والحبوب (Gibson, 2006)

أهمية البحث وأهدافه:

تقع أهمية وأهداف هذا البحث بتحديد كمية حمض الفيتيك في معظم الأغذية النباتية، حيث أن حمض الفيتيك مكون غير مرغوب به في الغذاء، وتطبيق بعض المعالجات التكنولوجية لتخفض نسبته, وأجري هذا البحث في مخابر كلية الصيدلة في الفترة الزمنية(2010–2012) لتحديد تركيز حمض الفيتيك في بعض المنتجات الغذائية المدروسة والمستهلكة في مدينة اللاذقية.

طرائق البحث ومواده :

تم في هذا البحث جمع العينات من منتجات غذائية محلية مختلفة من سوق مدينة اللاذقية ولعدة مرات كل شهر ولمدة سنتين، من اجل التحديد الكمي لحمض الفيتيك وقياس تركيزه في المنتجات المصنعة منها ودراسة العمليات التكنولوجية المختلفة لتخفيض تركيزه فيها.

الأدوات والمواد والأجهزة المستخدمة:

تم استخدام المواد الكيميائية التالية: حمض كلور الماء (SCP)، حمض الآزوت(Merck)، حمض الفيتيك(Fluka)، فيتات الصوديوم(SIGMA)، وسط تشابك، كما تم استخدام الأجهزة التالية: مطحنة حبوب(طاحونة قهوة)، مسخنات مغناطيسية(Variomag)، مثفلة (Hermly labortshinic)، هزاز (Heidop ph)، جهاز سبيكتروفوتومتر(Biotech)، فرن تجفيف (Janat)، أوتوغلاف (Nuve)، طناجر ضغط (بردى)، حاضنات (InFors)، pH–متر (HACH)، وبعض الأدوات (ارلينات، أقماع فصل، بياشر،.....)

الطرائق التحليلية المستخدمة:

– **استخلاص حمض الفيتيك:** يتم الحصول على الفيتات باستخلاصها من (0.2–0.5)غ عينة محضرة مسبقاً ومعالجتها مع 10 مل HCl (0.5 M) ويسخن المزيج مع التحريك لمدة (6) دقائق، ثم تغمر الأرلينات في ماء مغلي ويثفل لمدة (10) دقائق إلى 5000 دورة/دقيقة عند 4°م ثم يستعاد السائل الطافي. (Lestienne, 2005), أو يضاف حمض النتريك (0.5M) إلى العينة ثم تحرك بالهزاز لمدة 3ساعات عند درجة حرارة الغرفة ويثفل المزيج إلى 2000دورة/دقيقة لمدة (10) دقائق ويتم فصل السائل الطافي.(Davies et al, 1979).

– **تعيين حمض الفيتيك:** تقاس الامتصاصية الضوئية عند الموجة (512mm) مقارنة بحمض الفيتيك النقي وحساب التركيز بمنحنى عياري, حيث يؤخذ 1 مل من الرشاحة أو المستخلص يمدد بالماء المقطر إلى حجم 1.4 مل ويضاف إليها 1 مل من محلول كبريتات الامونيوم الحديدية (ملح مور) التي تحتوي على 50 ميل غرام حديد ثنائي ثم يمزج في أنبوب اختبار كبريتات الامونيوم وتوضع في حمام مائي / 20/ دقيقة وتبرد لدرجة حرارة الغرفة, ثم يضاف 5 مل من الكحول الاميلي ثم 0.1 مل من تيوسيانات الامونيوم (100 غ / ليتر) ثم تمزج مباشره ومن ثم التثفيل لمدة 5 دقائق على 1000 دورة بالدقيقة, ثم تفصل طبقة الكحول الاميلي وتحدد الامتصاصية عند الطول الموجي 512 مقارنة مع فيتات الصوديوم النقية (Davies et al, 1979).

– **تعيين المادة الجافة:** يتم باستخدام طريقة التجفيف في الفرن عند درجة حرارة 105°م حتى ثبات وزن العينة

– **تتضمن المعالجات الفيزيائية والحيوية:** (Khattab, 2009)

1– عملية النقع: تنقع البذور في ماء الصنبور على درجة حرارة الغرفة بمعدل (W/V) (ماء 1:5 بذور) حتى تشبع البذور بالماء وتتضمن مدد زمنية مختلفة (22)ساعة للبازلاء (20) ساعة للفاصولياء

2– عملية السلق: تنقع البذور في ماء الصنبور لمدة (4)ساعة وتضاف إلى ماء مغلي بمعدل (1:5) حتى تصبح لينة بالتحسس بين الإصبعين وتأخذ زمن (35–45) دقيقة

3– التحميص: يتم التحميص عند درجة حرارة 180م لمدة (15–20) دقيقة على حمام رملي

4– طهي بالميكروويف: توضع البذور في صحون زجاجية مع ماء صنبور (1:5) لعملية الطهي لمدة (15–20) دقيقة حتى تصبح البذور لينة

5- استخدم اوتوكلاف عمودي (1.5) ضغط جوي (121°م) لمدة 20 دقيقة حتى تصبح البذور لينة باستخدام النسبة (ماء/بذور 1:5) وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن وتنخل ثم تترك للتحليل

6- النقع في سائل ناتج عن تخليل الخيار وسائل مصل الجبنة: تنقع البذور الكاملة في ماء الصنبور مع سائل تخليل الخيار بنسبة (1:4:1) وتجربة أخرى مع مصل الجبنة بنسبة (1:4:1) وتجربة أخرى مع السائلين بنسبة (0.5:0.5:4:1) لمدة (12) و(24) ساعة

7- خلط مع اللبن الرائب: تخلط المنتجات بعد سلقها في الماء لمدة ساعة واحدة وهي البرغل والرز والحمص حب والحمص الناعم والفول مع كمية من اللبن (أغذية2:1لبن) لمدة 24ساعة.

النتائج والمناقشة :

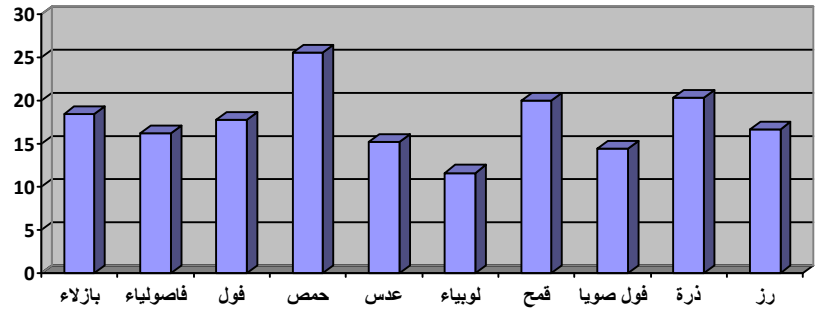
دراسة طرائق التخلص من حمض الفيتيك:

تم دراسة بعض الطرائق الفيزيائية المستخدمة في عمليات تصنيع الأغذية محلياً وهي:

1- عملية النقع: تنقع البذور الكاملة للبازلاء والفاصولياء والفول والحمص والعدس واللوبياء والقمح وفول الصويا والذرة في ماء الحنفية عند درجة حرارة الغرفة بمعدل (W/V) (ماء 1:5 بذور) حتى تشبع البذور بالماء خلال مدة زمنية (24) ساعة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (4) والشكل (1)

الجدول (4) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاض في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة النقع (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	بازلاء	فاصولياء	فول	حمص	عدس	لوبياء	قمح	فول صويا	ذرة	رز
ح.ف. قبل النقع	0.76	0.68	0.62	1.37	0.92	0.86	1.10	0.76	0.54	1.26
ح.ف. بعد النقع	0.62	0.57	0.51	1.02	0.78	0.76	0.88	0.65	0.43	1.05
انخفاض%	18.42	16.18	17.74	25.55	15.22	11.62	20.00	14.47	20.37	16.67



الشكل (1) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة النقع (%)

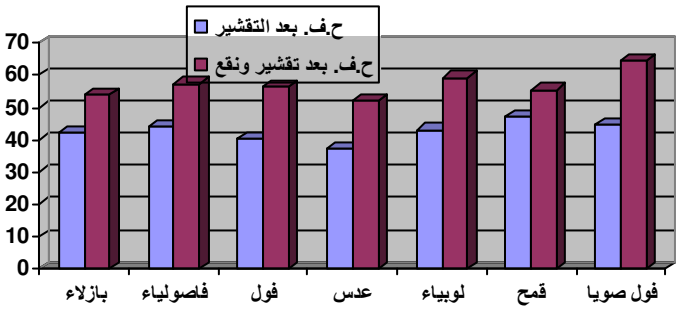
يلاحظ من الجدول (4) والشكل (1) بأن عملية النقع تخفض من تركيز حمض الفيتيك في المنتجات المدروسة بنسبة (11-26%) وبشكل بلغت (25.55, 20.37, 20.00%) في الحمص والذرة والقمح على الترتيب.

2- عملية التقشير والنقع: تم أيضاً دراسة عملية نزع القشور ثم النقع لبذور البازلاء والفاصولياء والفول والعدس واللوبياء والقمح وفول الصويا في ماء الحنفية على درجة حرارة الغرفة بمعدل (W/V) (ماء 1:5 بذور) حتى تشبع

البذور بالماء خلال مدة زمنية (24) ساعة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (5) والشكل (2)

الجدول (5) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في البذور المنزوعة القشور باستخدام طريقة التقشير والنقع (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	بازلاء	فاصولياء	فول	عدس	لوبياء	قمح	فول صويا
ح.ف. قبل النقع	0.76	0.68	0.62	0.92	0.86	1.10	0.76
ح.ف. بعد التقشير	0.44	0.38	0.37	0.58	0.49	0.58	0.42
انخفاض%	42.10	44.12	40.32	36.96	43.02	47.27	44.74
ح.ف. بعد تقشير ونقع	0.35	0.29	0.27	0.44	0.35	0.49	0.27
انخفاض%	53.95	57.35	56.45	52.17	59.30	55.45	64.47



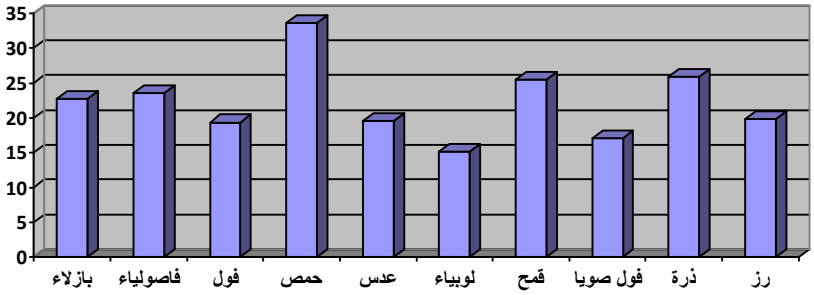
الشكل (2) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة التقشير والنقع (%)

يبين الجدول (5) والشكل (2) بأن كمية حمض الفيتيك تنخفض بعد التقشير بكميات عالية تتجاوز الـ 40% في المنتجات المدروسة وتصل إلى نسبة أعلى بعد تقشيرها ونقعها لتتجاوز الـ 50% وهذا ما يبين وجود كميات عالية من حمض الفيتيك في قشور المنتجات النباتية وخاصة في بذور البقوليات.

3- عملية السلق: تنقع البذور الكاملة للبازلاء والفاصولياء والفول والحمص والعدس واللوبياء والقمح وفول الصويا والذرة في ماء الحنفية لمدة (4)ساعة وتضاف إلى ماء مغلي بمعدل (بذور:ماء 5:1) حتى تصبح لينة بالتحسس بين الإصبعين وتأخذ زمن (35-45) دقيقة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (6) والشكل (3)

الجدول (6) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة السلق (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	بازلاء	فاصولياء	فول	حمص	عدس	لوبياء	قمح	فول صويا	ذرة	رز
ح.ف. قبل الغلي	0.76	0.68	0.62	1.37	0.92	0.86	1.10	0.76	0.54	1.26
ح.ف. بعد الغلي	0.59	0.52	0.50	0.91	0.74	0.73	0.82	0.63	0.40	1.01
انخفاض%	22.69	23.53	19.35	33.58	19.57	15.12	25.45	17.11	25.93	19.84



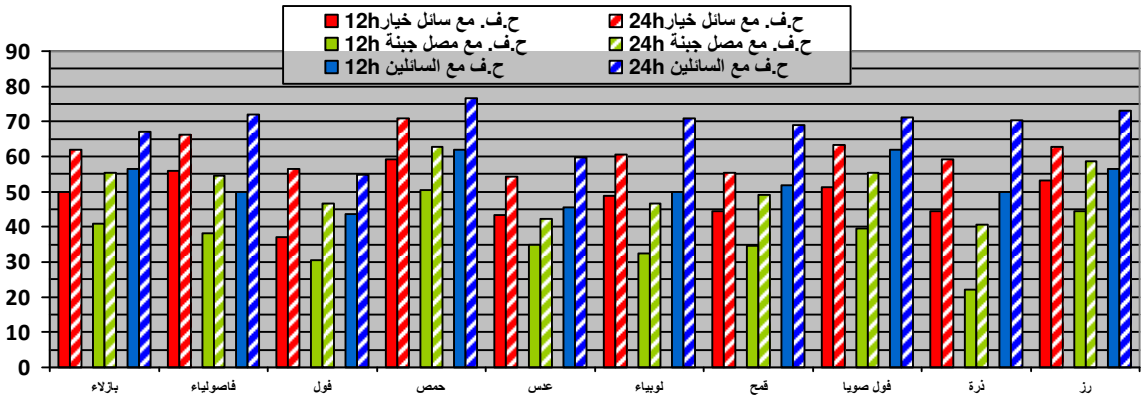
الشكل (3) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة السلق (%)

توضح النتائج من الجدول (6) والشكل (3) بأن عملية السلق للمنتجات المدروسة تخفض من كمية حمض الفيتيك بين (15–34%) وبشكل عالٍ في الحمص ثم الذرة والقمح على الترتيب.

4- النقع في سائل ناتج عن تخليل الخيار وسائل مصل الجبنة: تنقع البذور الكاملة للبازلاء والفاصولياء والفول والحمص والعدس واللوبياء والقمح وفول الصويا والذرة والرز في ماء الحنفية مع سائل تخليل الخيار بنسبة (1:4:1) وتجربة أخرى مع مصل الجبنة بنسبة (1:4:1) وتجربة أخرى مع السائلين بنسبة (0.5:0.5:4:1) لمدة (12) و(24) ساعة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (7) والشكل (4).

الجدول (7) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة النقع في سائل ناتج عن تخليل الخيار و/أو سائل مصل الجبنة (%)

حمض فيتيك غ%غ م	بازلاء		فاصولياء		فول		حمص		عدس		لوبياء		طحين قمح		فول صويا		ذرة		رز	
ساعة نقع	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24	12	24
ح.ف مادة خام	0.76	0.76	0.68	0.68	0.62	0.62	1.37	1.37	0.92	0.92	0.86	0.86	1.10	1.10	0.76	0.76	0.54	0.54	1.26	1.26
ح.ف. مع سائل خيار	0.38	0.29	0.30	0.23	0.39	0.27	0.56	0.40	0.52	0.42	0.44	0.34	0.61	0.49	0.37	0.28	0.30	0.22	0.59	0.47
انخفاض%	50.00	61.84	55.88	66.18	37.10	56.45	59.12	70.80	43.48	54.35	48.84	60.47	44.55	55.45	51.32	63.16	44.44	59.26	53.17	62.70
ح.ف. مع مصل جبنة	0.45	0.34	0.42	0.31	0.43	0.33	0.68	0.51	0.60	0.53	0.58	0.46	0.72	0.56	0.46	0.34	0.42	0.32	0.70	0.52
انخفاض%	40.79	55.26	38.24	54.41	30.65	46.77	50.36	62.77	34.78	42.39	32.56	46.51	34.55	49.09	39.47	55.26	22.22	40.74	44.44	58.73
ح.ف مع السائلين	0.33	0.25	0.34	0.19	0.35	0.28	0.52	0.32	0.50	0.37	0.43	0.25	0.53	0.34	0.29	0.22	0.27	0.16	0.55	0.34
انخفاض%	56.58	67.11	50.0	72.06	43.55	54.84	62.04	76.64	45.65	59.78	50.00	70.93	51.82	69.09	61.84	71.05	50.00	70.37	56.45	73.02



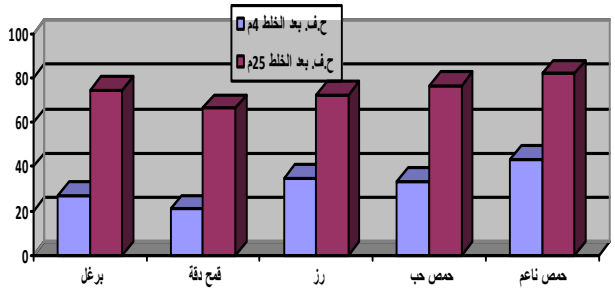
الشكل (4) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية المدروسة باستخدام طريقة النقع في سائل ناتج عن تخليل الخيار و/أوسائل مصل الجبنة (%)

يلاحظ من الجدول (7) والشكل (4) بأن نسبة حمض الفيتيك في المنتجات المدروسة تنخفض في عملية النقع في سائل تخليل الخيار بعد 12ساعة بين (40–60%) وبشكل أعلى بعد 24ساعة لتصل إلى (55–70%) أما النقع في سائل مصل الجبنة فتكون نسبة التخفيض أقل نسبياً من سابقتها لتبلغ بعد 12 ساعة (22–50%) وبعد 24ساعة تبلغ بين (30–62%) وترتفع نسبة التخفيض بالنقع مع مزيج من السائلين (مخلل الخيار ومصل الجبنة) بعد 12 ساعة بين (43–62%) إلى (60–76%) بعد 24 ساعة نقع، ويفسر ذلك بأن بكتريا حمض اللبن في المخللات تكون أكثر كفاءة في حلمهة حمض الفيتيك التي تكون محرضة لإنتاج أنزيم الفيتاز من بكتريا حمض اللبن في مصل الجبنة وأن النوعين من البكتريا معاً كانا أكثر فاعلية بسبب أنهما يعيشان بشكل تكافلي.

5- خلط مع اللبن الرائب: تخلط المنتجات التالية بعد سلقها في الماء لمدة ساعة واحدة وهي البرغل والرز والحمص حب والحمص الناعم والفول مع كمية من اللبن (أغذية2:1لبن) لمدة 24ساعات وقسمت إلى تجربتين واحدة على درجة حرارة البراد وأخرى على درجة حرارة الغرفة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (8) والشكل(5).

الجدول (8) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة الخلط مع اللبن في درجتي حرارة (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	برغل	قمح دقة	رز	حمص حب	حمص ناعم
ح.ف مادة خام	0.70	1.10	1.26	1.37	1.37
ح.ف. بعد الخلط 4°م	0.51	0.87	0.82	0.91	0.78
انخفاض%	27.14	20.91	34.92	33.58	43.07
ح.ف. بعد الخلط 25°م	0.18	0.37	0.35	0.32	0.25
انخفاض%	74.29	66.36	72.22	76.64	81.75



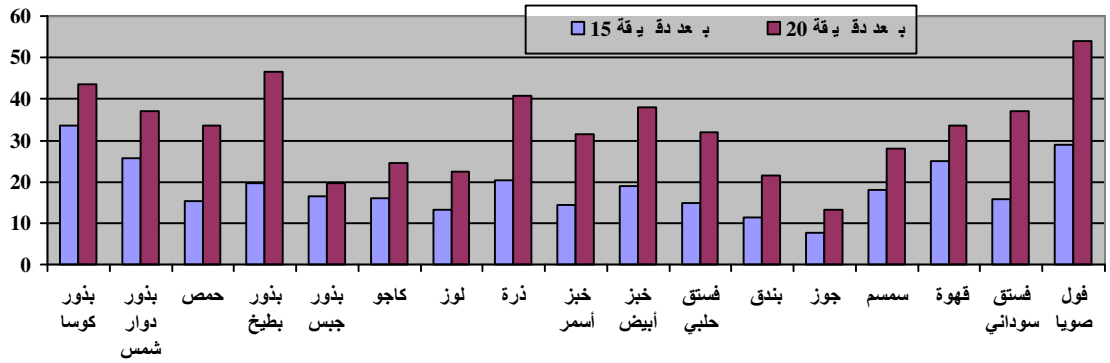
الشكل (5) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية بالخلط مع اللبن الرائب عند درجتي حرارة 4م° و25م° (%)

يبين الجدول (8) والشكل (5) بأن تركيز حمض الفيتيك في المنتجات المدروسة ينخفض بعد خلطها مع اللبن الرائب بنسبة بين (20–40%) في درجة حرارة البراد وتصل إلى نسبة بين(66–82%) في درجة حرارة الغرفة ويكون بشكل أعظمي في منتج الحمص الناعم ثم الحمص حب والبرغل وهذا يعود لنشاط بكتريا حمض اللبن المنتجة لآنزيم الفيتاز الذي يفكك حمض الفيتيك في درجة حرارة الغرفة أكثر من درجة حرارة البراد.

6- التحميص: يتم التحميص في الفرن بخلط بذور الكوسا والحمص والذرة ودوار الشمس والبطيخ والكاجو وفستق السوداني وفستق حلبي ولوز وجوز والسمسم وفول الصويا مع الرمل البحري المرمد وايضاً الخبز الأسمر والأبيض وحبوب القهوة، عند درجة حرارة 180° م لمدة زمنية (15) و(20) دقيقة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (9) والشكل (6).

الجدول (9) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة التحميص (%)

المنتج	ح.ف قبل التحميص غ%غ م.ج	ح.ف بعد التحميص غ%غ م.ج			
		15 دقيقة	انخفاض%	20 دقيقة	انخفاض%
بذور كوسا	0.92	0.61	33.69	0.52	43.48
بذور دوار شمس	1.05	0.78	25.71	0.66	37.14
حمص	1.37	1.16	15.32	0.91	33.58
بذور بطيخ	0.86	0.69	19.77	0.46	46.51
بذور جبس	0.97	0.81	16.49	0.78	19.58
كاجو	1.18	0.99	16.10	0.89	24.58
لوز	1.29	1.12	13.18	1.00	22.48
ذرة	0.54	0.43	20.37	0.32	40.74
خبز أسمر	0.76	0.65	14.47	0.52	31.58
خبز أبيض	0.21	0.17	19.05	0.13	38.09
فستق حلبي	1.22	1.04	14.75	0.83	31.97
فستق سوداني	2.10	1.77	15.71	1.32	37.14
فول صويا	0.76	0.54	28.95	0.35	53.95
بندق	1.68	1.49	11.31	1.32	21.43
جوز	2.20	2.03	7.73	1.91	13.18
سمسم	1.78	1.46	17.97	1.28	28.09
قهوة	1.04	0.78	25.00	0.69	33.65



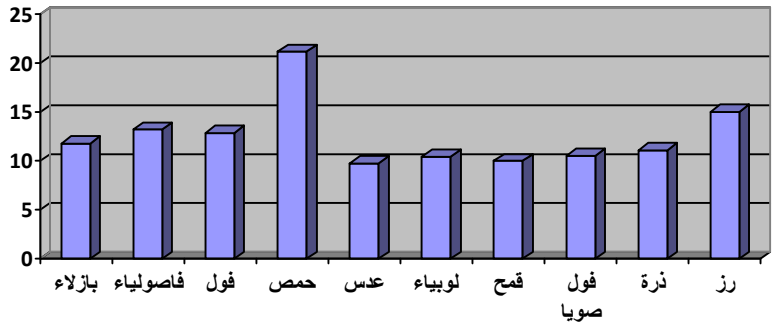
الشكل (6) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة التحميص (%)

يلاحظ من الجدول (9) والشكل (6) بأن كمية حمض الفيتيك في المنتجات المدروسة تنخفض بعد عملية التحميص لمدة /15/ دقيقة بين (11–33%) لتصل بعد /20/ دقيقة إلى(21–53%) ولاسيما خلال تحميص بذور البطيخ وفول الصويا والكوسا والذرة وحتى تحميص الخبز الأبيض أما نسبة التخفيض كانت بشكل أدنى اثناء تحميص الجوز.

7-ميكروويف طهي: توضع بذور البازلاء والفاصولياء والفول والحمص والعدس واللوبياء والقمح وفول الصويا والذرة في صحون زجاجية مع ماء حنفية (1:5) لعملية الطهي لمدة (15–20) دقيقة حتى تصبح البذور لينة ثم تبرد مباشرة وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (10) والشكل (7).

الجدول (10) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة الميكروويف (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	بازلاء	فاصولياء	فول	حمص	عدس	لوبياء	قمح	فول صويا	ذرة	رز
ح.ف. قبل طهي	0.76	0.68	0.62	1.37	0.92	0.86	1.10	0.76	0.54	1.26
ح.ف. بعد طهي	0.67	0.59	0.54	1.08	0.83	0.77	0.99	0.68	0.48	1.07
انخفاض%	11.84	13.24	12.90	21.17	9.78	10.47	10.00	10.53	11.11	15.08



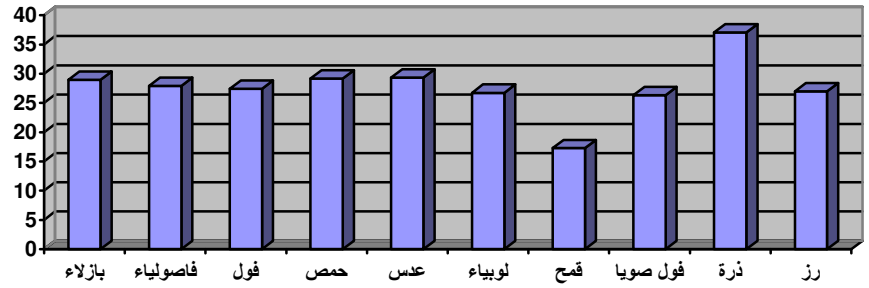
الشكل (7) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة الميكروويف (%)

تبين النتائج من الجدول (10) والشكل (7) بأن كمية حمض الفيتيك في المنتجات المدروسة تنخفض بنسبة بين (10–21%) أثناء الطهي بالميكروويف لمدة 20 دقيقة وتكون بنسبة أعلى في الحمص.

8-طريقة الأوتوغلاف: استخدم أوتوكلاف عمودي بتطبيق (1.5) ضغط جوي (121م) لمدة 20 دقيقة حتى تصبح البذور لينة باستخدام النسبة (ماء/بذور1:5) وفي النهاية تجفف جميع العينات وتطحن ثم يحدد حمض الفيتيك، والنتائج موضحة في الجدول (11) والشكل (8).

الجدول (11) يبين كمية حمض الفيتيك وانخفاضه في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة الأوتوغلاف (%)

حمض فيتيك غ%غ م.ج	بازلاء	فاصولياء	فول	حمص	عدس	لوبياء	قمح	فول صويا	ذرة	رز
ح.ف. بدون أوتوغلاف	0.76	0.68	0.62	1.37	0.92	0.86	1.10	0.76	0.54	1.26
ح.ف. أوتوغلاف	0.54	0.49	0.45	0.97	0.65	0.63	0.91	0.56	0.34	0.92
انخفاض%	28.97	27.94	27.42	29.19	29.35	26.74	17.27	26.32	37.04	26.98



الشكل (8) يبين انخفاض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية باستخدام طريقة الاوتوغلاف (%)

يلاحظ من الجدول (11) والشكل (8) انخفاض نسبة حمض الفيتيك بنسبة تتراوح بين (26-37%) بعملية الطهي باستخدام الضغط وخاصة في الذرة والبقوليات.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

-تخفض عملية النقع للمنتجات الغذائية من تركيز حمض الفيتيك بنسبة (11-26%) وبشكل أعظمي في الحمص يليها القمح والذرة

-إن عملية التقشير للمنتجات الغذائية تخفض كمية حمض الفيتيك بنسبة عالية تتجاوز الـ 40% ولتتجاوز الـ 50% بعد تقشيرها ونقعها وهذا ما يبين وجود كميات عالية من حمض الفيتيك في القشور للمنتجات النباتية وخاصة في بذور البقوليات.

-إن عملية السلق للمنتجات الغذائية تخفض من كمية حمض الفيتيك بين (15-34%)

-إن نسبة حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية تنخفض بنسبة عالية تتجاوز الـ 60% في عملية النقع في سوائل التخليل أو النقع في سوائل التجبين أو المزيج منهما وتزداد مع الزمن.

-إن تركيز حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية ينخفض بعد خلطها مع اللبن الرائب وتزداد مع ارتفاع درجة حرارة الغرفة وهذا يعود لنشاط بكتريا حمض اللبن المنتجة لأنزيم الفيتاز الذي يفكك حمض الفيتيك

-تنخفض كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية بعد عملية التحميص ويزداد الانخفاض نسبياً بزيادة مدة التحميص،

-يخفض الطهي بالميكروويف من كمية حمض الفيتيك في المنتجات الغذائية بشكلٍ متدنٍ، أما الطهي باستخدام الضغط يخفض من تراكيز حمض الفيتيك بنسبة أعلى نسبياً.

التوصيات

يجب إجراء المعالجات التصنيعية للخضار والفواكه والحبوب التي تخفض بشكل كبير من محتواها من حمض الفيتيك وخاصة عمليات النقع في الماء و/أو التقشير أو التحميص والطهي بدرجات حرارة عالية نسبياً أو خلطها مع منتجات غذائية مخمرة.

المراجع:

1. ABD EL-HADY, E.A.; Habiba R.A. *Effect of soakingand extrusion conditions on antinutrients and protein digestibility of legume seeds*, Lebensm.-Wiss. Univ.-Technol. 36, 2003, 285–293.
2. BHAVSAR K., Shah P., Soni S.K. and Khire J. M. *Influence of pretreatment of agriculture residues on phytase production by Aspergillus niger NCIM 563 under submerged fermentation condition, African Journal of Biotechnology Vol. 7 (8), 2008. 1101-1106.*
3. BRINCH-Pedersen, H.; Borg S.; Tauris B.; Holm P. B. *Molecular genetic approaches to increasing mineral availability and vitamin content of cereals*, Journal of Cereal Science 46, 2007, 308–326 .
4. BRUNE, M.; Rossander-Hulthe´N.L.; Hallberg, L.; Gleerup, A.; Sandberg, A. S. *Human iron absorption from bread: inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups,1992. Journal of Nutrition,122, 442–449* .
5. CAMPOS-VEGA R; Loarca-Pina G.; Oomah B. D. *Minor components of pulses and their potential impact on human health.* Food Research International 43, 2010, 461–482.
6. DAVIES, N.T.; Reid, H. *An evaluation of phytates, zinc, copper, iron and manganese content of and availability from soya based textured vegetable protein. Meat substitute of meat extruder.* Br. J. Nutr. 41, 1979, 579–582.
7. EL-NIELY H.F.G. *Effect of radiation processing on antinutrients, in-vitro protein digestibility and protein efficiency ratio bioassay of legume seeds.* Radiation Physics and Chemistry 76, 2007, 1050–1057.
8. FRIAS J.; Doblado R.; Antezana J.R.; Vidal-Valverde C. *Inositol phosphate degradation by the action of phytase enzyme in legume seeds*. Food Chemistry 81, 2003, 233–239.
9. GHAVIDEL R. A.; Prakash J. *The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds.* LWT 40, 2007, 1292–1299 .
10. GIBSON, R.S. *Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries*. Proceedings of the Nutrition Society 65, 2006, 51–60.
11. KHATTAB R.Y.; Arntfield S.D. *Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments (Antinutritional factors).* LWT - Food Science and Technology 42, 2009, 1113–1118.

12. LESTIENNE I.; Icard-Verniere C.; Mouquet C.; Picq C.; Treche S. *Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents*. Food Chemistry 89, 2005, 421–425 .
13. MARTIN-Cabrejas M. A.; Aguilera Y.; Pedrosa M. M.; Cuadrado C.; Hernandez T.; Diaz S.; Esteban R. M. *The impact of dehydration process on antinutrients and protein digestibility of some legume flours.* Food Chemistry 114, 2009, 1063–1068
14. SANDBERG, A. S. *In vitro and in vivo degradation of phytate. Food phytates Boca Raton*, Fl: CRC Press, 2002, 139–155.
15. SIEGENBERG, D.; Baynes, R. D.; Bothwell, T. H.; Macfarlane, B. J.; Lamparelli, R. D.; Car, N. G. *Ascorbic acid prevent the dose-dependent inhibitory effect of polyphenols and phytates on non-heme iron absorption*. American Jour. of Clinical Nutrition, 53, 1991, 537–541.
16. SRIDHAR K.R.; Seena, S. *Nutritional and antinutritional significance of four unconventional legumes of the genus Canavalia – A comparative study*. Food Chemistry 99, 2006, 267–288.
17. STEEINER T.; R. Mosenthin; B. Zimmermann; R. Greiner; Roth, S. *Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar.* Animal Feed Science and Technology, 133, 2007, 320–334.
18. THARANATHAN R.N. and Mahadevamma S. *Grain legumes a boon to human Nutrition, Trends in Food*. Science & Technology 14, 2003, 507–518.
19. VIADEL B.; Barbera R.; Farre R. *Uptake and retention of calcium, iron, and zinc from raw legumes and the effect of cooking on lentils in Caco-2 cells*, Nutrition Research 26, 2006, 591– 596.