

## تطبيقات الكايتوسان في التصنيع الغذائي

ضحى داود سلمان  
شعبة العلوم الأساسية  
كلية الزراعة /جامعة بغداد

إناس مظفر خليل العبادي  
قسم علوم الأغذية والتقانات الاحيائية  
كلية الزراعة /جامعة بغداد

### المستخلص

الكايتوسان بوليمر حيوي موجب الشحنة ، متجانس التركيب يتألف من وحدات متكررة للكلوكوز أمين ويشتق من الكايتين الذي يعد مكونا أساسيا للهيكل الخارجي للفطريات والحشرات وجدران خلايا الفطريات . ويصنع الكايتوسان تجاريا من مخلفات الهيكل الخارجي للسرطان البحري والروبيان بخطوات تتضمن إزالة البروتينات وإزالة العناصر المعدنية وإزالة الصبغات وأخيرا إزالة مجاميع الاسيتيل جزئيا أو كليا . وتتأثر الخصائص الفيزيوكيميائية والوظيفية للكايتوسان بتباين طرائق إنتاجه وأنواع القشريات . ويمتلك الكايتوسان العديد من الوظائف البيولوجية والوظيفية منها فعاليته تجاه الأحياء المجهرية مثل البكتريا والفطريات والخمائر وفعاليته المضادة للأورام وخفض مستوى الكولسترول في الدم وقابلية مسك الماء والدهن والصبغات وتثبيت المستحلبات وتكوين الهلامات وخلق العناصر المعدنية وخاصة تكوين أغلفة صالحة للأكل وفعاليته المضادة للأكسدة. وقد حظيت تطبيقات الكايتوسان في مجالات التصنيع الغذائي والتغذية والهندسة الكيماوية وتصنيع المواد الصيدلانية وحماية البيئة باهتمام بالغ في السنوات الماضية . إن فعالية الكايتوسان المضادة للأحياء المجهرية على تكوين أغلفة جعلته مادة مهمة لحفظ الأغذية لكونه مادة مغلفة ذات اصل طبيعي . وتتضمن الدراسة تسليط الضوء حول تطبيقات الكايتوسان في تحسين نوعية وإطالة العمر الخزني للعديد من الأغذية النباتية والحيوانية والبحرية فضلا عن الأغذية المصنعة.

**The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 40 (3):136-153 (2009) Al-ubadi & Salman**

## APPLICATIONS OF CHITOSAN IN FOOD PROCESSING

Inas M. Khaleel Al-ubadi<sup>1</sup>

Dhuha D. Salman<sup>2</sup>

1 Department of Food Sci. & Biotechnology, College of Agriculture, Univ. of Baghdad, Baghdad, Iraq.

2 Department of Basic Science, College of Agriculture, Univ. of Baghdad, Baghdad, Iraq.

### ABSTRACT

Chitosan is a homogenous cationic biopolymer consisting of glucosamine units derived from chitin which is a major component of shells of crustacean, Insects and fungal cell walls. Chitosan produced commercially from crab and shrimp outershell wastes .The traditional chitosan production involves deproteinization , demineralization, decolorization and partially or fully Deacetylation of acetyl groups. The physicochemical and functional characteristics of chitosan affected by variation of production methods and crustacean species. Chitosan has many biological and functional activities including : Antimicrobial activity against bacteria , fungi and yeast , antitumor , lowering cholesterol level in blood, water, fat and dye binding abilities , emulsification, gel formation, chelating of metal ions , edible film-forming property and antioxidant activity. Applications of chitosan in fields of food processing , nutrition ,chemical engineering, pharmaceuticals and environmental protection have received considerable attention in recent years. The antimicrobial activity and film-forming property of chitosan make it a potential material of food preservative because it is a coating material of natural origin. This publication focuses on the application of chitosan for improvement of quality and shelf life of various plant, animal, seafood as well as processed foods.

## المقدمة

الكابتوسان مركب كاربوهيدراتي طبيعي محور ، يحضر بعملية إزالة الاستيل من الكايتين Poly-β-(1→4)N- ( acetyl-D-glucosamine ) ويعد الأخير المادة الأساسية المكونة للهيكل الخارجي للقشريات مثل السرطان البحري والروبيان ويأتي بالمرتبة الثانية في انتشاره بالطبيعة بعد السليلوز ( 77 ) حظي الكابتوسان خلال العقود الماضية باهتمام بالغ وذلك لاستخداماته التجارية في الصناعات الطبية الحيوية والغذائية والكيميائية (52،71،75) وفي الوقت الحاضر يصنع الكابتوسان تجاريا من مخلفات قشور الروبيان والسرطان البحري بدرجات متفاوتة من مجاميع الاستيل وبأوزان جزيئية مختلفة ( وبالتالي لزوجة مختلفة لمجاميع الكابتوسان ) وينتج عن ذلك خصائص وظيفية متباينة ( 77،10 ) ويمتلك الكابتوسان ثلاثة مجاميع وظيفية فعالة وهي مجموعة الأمين في ذرة كاربون رقم 2 (pKa=6.3-7.0) ومجموعتي الهيدروكسيل الأولية والثانوية في ذرتي الكاربون الثالثة والسادسة على التوالي ( 110،109 ) ويكون الكابتوسان موجب الشحنة عند الأس الهيدروجيني (6.5) أو اقل إلا انه يفقد شحنته الموجبة في الاس الهيدروجيني المرتفع وقد يترسب نتيجة إزالة البروتون من مجاميع الأمين ( 109،14 ) ولا يذوب الكابتوسان بالماء إلا انه يذوب في محاليل الأحماض العضوية الضعيفة وان مشتقات الكابتوسان على هيئة اسيتات واسكوريات ولاكتات ومالات جميعها ذائبة بالماء. كما يمكن إنتاج الكابتوسان الذائب بالماء على هيئة سكريات قليلة التعدد بعملية التحلل الانزيمي أو الكيميائي وقد حظي الكابتوسان باهتمام بالغ بسبب فعالياته الحيوية مثل فعاليته المضادة للحياض المجهرية ( 107،81 ) وفعاليته المضادة للأورام ( 108 ) ولدوره في خفض مستوى الكوليسترول في الدم وأثبتت الدراسات التي أجريت حول الخصائص الوظيفية للبوليميرات الكايتينية امتلاكه خصائص مميزة مثل مسك الماء والدهن والاستحلاب ( 50 ) وربط الصبغات ( 51 ) والتهم ( 114 ) ويمتلك الكابتوسان خاصية تكوين أغلفة رقيقة للاستعمال كأغشية أو أغلفة ( 76،39،5 ) . إذ يحسن الطلاء بالكابتوسان من قابلية خزن الأغذية سريعة التلف فضلا عن تقليل الخسائر التي تحصل عند شحن الأغذية ( 123،24 )

ويتميز الكابتوسان بقابليته على الارتباط بسهولة وهو مركب غير مستضدي Nonantigenic وغير سام فضلا عن كونه مادة وظيفية حيوية Biofunctional ( 70،32 ) وقد عد الكابتوسان أحد مضافات الأغذية في بعض البلدان ( 116،44 ) .

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على فعالية الكابتوسان المضادة للحياض المجهرية فضلا عن تطبيقاته في تحسين نوعية وإطالة العمر الخزن للعدد من الأغذية الخام منها والمصنعة .

## فعالية الكابتوسان المضادة للحياض المجهرية

حظي الكابتوسان باهتمام بالغ بوصفه مادة حافظة للأغذية من مصدر طبيعي نظرا لفعاليته المضادة للميكروبات تجاه مدى واسع من الفطريات الخيطية والخمائر والبكتريا المسببة للتسمم الغذائي ( 99 ) . اقترحت آيتين مختلفتين لتفسير حدوث تثبيط الخلايا المايكروبية بواسطة الكابتوسان في الأغذية المصنعة أو الأوساط الزرعية . وتفترض الآلية الأولى ارتباط الكابتوسان ذي الشحنة الموجبة مع المكونات ذات الشحنة السالبة في سطح الخلية خلال تداخلات الكتروستاتيكية مما يسبب تغير في عملية النقل و/أو نفاذية الغشاء وتفترض الثانية نفاذ جزيئات الكابتوسان إلى نواة الخلايا الحقيقية مما يسبب التأثير في عملية استنساخ الدنا DNA وتثبيط عملية تصنيع mRNA والبروتين ( 111،30 ) . يمتلك الكابتوسان فعالية قوية مضادة تجاه البكتريا مقارنة مع فعاليته تجاه الفطريات ( 112 ) وتعتمد فعالية الكابتوسان المضادة للبكتيريا على وزنه الجزيئي ( 81،38 ) ودرجة إزالة مجاميع الاسيتيل DD ( 112 ) ونوع البكتريا ( 81 ) . لقد أشارت العديد من المصادر إلى الخصائص المضادة للميكروبات التي يمتاز بها الكابتوسان بناء على تجارب أجريت خارج جسم الكائن الحي *in vitro* .

تتألف معظم الأغذية من مزيج من مكونات مختلفة كالكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والعناصر المعدنية والفيتامينات والأملاح وغيرها وتتداخل العديد منها مع الكابتوسان مما يؤدي إلى فقدان فعالية الكابتوسان المضادة للبكتريا أو تشجيعها . فقد درس Devlieghere و آخرون ( 21 ) تأثير مكونات الغذاء المختلفة المتمثلة بالنشا والبروتين

وزيت زهرة الشمس ( 0 % و 1% و 10% ) وكلوريد الصوديوم ( 0 % و 0.5 % و 2%) وقد أظهرت النتائج ان النشا وبروتينات الشرش وكلوريد الصوديوم ذات تأثيرات سلبية في فعالية الكايتوسان المضادة للميكروبات خلافا للزيت الذي لم يكن له تأثير يذكر. ويوضح الجدول (1) ملخصاً لفعالية الكايتوسان المضادة للأحياء المجهرية.

والدهن وكلوريد الصوديوم في فعالية الكايتوسان المضادة للميكروبات ، إذ لقع وسط الغذائي بالخميرة *Candida lambica* وحضنت بدرجة حرارة 7 م بوجود تراكيز مختلفة من الكايتوسان ، ذي درجة مجاميع الاسيتيل 94 % وبوزن جزيئي 43 كيلو دالتون) ، تراوحت بين 0-0.01 % و جرت إضافة المكونات الآتية كلا على حدا : نشا ذائب بالماء (0%) و 1% و 30%) ، بروتينات الشرش ( 0 % و 1% و 10%)

جدول 1. فعالية الكايتوسان المضادة للأحياء المجهرية

المصادر	الغذاء	الكائن المجهرية
<b>البكتريا</b>		
Park و آخرون(89) Youn و آخرون ( 120 )	الصوصج	<i>Aeromonas hydrophila</i>
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	
Devlieghere و آخرون(21) Rao و آخرون (92)	الفواكه والخضراوات اللحم	<i>Bacillus cereus</i>
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	
Lee و آخرون (56)	الخبز	<i>Bacillus licheniform</i>
Lee و آخرون (56)	الخبز	<i>Bacillus subtilis</i>
Darmadji و Lzumimoto (15)	اللحم	
Lee و Lee ( 57 )	الحليب	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
Devlieghere و آخرون(21) Lee و آخرون (56)	الفواكه والخضراوات اللحم	<i>Brochothrix thermosphacta</i>
Youn و آخرون ( 121 )	الصوصج	<i>Clostridium perfringens</i>
Darmadji و Lzumimoto (16)	اللحم	<i>Coliform</i>
Devlieghere و آخرون ( 21 )	الفواكه والخضراوات	<i>Enterobacter aeromonas</i>
Lee و Lee ( 59 )	الخبز	<i>Enterococcus faecalis</i>
Lee و Lee ( 59 )	الخبز	
Darmadji و Lzumimoto (15)	اللحم	<i>Escherichia coli</i>
Park و آخرون (89)	الصوصج	
Cho و آخرون ( 9 )	الأغذية البحرية	
Devlieghere و آخرون (21) Lee و آخرون ( 54 )	الفواكه والخضراوات اللحم	<i>Lactobacillus curvatus</i>
Roller و Covill ( 97 )	المايونيز	<i>Lactobacillus fructivorans</i>

## تابع جدول 1. فعالية الكايتوسان المضادة للأحياء المجهرية

المصادر	الغذاء	الكائن المجهرية
<b>البكتريا</b>		
Jeong و Jang ( 36 )	الكمجي kimchi	<i>Lactobacillus</i> sp.
Devlieghere و آخرون (21)	الفواكه والخضراوات	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Lee و Cho ( 66 )	الكمجي	
Darmadji و Lzumimoto (15)	اللحم	
Devlieghere و آخرون ( 21 )	الفواكه والخضراوات	<i>Lactobacillus sakei</i>
Sagoo و آخرون ( 99 )	اللحم	<i>Lactobacillus viridescens</i>
Youn و آخرون ( 121 )	الصوصج	
Lee و آخرون (54)	اللحم	<i>Listeria innocua</i>
Park و آخرون ( 89 )	الصوصج	
Devlieghere و آخرون (21)	الفواكه والخضراوات	<i>Listeria monocytogenes</i>
Lee و آخرون (54)	اللحم	
Park و آخرون (89)	الصوصج	
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	
Darmadji و Lzumimoto (16)	اللحم	<i>Micrococci</i>
Lee و آخرون (54)	اللحم	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Park و آخرون (89)	الصوصج	
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	
Roller و Covill (97)	المابونيز	<i>Salmonella enteritidis</i>
Lee و آخرون (54)	اللحم	
Park و آخرون (89)	الصوصج	
Lee و Lee ( 59 )	الخبز	<i>Staphylococcus aureus</i>
Darmadji و Izumimoto (15)	اللحم	
Park و آخرون (89)	الصوصج	
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	
Darmadji و Lzumimoto (16)	اللحم	<i>Staphylococci</i>
Tsai و آخرون ( 112 )	الأغذية البحرية	<i>Vibrio cholerae</i>
Tsai و آخرون ( 112 )	الأغذية البحرية	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<b>الخمائر</b>		
Tsai و آخرون ( 112 )	الأغذية البحرية	<i>Candida albicans</i>
Devlieghere و آخرون (21)	الفواكه والخضراوات	<i>Candida lambica</i>
Devlieghere و آخرون (21)	الفواكه والخضراوات	<i>Crybtococcus humiculus</i>

## تابع جدول 1. فعالية الكايتوسان المضادة للأحياء المجهرية

المصادر	الغذاء	الكائن المجهري
	الخمائر	
Lee و Lee (59)	الخبز	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Covill و Roller (96)	العصير	
Lee و Ha (28)	الحليب	
Covill و Roller (96)	العصير	<i>Saccharomyces pombe</i>
Covill و Roller (96)	العصير	<i>Zygosaccharomyces bailii</i>
<b>الفطريات</b>		
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	<i>Aspergillus fumigatus</i>
Lee و Lee (59)	الخبز	<i>Aspergillus niger</i>
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	<i>Aspergillus parasiticus</i>
Chou و Chien (8)	الفواكه والخضراوات	<i>Botrydiplodia lecanidion</i>
Chou و Chien (8)	الفواكه والخضراوات	<i>Botrytis cinerea</i>
Park و آخرون (89)	الفواكه والخضراوات	<i>Cladosporium sp.</i>
Tsai و آخرون (112)	الأغذية البحرية	<i>Fusrium oxysporum</i>
Lee و Lee (59)	الخبز	<i>Penicillium chrysogenum</i>
Chou و Chien (8)	الفواكه والخضراوات	<i>Penicillium italicum</i>
Lee و Lee (59)	الخبز	<i>Rhizopus nigrificans</i>
El ghaouth و آخرون (25)	الفواكه والخضراوات	<i>Rhizopus stolonifer</i>

## الاستعمالات الغذائية للكايتوسان

36 ساعة بدرجة حرارة 25 م (86) وقد يعزى ذلك إلى خصائص الكايتوسان في حجز الرطوبة (76،5) وقد يوفر طلاء الكايتوسان طبقة واقية تجاه فقد الرطوبة خلال سطح الخبز وعليه يحصل خفض في فقدان الوزن وتراجع ظاهري التصلب والنكوص وبذلك لوحظ زيادة مدة العمر الخزني للخبز المعامل بمحلول الكايتوسان بتركيز 1 % إلى 24 ساعة مقارنة مع 12 ساعة في معاملة السيطرة . وفي تجربة منفصلة أخرى لاحظ Park و آخرون (87) إمكانية زيادة العمر الخزني للخبز الفرنسي Baguette المغطي بمحلول كايتوسان 1% ذي وزن جزيئي 2 كيلو دالتون المذاب في الماء المقطر، إلى 24 ساعة مقارنة مع معاملة السيطرة وبشكل مماثل لما وجدته Park و آخرون (86) باستخدام كايتوسان ذي وزن جزيئي 493 كيلو دالتون.

1- الخبز: يعد العمر الخزني للخبز محدودا بسبب حصول ظاهرة التجلد Bread staling فضلا عن النمو المايكروبي (69) وتجلد الخبز ظاهرة معقدة يحصل فيها فقدان نكهة الخبز وقوامه (27) وأشارت الأبحاث إلى دور الكايتوسان في إطالة العمر الخزني للخبز من خلال تأخير ظاهرة نكوص النشا Starch retrogradation و/ أو تثبيط النمو المايكروبي . وتم التحري عن تأثير طلاء الكايتوسان ذي الوزن الجزيئي 493 كيلو دالتون في العمر الخزني للخبز الفرنسي Baguette إذ تم طلاء سطح العجين بمحلول الكايتوسان بتركيز 0.1 % أو 1% أو 1.5 % مذابا في 1% حامض الخليك وذلك بعد إجراء عملية التكوير . وقد كان الخبز المغطي بالكايتوسان بتركيز 1% اقل فقداناً للوزن واقل نكوصاً واقل تصلباً مقارنة مع عينة السيطرة خلال الخزن لمدة

تشير قيم معامل الصفار  $Yolk\ index$  ووحدة البياض  $Haugh\ unit$  إلى طزاجة نوعية صفار وألبومين البيض ان وحدة  $Haugh$  هي تعبير يتعلق بوزن البيض وارتفاع سمك الألبومين وكلما كانت وحدة  $Haugh$  عالية فان ذلك يعكس جودة نوعية ألبومين البيض ويمكن التعبير عن الطبيعة البيضوية لصفار البيض بمعامل الصفار من خلال قياس ارتفاع الصفار وعرضه (105) ويشير انخفاض قيم معامل الصفار خلال الخزن إلى ضعف متزايد للأغشية  $vitelline$  وسيولة الصفار الناجمة أساسا عن انتشار الماء من الألبومين (83).

أشارت الدراسات السابقة (68،6،4) ان اغلفة الكايتوسان تعد فعالة في حفظ نوعية محتويات البيض دون التأثير على درجة تقبلها من المستهلك . وفي تلك الدراسات جرى طلاء البيض بكايتوسان مذاب في حامض الخليك بوجود الكليسيرول (6) أو بغيايه (68،4) باستخدام فرشاة إسفنجية (68،4) أو بطريقة الغمر (6) و ان طلاء الكايتوسان يزيد من العمر الخزني للبيض . وان قيمة وحدة  $Haugh$  كانت أعلى معنويا للبيض المطلي بالكايتوسان بتركيز 2% (مذابا في 2% حامض الخليك ) إذ بلغت 45.87 مقارنة مع البيض المطلي بالكايتوسان بتركيز 1% ( مذابا في 1% حامض الخليك ) البالغة 24.28 البيض غير المطلي 9.38 وذلك بعد 30 يوما من الخزن بحرارة 20 م (68).

ووجد ان طلاء البيض بالكايتوسان يقلل من فقدان وزن البيض ويزيد العمر الخزني بحوالي 2-3 أسابيع عند الخزن بحرارة 25 م مقارنة مع البيض غير المطلي بالكايتوسان (82،4).

اختبر  $Bhale$  و آخرون (4) النوعية الداخلية والحسية للبيض المغطى بنوعين من الكايتوسان الأول ذو وزن جزيئي 1100.746 كيلو دالتون بتركيز 1% مذابا في 1% حامض الخليك والأخر ذي وزن جزيئي 470 كيلو دالتون بتركيز 2% مذابا في 2% حامض الخليك ، خلال 5 أيام من الخزن بحرارة 25 م . ولوحظ ان استعمال الأخير كمادة طلاء كان مفيدا في تقليل خسارة الوزن وفي الحصول على نوعية ألبومين أجود (وحدة  $Haugh$  عالية) ونوعية صفار مرغوب ( معامل صفار عالي) خلال 5 أسابيع من الخزن. كما وجد

ذكر  $Ahn$  و آخرون (2) ان التغليف بالكايتوسان يؤدي إلى تحسين العمر الخزني ونوعية الخبز بتنشيط النمو المايكروبي وتأخير ظاهري النكوص والأكسدة. فقد وجد ان الخبز المغطى بالكايتوسان بتركيزي 1% و 2% ( بوزن جزيئي 120 كيلودالتون ،  $DD=85\%$ ) والمذاب في 0.3% حامض الخليك قد اظهر عدد بكتري اقل ومحتوى مائي أعلى مقارنة مع معاملة السيطرة بعد مرور 8 أيام من الخزن بدرجة حرارة الغرفة. وقد تم التحري عن نمو العفن في مجموعة السيطرة بعد 4 أيام من الخزن ولم يلاحظ في الخبز المطلي بواقع 1% 2% كايتوسان خلال 8 أيام من الخزن.

ذكر  $Lee$  و  $Lee$  (59) في تجربة أخرى ، ان العمر الخزني لخبز  $pan$  المتخمّر الذي يحتوي على كاربوكسي مثيل كايتوسان قد تحسن نتيجة تأخير في حدوث ظاهرة النكوص وتنشيط النمو المايكروبي . بناء على ذلك فان تحسن العمر الخزني ونوعية الخبز نتيجة إضافة الكايتوسان أو طلاءه تعزى إلى خصائص حجز الرطوبة وتراجع النكوص والنمو المايكروبي. وقد يؤثر الوزن الجزيئي للكايتوسان وتركيزه في العمر الخزني للخبز .

**2- البيض:** تحصل العديد من المشاكل خلال تخزين البيض مثل فقدان الوزن وتلف نوعية البيض الداخلية فضلا عن التلوث المايكروبي (20،4). إذ تتمكن بعض الأحياء المجهرية مثل بكتريا *Salmonella enterica Enteritidis* ، الموجودة على سطح قشرة البيض ، من اختراق القشرة والنفاذ إلى محتويات البيض مسببا تلوث المحتوى الداخلي (84). كما تسيطر حركة غاز  $CO_2$  والرطوبة من الألبومين خلال القشرة على التغيرات في نوعية الألبومين و صفار البيض وفقدان وزن البيض (106) وبغية التغلب على تلك المشاكل فقد توجه الاهتمام لتطوير مواد الطلاء من بوليمرات صناعية (73) وسكريات متعددة (117) وبروتينات (117،94،31) ودهون (83) . وأشار الباحثون إلى امتلاك الكايتوسان خاصية تشكيل طبقة رقيقة لاستعمالها طبقة صالحة للأكل أو أغلفة (76،39،5) وعليه فان طلاء الكايتوسان قد يوفر حاجزا واقيا ضد هجرة الرطوبة وانتقال الغاز من الألبومين خلال القشرة ويؤدي بذلك إلى إطالة العمر الخزني للبيض (68،4)

البييض(101). فخلال الخزن يحصل فقدان غاز ثنائي اوكسيد الكاربون CO2 مما يسبب ارتفاع الأس الهيدروجيني إلى 9.4 (101،6) ويمتلك صفار البيض أس هيدروجيني يبلغ 6 ويبقى ثابتا خلال مدة الخزن ما لم يحصل فقدان لغاز CO2 . قام باحثون بتقييم نوعية البيض غير المغطى خلال 10 أيام من الخزن بحرارة الغرفة ووجدوا ارتفاع قيمة الأس الهيدروجيني للألبومين خلال الخزن من 7.43 إلى 9.37 (101) ومن 7.43 إلى 9.32 (102) مع انخفاض ارتفاع الألبومين.

لاحظ Caner (6) ان الأس الهيدروجيني للألبومين البيض المغطى بالكايتوسان بتركيز 3% في 1% حامض الخليك قد ارتفع من 7.49 إلى 8.83 مقارنة مع البيض غير المغطى إذ ارتفع من 7.48 إلى 9.3 بعد 4 أسابيع من الخزن بحرارة 25 م وتشير تلك النتائج ان التغليف بالكايتوسان قد أدى إلى خفض غاز CO2 المتحرر خلال المسامات في القشرة بعمله كحاجز للغاز. ويعد ذلك دليلا إضافيا لتحسن نوعية وإطالة العمر الخزني للبيض المغطى بالكايتوسان بسبب دور أغشية الكايتوسان كحاجز لمنع انتقال الرطوبة والغاز خلال قشرة البيض.

**3- العصير :** تتضمن عملية تصنيع عصير الفواكه المروقة استعمال مساعدات الترويق وتشمل الجيلاتين والبننونايت ومحلول السليكا والتانينات ومتعدد فنيل بايروليدون أو مزيج من تلك المركبات (104) ويمتلك الكايتوسان ذي الشحنة الموجبة جزئيا خاصية ربط الحامض (35) ويكون فعالا في المساعدة في فصل الدقائق الغروية والمنتشرة من مخلفات تصنيع الأغذية(78) لقد جعلت تلك الخصائص الكايتوسان عاملا مساعدا في إنتاج عصير الفواكه . يمكن استخدام الكايتوسان مادة ترويق في عصير الفواكه . وجرت عملية تنقية عصائر الفواكه باستخدام الكايتوسان من قبل العديد من الباحثين (7،98) استخدم Chatterjee و آخرون (7) الكايتوسان الذائب بالماء والمتحلل في 7% حامض الخليك لترويق عصائر التفاح والعنب والليمون والبرتقال . تبين ان الكايتوسان (بتركيز 2% مذابا في الماء) كان أكثر فعالية في خفض عكارة العصائر مقارنة مع البننونايت والجيلاتين. وتحسن مظهر وتقبل العصائر بشكل ملحوظ بعد المعاملة

Caner و آخرون(6) ان العمر الخزني للبيض المغطى بالكايتوسان بتركيز 3% في 1% حامض الخليك يمكن ان يزداد لمدة لا تقل عن أسبوعين مقارنة مع معاملة السيطرة بدرجة حرارة 25 م . ولم يتلف تقبل النوعية الخارجية للبيض المطلي بالكايتوسان عن المظهر الخارجي لبيض معاملة السيطرة.

يتضمن إنتاج الكايتوسان إجراء عمليات إزالة البروتين (DP) وإزالة الأملاح (DM) وإزالة اللون وإزالة مجاميع الاسيتيل . ان اختصار خطوات الإنتاج باستبعاد خطوة DP أو DM أو اختزال الوقت المطلوب لإنجاز هاتين الخطوتين يؤدي إلى انخفاض كلفة الإنتاج بسبب قلة المواد الكيميائية المستعملة واختصار الزمن . و يمكن استخدام الكايتوسان المصنع بالطريقة المبسطة في طلاء البيض والتي لا تتطلب كايتوسان نقي (82) .

تعتمد أغلفة الكايتوسان الصالحة للأكل على تركيبها الكيميائي فعند تحضير الرقائق الصالحة للأكل تضاف مادة ملدنة Plasticizer لإكسابها صفة المرونة ويعد الكليسيرول أحد أكثرها استخداما (115) ولا يذوب الكايتوسان بالماء أو بالمذيبات العضوية إلا انه يذوب في الحوامض العضوية المخففة مكونا محاليل لزجة . وقد تختلف خاصية اللزوجة لمحاليل الكايتوسان باختلاف نوع الحامض العضوي المستعمل في الإذابة مما يؤثر في خصائص الرقائق أو الأغشية الناتجة (90،93).

وقد أنجزت معظم الأبحاث السابقة حول البيض المغطى بالكايتوسان باستخدام كايتوسان ذائب في حامض الخليك دون إضافة مادة ملدنة. وقام Kim و آخرون(47) بدراسة تأثير إضافة تراكيز مختلفة من الكليسيرول ونوعين مختلفين من المذيبات (تضمنت حامض الخليك وحامض اللاكتيك بتركيز 1% ) على النوعية الداخلية للبيض المطلي بالكايتوسان بتركيز 2% ذي وزن جزئي 440 كيلو دالتون باستخدام فرشاة إسفنجية. وقد أفادت الدراسة ان استخدام حامض الخليك مذيبا للكايتوسان بدلا من حامض اللاكتيك في إطالة العمر الخزني للبيض.

بالإضافة إلى فقدان الوزن ووحدة Haugh ومعامل الصفار فإنه يمكن اعتماد قيمة الأس الهيدروجيني مؤشرا على نوعية

الاسمرار. وبينت النتائج امكانية منع حصول تفاعلات الاسمرار في عصير التفاح بإضافة كاييتوسان بتركيز لا يقل عن 200 جزء بالمليون بغض النظر عن لزوجة الكاييتوسان تبعه الترشيح باستخدام مساعدات الترشيح المتمثلة بالتراب الدايتومي. وقد يعزى نجاح استخدام الكاييتوسان في السيطرة على تفاعلات الاسمرار الانزيمية في عصيري التفاح والخوخ إلى قدرة الكاييتوسان ذي الشحنة الموجبة على الارتباط بالدقائق التي يرتبط بها انزيم متعدد فينول اوكسيديز.

**4- الفواكه والخضر:** تعود أكثر مسببات تلف الفواكه والخضر إلى الإصابات الفطرية أو اضطرابات فسلجية أو نتيجة أضرار فيزيائية (24،26) ومن أحد الوسائل المستخدمة لإطالة قابلية خزن تلك الأغذية سريعة التلف هو استخدام طلاءات صالحة للأكل لتغليف سطحها يليها الخزن في مخازن مبردة (88) ويمكن استخدام الأغلفة الصالحة للأكل مانعا واقيا لخفض معدلات نسبة التعرق والتنفس خلال سطوح الفواكه وإعاقة الغزو المايكروبي والحد من التغيرات اللونية وتحسين نوعية فوام الثمار (43).

لاحظ Han و آخرون (29) ان إضافة الكالسيوم أو فيتامين E إلى أغلفة الكاييتوسان يؤدي إلى زيادة محتوى المغذيات في الشليك والتوت الأحمر، وقد تعزى تلك الزيادة إلى انتشار الكالسيوم وفيتامين E خلال الغمر.

يمتلك الكاييتوسان القدرة على تثبط نمو العديد من الفطريات لكونه يحث إنتاج انزيم الكاييتينز، وهو أحد الانزيمات الدفاعية، وعليه فان السيطرة على تلف الشليك يعزى إلى خصائص الكاييتوسان المضادة للفطريات أو لقدرته على حث الانزيمات الدفاعية ( الكاييتينز وبيتا - 1،3 - كلوكانيز ) أو كلاهما (24،25).

يمكن استخدام الأغلفة الصالحة للأكل كواسطة لإضافة مكونات وظيفية متعددة معا مثل مضادات الأكسدة والنكهات والألوان والمركبات المضادة للمايكروبات والمواد المغذية (43) وقد سعى العديد من الباحثين إلى دمج الكالسيوم وفيتامين E (29) البوتاسيوم (88) أو حامض الاولييك (113) إلى أغلفة الكاييتوسان لإطالة العمر الخرنى ولتحسين القيمة التغذوية للثمار.

بالكاييتوسان . وقارن Rungsardthong و آخرون (98) الكاييتوسان المحضر من الفطر *Absidia glauca* var. *paradoxa* ( ذي درجة DD = 86% ) مع كاييتوسان محضر من قشور الروبيان بوصفها عوامل تصفية لعصير التفاح . فوجدوا ان الكاييتوسان الفطري كان أكثر كفاءة في خفض عكارة عصير التفاح مقارنة مع العصير المعامل بالكاييتوسان المحضر من الروبيان . ولوحظ انخفاض العكارة تدريجيا بزيادة الكاييتوسان (المذاب في 2% حامض المالك) بتركيز 0.1-0.7 % غم / لتر من العصير ، إلا انها انخفضت بتركيز 1 غم / لتر وقد يعزى ذلك إلى تشبع مواقع الادمصاص الفعالة في الكاييتوسان .

يمكن استخدام الكاييتوسان أيضا للسيطرة على الحموضة في عصائر الفواكه . فقد لاحظ Imeri و Knorr (35) ان الكاييتوسان بتركيز 1.2 % في حامض الاسكوريك لم يكن له تأثير في حصيله عصيري الجزر والتفاح إلا انه خفض بشكل معنوي الحموضة التسحيحية بسبب خصائصه الرابطة للحامض. ان تأثيرات الكاييتوسان في خفض الحموضة التسحيحية تعد مهمة في السيطرة على الحموضة في أنظمة الغذاء الأخرى.

أنجزت بعض الأبحاث لتقييم خصائص الكاييتوسان المضادة للمايكروبات في العصائر (95،96) فقد ذكران كلوتامات الكاييتوسان تعد مادة حافظة فعالة تجاه الخمائر الملوثة في عصير التفاح. إذ أدى إضافة تلك المادة (بدرجة مجاميع الاسيتيل 75%-85%) إلى عصير التفاح باس هيدروجيني 3.4 وبتراكيز تراوحت بين 0.1-5 غم / لتر إلى تثبيط نمو الخمائر الملوثة كافة وشملت *Zygosaccharomyces bailii* و *Saccharomyces cerevisiae* و *Schizosaccharomyces pombe* و *Saccharomyces exiguous* بدرجة حرارة 25 م (96).

يمكن منع تفاعلات الاسمرار الانزيمية في عصيري التفاح والخوخ بإزالة الدقائق بالترشيح أو النبذ المركزي ودرس تأثير إضافة الكاييتوسان (1% في 1% حامض المالك) إلى عصائر التفاح والخوخ في زيادة كفاءة معاملات الترشيح أو النبذ المركزي المستخدمة في السيطرة على تفاعلات



**5- المعكرونة Noodle** : قام Lee و No (64) بالتحري عن تأثيرات إضافة الكايتوسان (ذي وزن جزيئي كيلو دالتون) في العمر الخزني ونوعية المعكرونة الرطبة . إذ أضيف الكايتوسان المذاب في 1% حامض الخليك إلى طحين الحنطة بتركيز 0% و 0.17% و 0.35% و 0.52% و 0.7% خلال الخزن بدرجة حرارة 18 م لمدة 6 أيام لوحظ انخفاض المحتوى الرطوبي للمعكرونة الرطبة بزيادة مدة الخزن بغض النظر عن تركيز الكايتوسان . وأدى زيادة تركيز الكايتوسان من 0-0.7% إلى انخفاض أعداد الخلايا الحية خلال الخزن بدرجة حرارة 18م لمدة 6 أيام . زاد العمر الخزني للمعكرونة الرطبة الحاوية على كايتوسان بتركيز 0.17% و 0.35% و 0.52% و 0.70% إلى 1 و 2 و 3 و 3 يوماً على التوالي مقارنة مع معاملة السيطرة . وامتلكت المعكرونة الرطبة التي تحتوي على كايتوسان بتركيز 0.35% صفات حسية مرغوبة مقارنة مع عينات المعكرونة الرطبة الأخرى. وفي دراسة أخرى لاحظ Lee و آخرون (58) ان المعكرونة الرطبة التي تحتوي على الكايتوسان ذي وزن جزيئي 37 كيلو دالتون وبتركيز 0.1% و 0.5% مذابا في 1% حامض الخليك ، يمكن خزنها لأكثر من 80 يوماً مقارنة مع 7 أيام في معاملة السيطرة.

وتثبت تلك الدراسات وبشكل واضح إمكانية استخدام الكايتوسان مادة حافظة فعالة في المعكرونة الرطبة نظرا لفعاليتها ضد الأحياء المجهرية .

**6- الكمجي Kimchi** : منتج غذائي متخمّر يصنع في كوريا بصورة رئيسية من الملفوف الصيني مع مكونات غذائية أخرى كالنوم ومسحوق الفلفل الأحمر والزنجبيل والبصل الأخضر وصلصة السمك المتخمّر (11) وقد ذكر العديد من الباحثين ان الكايتوسان يعد فعالا في إطالة مدة صلاحية الكمجي للاستهلاك ( 33،55،66،80،118) إذ ازداد العمر الخزني للكمجي المدعم بمتعددات الكايتوسان (المحضر بنسبة 0.005% و 0.02% و 0.2% في الماء ) بحوالي 2-6 مرات مقارنة مع يومين في معاملة السيطرة عند الخزن بدرجة حرارة 20 م ( 118 ) وفي محاولة إطالة العمر الخزني للكمجي قام No و آخرون (80) بنقع الملفوف الصيني في محلول ملحي احتوى على تراكيز مختلفة من الكايتوسان لمدة

قام Han و آخرون ( 29 ) بتقييم الصفات الحسية للشليك الطازج المغطى بثلاث محاليل من الكايتوسان بتركيز 1% ذات قيمة DD = 89.8 وهي كايتوسان مذاب في 0.6% حامض الخليك و 0.6% حامض اللاكتيك و 0.6% حامض الخليك مضافا إليه 0.2% فيتامين E . ولم يلاحظ الطعم القابض باستخدام 1% كايتوسان . وساهم حامض اللاكتيك في زيادة لمعان الشليك إلا ان إضافة فيتامين E أدى إلى خفض لمعان الشليك المغطى بالكايتوسان مما يؤثر في تقبله من قبل المستهلك .

ذكر Zhang و Quantick ( 123 ) ان طلاء الكايتوسان بغض النظر عن تركيزه ( 1% و 2% مذابا في 2% حامض الكلوتاميك ) قد أدى إلى تأخر حصول التغيرات في محتوى الانثوسيانين والفلافونويدات والفينولات الكلية . كما أدى إلى تأخير زيادة فعالية انزيم بولي فينول اوكسيديز وتثبيط جزئي في فعالية انزيم البيروكسيديز . كما لاحظ Jiang و آخرون ( 40 ) ان استخدام طلاء الكايتوسان بتركيز 2% في 5% حامض الخليك قد أدى إلى انخفاض محتوى الانثوسيانين وفعالية انزيم متعدد فينول اوكسيديز .

وجد El Ghoauth و آخرون ( 26 ) ان طلاء الكايتوسان (بتركيز 1% و 2% في 0.25ع حامض الهيدروكلوريك) أدى إلى خفض سرعة التنفس وإنتاج الاثيلين في الطماطة ولوحظ حدوث تأثير كبير باستخدام كايتوسان بتركيز 2% مقارنة مع 1% .

لاحظ Kim و آخرون ( 45 ) ان الطماطة المغطاة بالكايتوسان (ذي وزن جزيئي 318 كيلودالتون في 0.2 مولار حامض الخليك) كانت اقل فقدا للوزن مقارنة مع عينة السيطرة غير المغطاة عند الخزن بدرجة الحرارة لمدة 18 ساعة. كما لوحظ انخفاض سرعة التنفس وإنتاج الاثيلين والسيطرة على التلف نتيجة لاستخدام طلاء الكايتوسان في التفاح ( 34 ) والموز ( 49 ) والحمضيات ( 8 ) والمانجو ( 49 ) والخوخ ( 70 ) والجزر ( 23 ) والخس ( 21 ) . ولوحظ ان التفاح المغطى بأغشية N,O-Carboxymethylchitosan والمخزن في غرف مبردة يمكن أن يبقى بحالة طازجة لمدة تزيد عن 6 اشهر ( 17 ) .

آخرون (122) ان العمر الخزني للحم البقري المتبل المضاف له 1% كايوتوسان ( ذي وزن جزيئي 120 كيلو دالتون ودرجة DD =85%) المذاب في 0.3 % حامض اللاكتيك قد تحسن بشكل ملحوظ باختزال العدد الكلي للخلايا البكتيرية وتثبيط عملية أكسدة الدهن خلال الخزن لمدة 10 ساعات بحرارة 4 م . واثبت Sagoo و آخرون (99) ان الكايوتوسان يعد مثبطا فعالا للنمو المايكروبي في منتجات لحم الخنزير المبردة ويعتمد ذلك التأثير على تركيز الكايوتوسان المستخدم.

**8- المايونيز:** المايونيز هو مستحلب الدهن في الماء . وقد أجريت بعض الدراسات حول استخدام الكايوتوسان لتحسين نظام الاستحلاب في تحضير المايونيز . ذكر Lee (65) ان إضافة كايوتوسان ذي وزن جزيئي 1500 كيلو دالتون ، بنسبة 0.1 % بناء على وزن صفار البيض أدى إلى زيادة قابلية الاستحلاب لصفار البيض بحوالي 10% وتحسنت ثباتية مستحلب المايونيز بحوالي 9.4 % مقارنة مع معاملة السيطرة. واقترح Kim و Hur (46) استخدام الكايوتوسان بوصفه مثبثا لنظام الاستحلاب في تحضير المايونيز التجاري . وخلافا للسكريات المتعددة يمتلك الكايوتوسان شحنة موجبة ويمتلك مجاميع أمين وهيدروكسيل فعالة مما يمنحه قدرة الارتباط كيميائيا مع البروتين ذي الشحنة السالبة .

درس Del Blanco و آخرون (19) تأثير درجة إزالة مجاميع الاسيتيل التي تراوحت بين 73% - 95% في صفات أنظمة الاستحلاب. إذ حضر محلول الكايوتوسان في 1% حامض الخليك بتركيز 1% وبينت النتائج ان الكايوتوسان بجميع درجات إزالة مجاميع الاستيل قد أدى إلى تثبيت أنظمة الاستحلاب ماء/دهن/ماء بدرجات لزوجة مختلفة. وكانت أفضل قيم درجات إزالة مجاميع الاستيل عند 81% و 88% إذ أعطت استقرار تام لنظام الاستحلاب دون انفصال الدهن، ووجد ان الكايوتوسان ذي درجات مجاميع الاسيتيل المتوسطة اقل كفاءة في تثبيت أنظمة الاستحلاب أما الكايوتوسان ذي درجات مجاميع الاسيتيل الأعلى فقد أعطى تثبيت ضعيف لنظام الاستحلاب.

**9- الأغذية البحرية ومنتجاتها:** تعد الأغذية البحرية حساسة جدا لتدهور النوعية بسبب أكسدة الحوامض الدهنية

24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة . ولوحظ ان العمر الخزني للكمجي المحضر من الملفوف الصيني المنقوع في 10 % محلول ملحي احتوى على 0.1 % و 0.15 % كايوتوسان ، قد ازداد بحوالي 9 أيام أكثر من معاملة المقارنة. وبشكل مماثل لوحظ ان نقع الملفوف الصيني المغسول في محلول كايوتوسان بتركيز 0.5 % أو 0.1 % قد أدى إلى تأخير سرعة التخمر في الكمجي (33،66). وتؤدي إضافة الكايوتوسان إلى تأخير ليونة وطرارة أنسجة الكمجي أثناء التخمر (3،85) كما يمكن إضافة الكايوتوسان مع موادحافظة أخرى مثل مستخلصات الأعشاب الطبية (66) وبنزوات الصوديوم ( 103) والكالسيوم السائل (36) وذلك لتحسين نوعية الكمجي وعمره الخزني ولوحظ ان العمر الخزني للكمجي المدعم بواقع 0.5 % كايوتوسان - كالسيوم سائل بمفرده وقد يعزى ذلك إلى تثبيط نمو بكتريا حامض اللاكتيك من مراحل مبكرة من التخمر (36).

**7- اللحم:** يعد اللحم ومنتجاته من الأغذية سريعة التأثير إلى حد كبير بأكسدة الدهون والتي تقود إلى تطور سريع في النكهة المتزنخة ونظرا لامتلاك الكايوتوسان فعالية مضادة للأكسدة ومضادة للبكتريا (42،81) فمن المحتمل ان يؤخر تفاعلات تأكسد الدهن ويثبط نمو البكتريا الملوثة في اللحم خلال الخزن.

أشار العديد من الباحثين إلى فعالية إضافة الكايوتوسان في الثباتية الخزنية للحم فقد لاحظ Darmadji و Izumimoto (16) ان إضافة كايوتوسان بتركيز 1 % إلى اللحم البقري أدى إلى خفض قيمة TBA بحوالي 70 % مقارنة مع معاملات السيطرة بعد 3 أيام من الخزن بدرجة حرارة 4 م .

وكان للكايوتوسان تأثيرا مرغوبا في تطور اللون الأحمر للحم البقري خلال الخزن. تحسنت الثباتية الخزنية للحم البقر المفروم بإضافة الكايوتوسان فضلا عن النترات وبكتريا *Lactobacillus plantarum* فباستخدام المعاملات الثلاثة (0.5% كايوتوسان و 1% من بادئ مزرعة *Lactobacillus plantarum* ونترات بتركيز 100 جزء بالمليون) لوحظ تثبيط نمو البكتريا بمقدار دوريتين لوغارتميتين ، وانخفاض قيمة TBA بحوالي 63 % وظهر تحسن في لون اللحم المتخمر . ولاحظ Youn و

والعدد الكلي للخلايا الحية للعينات المغطاة بالكاييتوسان اقل مقارنة مع معاملة السيطرة.

**10- الحليب:** أجريت بضع محاولات لتقييم إمكانية استخدام الكاييتوسان لتحسين نوعية الحليب وعمره الخزني. فقد درس Lee و Lee (57) تأثيرات أنواع من الكاييتوسان الذائبة بالماء بأوزان جزئية مختلفة تراوحت بين (0.2-3 و 3.3-10 و 10-20) كيلو دالتون في الخواص الفيزيوكيميائية والحسية للحليب ولوحظ زيادة قوام الحليب الحاوي على الكاييتوسان بزيادة الوزن الجزئي وزيادة التراكيز (0.5% و 1% و 1.5%).

درس Ha و Lee (28) إمكانية استخدام الكاييتوسان الذائب بالماء بتركيز 0.03 % لتقليل التلف المايكروبي الناجم عن نمو البكتريا والخمائر ، في الحليب المصنع . وقد لوحظ تثبيط تام للنمو المايكروبي في الحليب المطعم بالموز الحاوي على الكاييتوسان خلافا لتلك الملاحظة في عينة المقارنة (الخالي من الكاييتوسان ) خلال الخزن لمدة 15 يوما بدرجتي حرارة 4 م و 5 م . كما احتفظ الحليب بأس هيدروجيني عالي مقارنة مع عينة المقارنة خلال 15 يوما من الخزن بدرجتي الحرارة المذكورتين .

**11- النقائق :** عادة ما تضاف نترات الصوديوم كمادة تقدير من اجل تطور اللون والنكهة فضلا عن كونه مادة حافظة وذلك عند تحضير النقائق في كوريا (89) ، بالرغم من ان النترات تتفاعل مع الأمين في اللحم وقد تنتج مركب نترورامين وهو مركب شديد السمية وضار لصحة الإنسان.

وقد درس العديد من الباحثين (89، 119، 120، 121) دور الكاييتوسان بدلا من نترات الصوديوم كمادة تقديد في الصوصج ووجدوا ان إضافة الكاييتوسان يمكن ان تقلل استخدام النترات مع امكانية استبدال النترات بالكاييتوسان دون التأثير على الفعل الحافظ وتطور اللون.

ذكر Park و آخرون (89) ان مزيج من 0.2 % كاييتوسان (ذي وزن جزئي 120 كيلو دالتون ، DD = 85% مذابا في 0.3 % حامض اللاكتيك) و 0.005 % نترات الصوديوم أو 0.5 % كاييتوسان بمفرده قد اظهر نفس التأثير الحافظ مقارنة مع إضافة 0.01 % نترات الصوديوم بمفرده وذلك عند إضافته إلى نقائق اللحم . بشكل مماثل ذكر Youn و آخرون

غير المشبعة بالدهن ويتحفظ ذلك بوجود التراكيز العالية من مركبات الهيماتين والأيونات المعدنية في عضلات السمك (18). فضلا عن ذلك فان نوعية الأغذية المايكروبية تتأثر بدرجة كبيرة بالتحلل الذاتي والتلوث الذي يحصل بفعل نمو الأحياء المجهرية وفقدان وظائف البروتين (39).

وجد Kim و Thomas (48) ان فعالية الكاييتوسان المضادة للأكسدة في سمك السالمون تعتمد على وزنه الجزئي فقد وجد ان الكاييتوسان ذي الوزن الجزئي 30 كيلو دالتون اظهر أعلى فعالية مقارنة مع نوعي من الكاييتوسان بأوزان جزئية 90 و 120 كيلو دالتون .

وقد يؤخر الكاييتوسان حدوث عملية أكسدة الدهن نتيجة خلب أيونات الحديدوز الموجودة في السمك وبذلك يمنع فعالية لأيونات الحديدوز أو يمنع تاكسدها إلى أيونات الحديدك وقد تساهم مجاميع الأمين في الكاييتوسان في عملية خلب أيونات المعدن (91) .

أضاف Cho و آخرون (9) الكاييتوسان المتحلل بفعل انزيم الكاييتوسانيز بوصفه مادة حافظة طبيعية لمعجون السمك ووجد ان العمر الخزني للمنتج الذي يحتوي على 0.3 % كاييتوسان متحلل قد ازداد إلى 6 أيام بحرارة 15 م و 4 أيام بحرارة 20 م ويومين بحرارة 30 م.

وجد Lopez-Caballero (72) ان تغليف فطائر سمك القد بمزيج من الكاييتوسان - جلاتين يؤدي إلى تراجع ظاهرة التلف. ولم يكن لإضافة الكاييتوسان بحالة مسحوق إلى فطائر السمك أي تأثير في حمايتها من التلف بسبب قلة ذائبية الكاييتوسان في أس هيدروجيني متعادل ووجود نسبة مهمة من مجاميع الأمين غير المشحونة.

درس Lee و Ahn (1) التأثير الحافظ لأغشية الكاييتوسان في نوعية السمك البحري horse mackerel المملح والمجفف ، الذي حضر بنقع السمك الطازج في محلول ملحي بتركيز 15% مدة 30 دقيقة وتغليفه بالكاييتوسان أو دون تغليفه (معاملة السيطرة) وتجفيفه مدة 3 ساعات بحرارة 40 م في مجفف هوائي ساخن . وخلال خزن المنتج بحرارة 5م مدة 20 يوما كانت قيم (VBN) volatile base nitrogen و amino nitrogen و Trimthylamin (TMA) و Thiobarbituric acid (TBA) والرقم البيروكسيدي

المروق بواسطة معاملة الكايتوسان المذكور أنفا كانت أكثر ثباتا مقارنة مع معاملة السيطرة (الخالية من الكايتوسان) خلال الخزن بحرارة الغرفة مدة 6 اشهر (63).

**13- خثرة فول الصويا (التوفو):** تتميز خثرة فول الصويا المحضرة حديثا بكونها حساسة للتلف بسبب غناها بالمغذيات وارتفاع محتواها من الرطوبة ويبلغ عمرها الخزني يوم إلى يومين تحت ظروف الخزن المبردة (22، 53) ويرافق ذلك التلف مع النمو الميكروبي (22). وقد أضاف العديد من الباحثين الكايتوسان الذائب بالماء كمادة مخثرة أو محلول غمر لإطالة العمر الخزني للتوفو (13، 12). ان إضافة الكايتوسان إلى كلوريد الكالسيوم ( الكايتوسان:كلوريد الكالسيوم(غم/غم) بنسبة 1:8 و 1.5:7.5 و 2:7) أدت إلى إطالة العمر الخزني للتوفو لأكثر من 7 أيام بحرارة 4 م مقارنة مع التوفو المحضر بإضافة كلوريد الكالسيوم لوحده (13) ويشكل مماثل فان استخدام محلول الكايتوسان الذائب بالماء بتركيز 0.5 % كمحلول غمر أدى إلى إطالة العمر الخزني للتوفو لأكثر من 7 أيام بحرارة 4 م (12) ويعزى تحسن العمر الخزني للتوفو بإضافة الكايتوسان إلى خصائصه المضادة للبكتريا.

حضر Lee و آخرون (60) منتجات التوفو باستخدام أربعة مخثرات مختلفة (مزيج من 1% حامض الخليك + 1% حامض اللاكتيك ) بنسبة 1:1 (ح/ح) (محلول A) و 1% كايتوسان مذابا في محلول A وكلوريد الكالسيوم وكايتوسان + كلوريد الكالسيوم ، إذ قورن العمر الخزني خلال الخزن بحرارة 10 م مدة 7 أيام فوجد ا محلول ان التوفو المحضر باستخدام 1% كايتوسان مذابا في محلول A كمادة مخثرة امتلك عمرا خزنيا بلغ 4 أيام مقارنة مع 3 أيام عندما حضر باستخدام المحاليل الثلاثة.

تحرا No و آخرون (79) عن أهمية استخدام الكايتوسان بوصفه مخثرا في تحضير التوفو فقد استخدموا 6 أوزان جزئية مختلفة من الكايتوسان 1106 و 746 و 471 و 224 و 28 و 7 كيلو دالتون تحت ظروف تصنيع مختلفة. وذكر ان التوفو المحضر باضافة الكايتوسان امتلك عمرا خزنيا أطول بلغ 3 أيام مقارنة مع العمر الخزني للتوفو المحضر باضافة كلوريد الكالسيوم.

(119) ان إضافة 0.2 % كايتوسان (ذي وزن جزئي 30 كيلو دالتون ، DD = 92%) مذابا في 0.3% حامض اللاكتيك يمكن أن يخفض كمية نترات الصوديوم المضافة إلى نصف الكمية القياسية البالغة 150 جزء بالمليون التأثير على نوعية النفاق وثباتيتها الخزنية.

وإضافة إلى الفعل الحافظ فان الكايتوسان يقلل بشكل ملحوظ تركيز النترات المتبقية في النفاق (121) إذ ينخفض تركيز النترات المتبقية في النفاق بزيادة تركيز الكايتوسان ووزنه الجزئي. وقد يتباين الفعل الحافظ للكايتوسان في النفاق باختلاف وزنه الجزئي، وقد ذكر ان التأثير الحافظ للكايتوسان يزداد بزيادة الأوزان الجزئية المستخدمة 1 و 5 و 30 و 120 كيلو دالتون (120). ولم يلاحظ الفعل الحافظ باستخدام كايتوسان بوزن جزئي 1 كيلو دالتون (120، 121) و 2 كيلو دالتون (120، 121) المضافة بتركيز 0.2 % و 0.5 % إلى نفاق الخنزير.

ولم يلاحظ Jo و آخرون (41) أي فرق يذكر في الخصائص الحسية المتمثلة باللون والنكهة والقوام والتقبل العام في النفاق المحضرة بوجود متعددات الكايتوسان الذائبة بالماء (ذات وزن جزئي 5 كيلو دالتون وبتركيز 2%) وغيابها . ومقارنة مع نفاق معاملة السيطرة كانت أكسدة الدهون اقل في النفاق الحاوية على متعددات الكايتوسان المخزنة في مغلفات هوائية بعد 3 أسابيع من الخزن بحرارة 4 م.

**12- الخل :** درس Lee و No (62) إمكانية ترويق خل البرسيمون باستخدام الكايتوسان . إذ أذيب الكايتوسان ذي أوزان جزئية 150 و 37 كيلو دالتون في 1% حامض الخليك وأضيف إلى الخل بتركيز 100 و 200 و 300 و 400 و 500 ملغم/لتر. ولوحظ زيادة المواد الصلبة المترسبة بزيادة تركيز الكايتوسان فيما لوحظ انخفاض العكارة والاسمرار ومحتوى التانين والمواد الصلبة الذائبة . ويتباين الانخفاض في العكارة والمواد الصلبة الذائبة إلى حد ما مع الوزن الجزئي للكايتوسان ويمكن الحصول على أفضل ترويق لخل البرسيمون بإضافة كايتوسان بتركيز 400 ملغم / لتر بغض النظر عن الوزن الجزئي. وأدت زيادة الكايتوسان إلى 500 ملغم / لتر بوزن جزئي 150 و 37 كيلو دالتون إلى انخفاض التقبل بسبب الطعم القابض. ولوحظ ان نوعية خل البرسيمون

Chitosan coating improves shelf life of eggs. J. Food Sci. 68(7): 2378-83.

5- Butler, B.L., P. J. Vergano, R. F. Testin , J.M. Bunn and J. L. Wiles. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and . J. Food Sci. 61: 953.

6- Caner, C. 2005. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. J. Sci. Food Agric. 1897.

7- Chatterjee, S., S. Chatterjee, B. P. Chatterjee and A. K. Guha. 2004. Clarification of fruit juice with chitosan . Process Biochem 39: 2229.

8- Chien , P. J. and C. C. Chou. 2006. Antifungal activity of chitosan and its application to control post-harvest quality and fungul rotting of Tankan citrus fruit (*Citrus tankan*). J. Sci. Food Agric. 86:1964.

9- Cho, H. R., D. S. Chang, D. W. Lee E. T. Jeong and E.W. Lee. 1998a. Utilization of chitosan hydrolysate as a natural food preservative for fish meat paste products. Korean J. Food Sci. Technol. 30(4):817.

10- Cho, Y. I., H. K. No and S. P. Meyers. 1998b. Physicochemical characteristics and functional properties of various commercial chitin and chitosan products. J. Agric Food Chem. 46:3839.

11- Choi, S. H., M. J. Kwon, M. J. Kim, S. J. Kwon, Y. H. Baek and Y. O. Song. 2006. Effects of water-soluble and water -insoluble fractions of kimchi on the alteration of plasma lipids and fibrinolytic activity in middle-aged healthy subjects. J. Food Sci. Nutr. 11:218.

12- Chun, K. H., B. Y. Kim, T. I. Son and Y. T. Hahm. 1997. The extension of tofu shelf life with water soluble degraded chitosan as immersion solution. J. Korean Soc Food Sci. Technol. 29(3):476.

13- Chun, K. H., B. Y. Kim and Y. T. Hahm. 1999. Extension of tofu shelf -life with water soluble degraded chitosan as a coagulant . J. Korean Soc Food Sci. Nutr. 28(1):161.

14- Claesson, P.M., B. W. Ninham. 1992. pH- Dependent interactions between adsorbed chitosan layers. Langmuir. 8:1406.

15- Darmadji, P. and M. Lzumimoto. 1994a. Effect of chitosan in meat preservation. Meat Sci. 38:243.

14- هلام النشا **Starch jelly** : لقد ثبت استخدام الكايتوسان بوصفه مادة مضادة للميكروبات لإطالة العمر الخزنني لهلام النشا. فقد درس Moon و آخرون (74) التأثير الحافظ للكايتوسان في هلام نشا الذرة إذ ازداد العمر الخزنني لهلام نشا الذرة الحاوي على 0.5 % كايتوسان ذي وزن جزيئي 44 كيلو دالتون ، DD = 75.2 % المذاب في 1% حامض اللاكتيك إلى 6 أيام بحرارة الغرفة أكثر بمرتين مقارنة مع معاملة السيطرة فضلا عن زيادة صلابته. كما لوحظ زيادة العمر الخزنني لهلام نشا الحنطة السوداء buckwheat بإضافة الكايتوسان (61) إذ أذيب الكايتوسان ذي وزن جزيئي 37 كيلو دالتون في 1% حامض الخليك وأضيف إلى هلام الحنطة السوداء لإعطاء تراكيز نهائية للكايتوسان بلغت 0% و 0.5% و 1% و 1.5% و 2% . وخلال خزن هلام نشا الحنطة السوداء بحرارة 18 م مدة 6 أيام ولوحظ انخفاض العدد الكلي للخلايا الحية بالتراكيز الكايتوسان العالية. إلا ان زيادة تركيز الكايتوسان إلى 1.5% فأعلى أدى إلى خفض التقبل العام بسبب ظهور الطعم القابض. وعليه فان هلام نشا الحنطة السوداء الحاوي كايتوسان بتركيز 1% قد امتلك صفات حسية أفضل كما ازداد العمر الخزنني بحوالي يوم أو يومين مقارنة مع المدة الملاحظة في معاملة السيطرة البالغة 4 أيام خلال الخزن بحرارة 18 م مدة 6 أيام .

#### المصادر

1- Ahn, C. B. and E. H. Lee. 1992. Utilization of chitin prepared from the shellfish crust. 2. Effect of chitosan film packing on quality of lightly-salted and dried horse mackerel. Bull Korean Fish Soc. 25(1):51.

2- Ahn, D. H., J. S. Choi, H. Y. Lee, J. Y. Kim, S. K. Youn and Park, S. M. 2003. Effects on preservation and quality of bread with coating high molecular weight chitosan. Korean J. Food Nutr. 16(4):430.

3- Ahn, C. B. and E. H. Lee. 1995. Effects of salt-fermented fish and chitosan addition on the pectic substance and the texture changes of kimchi during fermentation. Korean J. Soc. Food Sci. 11(3):309.

4- Bhale, S., H.K. No, W. Prinyawiwatkul , A. J. Farr, K. Nadarajah and S. P Meyers. 2003.

to extend the storage life of tomatoes. Hortscience. 27(9): 1016.

27- Gray, J. A. and J. N. Bemiler. 2003. Bread staling: molecular basis and control. Comp. Rev. Food Sci. Food Saf. 2:1-21.

28- Ha, T. J. and S. H. Lee. 2001. Utilization of chitosan to improve the quality of processed milk. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.30(4):630.

29- Han, C., Y. Zhao, S. W. Leonard and M. S. Traber. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*) . postharvest Biol. Technol. 33:67-78.

30- Helander, I. M., E.L. Nurmiaho-Lassila, R. Ahvenainen, J. Rhoades, and S. Roller. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. Int. J. Food Microbiol. 71:235-244.

31- Herald, T. J., R. Gnanasambandam, B. H. McGuire and K. A. Hachmeister. 1995. Degradable wheat gluten films: preparation, properties and applications. J. Food Sci. 60: 1147.

32- Hirano, S., C. Itakura, H. Seino, Y. Akiyama, I. Nonaka, N. Kanbara and T. Kawakami. 1990. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. J. Food Chem. 38(5):1214.

33- Hur, E.Y., M. H. Lee and H. K. No. 1997. Verification of conventional kimchi preservation methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.26(5):807.

34- Hwang, Y. S., Y. A. Kim and J. C. Lee. 1998. Effect of postharvest application of chitosan and wax, and ethylene scrubbing on the quality changes in stored "Tsugaru" apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39(5):579.

35- Imeri, A. G. and D. Knorr. 1988. Effect of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. J. Food Sci. 53(6):1707.

36- Jang, S. Y. and Y. J. Jeong. 2005. Effect of chitosan- liquid calcium addition on the quality of kimchi during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci Nutr. 34(5):715.

37- Jeon, Y. J., F. Shahidi and S. K. Kim. 2000. Preparation of chitin and chitosan oligomers and their applications in physiological functional foods. Food Rev Int. 16(2):159.

16- Darmadji, P. and M. Lzumimoto. 1994b. Effect of chitosan and nitrite on the properties of fermented meat. Anim. Sci. Technol. (Jpn) 65(7):639.

17- Davies, D. H., C. M., Elson and E. R. Hayes. 1989. N,O-carbomethyl chitosan, a new water solution chitin derivative. In: Skak-Break, G., Anthonson T. Sandford, P.(eds). Chitin and chitosan : source, chemistry, biochemistry, physical properties and applications. London, U.K. p.467.

18- Decker, E. A. and H. O. Hultin. 1992. Lipid oxidation in muscle foods via redox iron. In: Angelo A. J. (ed). Lipid oxidation in food. Washington, D.C. p.33-54.

19- Del Blanco, L. F., M. S. Rodriguez, P. C. Schulz and E. Agullo. 1999. Influence of the deacetylation degree on chitosan emulsification properties. Colloid Polym. Sci. 277:1087.

20- De Reu, K., K. Grijsperdt, W. Messens, M. Heyndrickx, M. Uyttendaele, J. Debevere and L. Herman. 2006. Eggshell factor influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. Int. J. Food Microbiol. 112: 253.

21- Devlieghere, F., A. Vermeulen and J. Debevere. 2004. Chitosan :antimicrobial activity, interaction with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiol. 21:703.

22- Dotson, C. R., H. A. Frank and C. G. Cavaletto. 1977. Indirect methods as criteria of spoilage in tofu (soybean curd). J. Food Sci. 42: 273.

23- Durango, A. M., N. F. F. Soares and N. J. Andrade. 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. Food Control. 17:336.

24- El Ghaouth, A., J. Arul, R. Ponnampalam and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. J. Food Sci. 56(6):1618.

25- El Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier and A. Asselin. 1992a. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. Phytopathology. 82(4):398.

26- El Ghouth, A., R. Ponnampalam, F. Castaigne and J. Arul. 1992b. Chitosan coating

- 50- Knorr, D. 1982. Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.* 47: 593.
- 51- Knorr, D. 1983. Dye binding properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.* 48:36.
- 52- Knorr, D. 1984. Use of chitosanous polymers in food- a challenge for food research and development. *Food Technol.* 38:85-97.
- 53- Kovats, S. K., M. P. Doyle and N. Tanaka. 1984. Evaluation of microbiological safety of tofu. *J. Food Prot.* 47(8):618.
- 54- Lee, H. Y., S. M. Park and D. H. Ahn. 2003. Effect of storage properties of pork dipped in chitosan solution. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.* 32(4): 519.
- 55- Lee, J. S. and H. J. Lee. 2000a. Effects of chitosan and organic acid salts on the shelf-life and pectin fraction of kimchi during fermentation. *Korean J. Food Nutr.* 13(4):319.
- 56- Lee, J. S., H.Y. Lee, S. M. Park and D. H. Ahn. 2002b. Effect of chitosan on drained solution and quality of soybean curd. *J. Chiin Chitasan.* 7(4): 201.
- 57- Lee, J. W. and Y. C. Lee. 2000b. The physico-chemical and sensory properties of milk with water soluble chitosan. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32(4):806.
- 58- Lee, J.W., H. H. Lee and J. W. Rhim. 2000. Shelf life extension of white rice cake and wet noodle by the treatment with chitosan. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32(4):828.
- 59- Lee, K. H. and Y.C. Lee. 1997. Effect of carbomethyl chitosan on quality of fermented pan bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(1):96-100.
- 60- Lee, K. S., H. K. No and S. P. Meyers. 2001. Effect of chitosan as a coagulant on shelf-life of tofu prepared in commercial-scale. *Food Sci. Biotechnol.* 10(5):529.
- 61- Lee, M. H. and H. K. No. 2001a. Effect of chitosan on shelf-life and quality of buckwheat starch jelly. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30(5):865.
- 62- Lee, M. H. and No, H. K. 2001b. Clarification of persimmon vinegar using chitosan. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30(2): 277.
- 63- Lee, M. H. and No, H. K. 2001c. Quality changes during storage of persimmon vinegar clarified by chitosan treatment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30(2):283.
- 38- Jeon, Y. J., Park, P. K. and S. K. Kim. 2001. Antimicrobial effect of chitooligosaccharides produced by bioreactor. *Carbohydr. Polym.* 44:71.
- 39- Jeon, Y. J., J. Y. V. A. Kamil, F. Shahidi. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. *J. Agric Food Chem* 50: 5167.
- 40- Jiang, L. I., J. Li and W. J. iang. 2005. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *LWT.* 38:757.
- 41- Jo, C., J. W. Lee, K. H. Lee and M. W. Byun. 2001. Quality properties of pork sausage prepared with water- soluble chitosan oligomer. *Meat Sci.* 59:369.
- 42- Kamil, J. Y. V. A., Y. J. Jeon and F. Shahidi. 2002. Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of hering (*Clupea harengus*). *Food Chem.* 79:69-77.
- 43- Kester, J. J. and O. R. Fennema. 1986. Edible films and coatings: a review. *Food Technol.* 60:47-59.
- 44- KFDA. Korea Food and Drug Administration. 1995. Food additives code. Seoul, Korea: KFDA.
- 45- Kim, H. S., B.Y. Son, S. M. Park and K. T. Lee. 1999. A study on the properties and utilization of chitosan coating. 2. Changes in the quality of tomatoes by chitosan coating. *J. Korean Fish Soc.* 32(5):568.
- 46- Kim, J. W. and J. W. Hur. 2002. Improvement of functional properties of mayonnaise with egg-shell calcium and chitosan. *Food Eng. Prog.* 6(2):195-200.
- 47- Kim, S. H., H. K. No, S. D. Kim. and W. Prinyawiwatkul. 2006. Effect of plasticizer concentration and solvent types on shelf-life of eggs coated with chitosan. *J. Food Sci.* 71(4):349.
- 48- Kim, K. W. and R. L. Thomas. 2007. Antioxidant activity of chitosans with varying molecular weights. *Food Chem.* 101:308.
- 49- Kittur, F. S., N. Saroja, R. N. Tharanathan. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. *Eur. Food Res. Technol.* 213:306.

- 77- No, H. K. and S. P. Meyers. 1995. Preparation and characterization of chitin and chitosan –a review. J. Aquat Food prod Technol. 4(2): 27-52.
- 78- No, H. K. and S. P. Meyers. 2000. Application of chitosan for treatment of wastewaters. Rev. Environ Contam. Toxicol. 163:1-27.
- 79- No, H. K. and S. P. Meyers. 2004. Preparation of tofu using chitosan as coagulant for improved shelf-life. Int. Food Sci. Technol. 39:133.
- 80- No, H. K., I. K. Park, S. D. Kim. 1995. Extension of shelf-life of kimchi by addition of chitosan during salting. J. Korean Soc. Food Nutr. 24(6):932.
- 81- No, H. K., N.Y. Park, S.H. Lee and S. P. Meyers. 2002. Antibacterial activity of chitosan and chitosan oligomers with different molecular weight. Int. J. Food Microbiol. 74: 65-72.
- 82- No, H. K., W. Prinyawiwatkul and S. P. Meyers. 2005. Comparison of shelf life of eggs coated with chitosans prepared under various deprotenization and demineralization times. J. Food Sci. 70(6):377.
- 83- Obanu, Z. A. and A. A. Mpireri. 1984. Efficiency of dietary vegetable oils in preserving the Quality of shell eggs under ambient tropical conditions J. Sci. Food Agric. 35:1311.
- 84- Padron, M. N. 1990. *Salmonella typhimurium* penetration through the eggshells of hatching eggs. Avian Dis. 34:463.
- 85- Park, B. H., H. S. Cho and B. Y. Oh. 2002a. Physicochemical characteristics of kimchi treated with chitosan during fermentation. Korean J. Human Ecol. 5(1):85-93.
- 86- Park, I. K., Y. K. Lee, M. J. Kim and S. D. Kim. 2002b. Effect of surface treatment with chitosan on shelf-life of baguette. J. Chitin Chitosan. 7(4):208.
- 87- Park, I. K., Y. K. Lee, M. J. Kim and S. D. Kim. 2002c. Effect of surface treatment with chitoooligosaccharide on shelf-life of baguette. J. Chitin Chitosan .7(4):214.
- 88- Park, S. I., S. D., Stan, M. A. Daeschel and Y. Zhao. 2005. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Frangaria ananassa*)
- 64- Lee, M. H. and No, H. K. 2002. Effect of chitosan on shelf- life and quality of wet noodle. J. Chitin Chitosan.7(1): 17.
- 65- Lee, S. H. 1996. Effect of chitosan on emulsifying capacity of egg yolk. J. Korean Soc. Food Nutr. 25(1):118.
- 66- Lee, S. H. and O. K. Cho. 1998. The mixed effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* extracts and chitosan on shelf-life of kimchi. J. Korean Soc Food Sci Nutr. 27(5):864.
- 67- Lee, S. H. and O. K. Jo. 1998. Effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 30(6): 1367.
- 68- Lee, S. H., H. K. No and Y. H. Jeong. 1996. Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. J. Korean Soc. Food Nutr. 25(2): 288.
- 69- Leuschner, R. G. K., M. J. A. O Callaghan and E. K. Arendt. 1999. Moisture distribution and microbial quality of part baked breads as related to storage and rebaking conditions. J. Food Sci. 64(3):543.
- 70- Li, H. and T. Yu. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. J. Sci. Food Agric. 81:269.
- 71- Li, Q., E. T. Dunn, E. W. Grandmaison and M. F. A. Goosen. 1992. Application and preparation of chitosan . J. Bioactive Comp Polym. 7:370-97.
- 72- Lopez-Caballero, M. E., M. C. Gomez-Guillen, M. Perez-Mateos and P. Montero. 2005. A chitosan – gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids. 19:303.
- 73- Meyer, R. and J.V. Spencer. 1973. The effect of various coatings on shell strength and egg quality. Poult Sci. 52:703.
- 74- Moon, C. S, B. S. Kim, K. S. Park and J. W. Hur. 1997. Preservative effects of chitosan on acorn starch gels. Food Eng. Prog. 1(2):91.
- 75- Muzzarelli, R. A. A. 1977. Chitin. Oxford, U. K.: Pergamon.
- 76- Nadarajah, K., W. Prinyawiwatkul, H. K. No, S. Sathivel and Z. Xu. 2006. Sorption behavior crawfish chitosan films as affected by chitosan extraction processes and solvent types . J. Food Sci. 71(2): E33-9.



- 100- Sapers, G. M. 1992. Chitosan enhances control of enzymatic browning in apple and pear juice by filtration . J. Food Sci. 57(5):1192.
- 101- Scott, T.A. and F. G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poultry Sci. 79:1725.
- 102- Silversides, F. G. and T. A. Scott. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. Poltry Sci. 80:1240.
- 103- Son, Y. M., K. O. Kim, D. W. Jeon and K. H. Kyung. 1996. The effect of low molecular weight chitosan with and without other preservatives on the characteristics of kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 28(5):888.
- 104- Soto-Peralta, N. V., H. Meller and D. Knorr. 1989. Effects of chitosan treatments on the clarity and color of apple juice. J. Food Sci. 54(2):495.
- 105- Stadelman, W. J. 1986a. Quality identification of shell eggs. In: Stadelman W. J., Cotterill, O. J. (eds). Egg science and technology. Westport, Conn.: AVI Publishing, p.37-61.
- 106- Stadelman, W. J. 1986b. The preservation of quality in shell eggs. In: Stadelman W. J., Cotterill, O. J. (eds). Egg science and technology. Westport, Conn.: AVI Publishing, p.63-73.
- 107- Sudarshan, N. R., D. G. Hoover and D. Knorr. 1992. Antibacterial action of chitosan. Food Biotechnol. 6:257.
- 108- Tokoro, A., N. Tatewaki, .1988. Growth-inhibitory effect of hexa-N-acetylchitohexose and chitohexaose against Meth-A solid tumor. Chem Pharm Bull. 36:784.
- 109- Thongngam, M. and D. J. Mc Clements. 2004. Characterazation of interaction between chitosan and an anionic surfactant. J. Agric Food Chem. 52:987.
- 110- Thongngam, M. and D. J. Mc Clements. 2005. Influence of pH, Ionic Strength, and tempteture on self-Association and interactions of sodium dodecyl sulfate in the absence and presence of chitosan. Langmur. 21:79-86.
- tocontrol mold growth during cold storage. J. Food Sci. 70(4):M202.
- 89- Park, S. M., S. K. Youn, H. J. Kim and D. H. Ahn. 1999. Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan-I. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28(1):167.
- 90- Park, S. Y., K. S. Marsh and J. W. Rhim. 2002d. Characteristics of different molecular weight chitosan films affected by type of organic solvents. J. Food Sci. 67:194.
- 91- Peng, C., Y. Wang and Y. Tang. 1998. Synthesis of crosslinked chitosan-crown ethers and evaluation of these products as adsorbent metal ions. J. Appl. Polym. Sci. 70:501.
- 92- Rao, M. S., Chandr, R. and A. Sharma. 2005. Development of shelf-stable intermediate moisture meat products using active edible chitosan coating and irradiation. J. Food Sci. 70(7):325.
- 93- Rhim, J.W., C. L. Weller and K. S. Ham. 1998. Characterization of chitosan films as affected by the type of solvent acid. Food Sci. Biotechnol. 7:263.
- 94- Rhim, J.W., C. L. Weller and A. Gennadios. 2004. Effect of soy protein coating on shell strength and quality of shell eggs. Food Sci. Biotechnol. 13:455.
- 95- Rhoades, J. and Roller, S. 2000. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. Appl. Environ Microbiol. 66(1): 80.
- 96- Roller, S. and N. Coill. 1999. The antifungal properties of chitisan in laboratory media and apple juice .Int J. Food Microbiol. 47:67-77.
- 97- Roller, S. and N. Covill. 2000. The antimicrobial properties of chitosan in mayonnaise and mayonnaise based shrimp salads. J. Food Prot. 63(2):202.
- 98- Rungsardthong, V., N. Wongvuttanakul, N. Kongpien and P. Chotiwaranon. 2006. Application of fungal chitosan for clarification of apple juice. Process Biochem. 41: 589.
- 99- Sagoo, S., R. Board and S. Roller. 2002. Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products. Food Microbiol. 19:175.

bacterial contamination measured by dye penetration in eggs. *J. Food Sci.* 67:280.

118- Yoo, E. J., H. S. Lim, J.M. Kim, S. H. Song and Choi, M. R. 1998. The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of kimchi. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.* 27(5): 869.

119- Youn, S. K., S. M. Park, Y.J. Kim and D. H. Ahn. 1999. Effect on storage property and quality in meat sausage by added chitosan. *J. Chitin Chitosan.* 4(4):189.

120- Youn, S. K., S. M. Park and D. H. Ahn. 2000. Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan .11 Difference of storage property by molecular weight of chitosan. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29(5): 849.

121- Youn, S. K., S. M. Park, Y.J. Kim and D. H. Ahn. 2001b. Studies on substitution effect of chitosan against sodium nitrate in pork sausage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33(5):551.

122- Youn, S. K., J. H. Her, Y. J. Kim, J. S. Choi, S. M. Park and D. H. Ahn. 2004. Studies on the improvement of shelf-life in spicy beef meat using chitosan. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(1):207.

123- Zhang, D. and P. C. Quantick. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litch (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 12:195-202.

111- Tsai, G. J. and W. H. Su. 1999. Antibacterial activity of shrimp chitosan against *E. coli*. *J. Food Prot.* 62:239-243.

112- Tsai, G. J., W. H. Su, H.C. Chen and C. L. Pan. 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. *Fish Sci.* 68:170.

113- Vargas, M., A. Albors, A. Chiralt and C. Gonzalez-Martinez. 2006. Quality of cold – stored strawberries as affected by chitosan-olic acid edible coatings. *Postharvest Biol. Technol.* 41:164.

114- Vorlop, K. D. and J. Klein. 1981. Formation of spherical chitosan biocatalysts by ionotropic gelation . *Biotechnol Lett* .3(2): 9-14.

115- Wan, V. C. H., M. S. Kim and S. Y. Lee. 2005. Water vapor permeability and mechanical properties of soy protein isolate edible films composed of different plasticizer combinations. *J. Food Sci.* 70:387.

116- Weiner, M. L. 1992. An overview of the regulatory status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharmaceutical ingredient. In: Brine C. J., Sandford, P. A. Zikakis, J. P. (eds). *Advances in chitin and chitosan*. London, U.K.: Elsevier. p.663.

117- Xie, I., N.S. Hettiarachchy, Z.Y. Ju, J. Meullenet, H. Wang, M. F. Slavik and M. E. Janes. 2002. Edible film coating to minimize eggshell breakage and reduce post-wash