



المملكة العربية السعودية
وزارة الشؤون البلدية والقروية
وكالة الوزارة للشؤون البلدية
الإدارة العامة لصحة البيئة
إدارة المواد الغذائية



دليل مضادات الميكروبات من مصادر طبيعية

١٤٣٥هـ / ٢٠١٤م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
وزارة الشؤون البلدية والقروية
وكالة الوزارة للشؤون البلدية
الإدارة العامة لصحة البيئة
إدارة المواد الغذائية

دليل مضادات الميكروبات من مصادر طبيعية

١٤٣٥هـ / ٢٠١٤م



٢) وزارة الشؤون البلدية والقروية، ١٤٣٤ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة الشؤون البلدية والقروية

دليل مضادات الميكروبات من مصادر طبيعية . / وزارة الشؤون البلدية

والقروية - الرياض ، ١٤٣٤ هـ

٨٤ ص؛ ١٦,٥ × ٢٢,٥ سم

ردمك: ٢-٦٣-١١٠٩-٦٠٣-٩٧٨

١- الأغذية - ميكروبات ٢- الأحياء الدقيقة ٣- الأدلة أ.العنوان

١٤٣٤/٣٠٩٢

ديوي ٥٧٦

رقم الإيداع: ١٤٣٤/٣٠٩٢

ردمك: ٢-٦٣-١١٠٩-٦٠٣-٩٧٨



يتعرض الكثير من المواد الغذائية الخام والمنتجات الغذائية المصنعة للعديد من عوامل الفساد والتي تؤثر على جودتها ومدى صلاحيتها للاستهلاك الآدمي ومن ضمن هذه العوامل (الميكروبات، عوامل الأكسدة... إلخ)، وللحفاظ على هذه المنتجات الغذائية سواءً الخام أو المصنعة وحمايتها مع إطالة فترة صلاحيتها يتم عادةً اللجوء إلى استخدام المواد الحافظة والمواد المضادة للأكسدة الصناعية أو الكيميائية، ونظراً لما لهذه المواد من تأثيرات ضارة على صحة الإنسان فإن الأمر يتطلب اللجوء إلى استخدام مواد طبيعية المصدر وآمنة يكون لها نفس تأثير هذه المواد الصناعية كما أنها تحسّن من صفات وجودة المنتجات الغذائية.

وتشير الإحصائيات العالمية إلى أن نحو (٢٥ - ٣٠٪) من الغذاء العالمي يُفقد نتيجة لعوامل التلف والفساد المختلفة؛ لذا فقد زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بعمليات حفظ الغذاء بصورة أكبر من الموجودة حالياً سواءً عن طريق تطوير الطرق التقليدية المستخدمة في الحفظ أو من خلال استحداث طرق مبتكرة تعمل على إنتاج أغذية على درجة عالية من الأمان من الناحية الميكروبيولوجية مع المحافظة على الخواص الغذائية والحسية والطبيعية لها بقدر الإمكان.

فقد عجزت طرق حفظ الأغذية المستخدمة حتى اليوم عن الوصول بالغذاء المحفوظ أو المصنع إلى الحالة التي ترضي مفهوم الغذاء الصحي الطبيعي (Natural and Healthy Food) الذي يرغب فيه المستهلك، كما أنه قد حدثت تغييرات في رغبات المستهلك مع الاتجاهات المطلوبة لحفظ الأغذية بالنسبة للغذاء المحفوظ وزادت متطلباته؛ لأنه لم يكن راضياً عن الكثير من الأغذية المحفوظة بالطرق التقليدية، حيث إنها تُغير كثيراً من صفاته المرتبطة بالجودة وبالتالي تحدث تأثيرات غير مرغوبة على جودة المنتجات بحيث لا ترقى إلى جودة الغذاء الطبيعي الطازج.

٥	مقدمة
٨	الفصل الأول المواد المضادة لنمو الميكروبات
١٢	الفصل الثاني المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر ميكروبية
٥٢	الفصل الثالث المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر حيوانية
٦٣	الفصل الرابع المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر نباتية
٨١	الفصل الخامس مضادات طبيعية متنوعة للميكروبات



ومن ناحية أخرى فإن المستهلك لا يفضل حالياً تناول الأغذية المحضرة باستخدام المواد الحافظة والملونة الكيميائية التي استخدمت ولا تزال تستخدم على نطاق كبير للتحكم في أعداد الميكروبات المرضية والمفسدة للغذاء ، فالآثار السلبية لتلك المركبات المخلفة كيميائياً على الصحة العامة تزداد وضوحاً وتكشفاً يوماً بعد يوم ، كما تزداد بالتالي القيود المفروضة على استخدامها بالأغذية من قبل الهيئات الرقابية والجهات المسؤولة عن وضع تشريعات جودة وسلامة الغذاء .

وقد لخص العالم (1996) Gould متطلبات المستهلك للغذاء المحفوظ في النقاط التالية :

١. له درجة عالية من الأمان (بمعنى سلامته من عوامل الفساد عند الاستخدام أو التخزين).
٢. له درجة عالية من حيث المظهر والقوام والنكهة (بمعنى أن يكون مقارباً ومحتفظاً بخصائص الغذاء الأصلي).
٣. أن يكون طبيعياً ويعتمد عند إنتاجه على إضافات طبيعية.
٤. له فترة صلاحية جيدة .
٥. من الناحية الغذائية صحي ومفيد .

لذا ... فقد اتجهت الأبحاث الحديثة في مجال تكنولوجيا وميكروبيولوجيا الأغذية نحو استخدام البدائل الطبيعية أو الحيوية المتوفرة والتحول عن استخدام المواد الحافظة الكيميائية حيث إن الطبيعة غنية بأنواع مختلفة ومتعددة من المركبات المضادة للميكروبات سواء كانت من مصادر حيوانية أو نباتية أو ميكروبية والتي تستخدم كمواد حافظة طبيعية صالحة للاستخدام في التطبيقات الغذائية المختلفة وكبديل للمواد الحافظة التي قد تضر الإنسان .

تعرف المواد المضافة للأغذية بأنها المواد التي لا تستخدم بمفردها عادة كغذاء أو أحد المكونات الأساسية للغذاء ولا يشترط أن تكون لها قيمة غذائية أو تضاف للأغذية لأغراض تكنولوجية محددة أثناء التصنيع أو التجهيز وغيرها من العمليات، أي أنها مواد تضاف عمداً للغذاء بغرض منع فساد أو إطالة صلاحيته أو لحفظ مظهر الغذاء وتحسينه أو تعديل وتحسين قوامه واكتمال طعمه وغيره . وهي مواد من الصعب الاستغناء عنها، كما يجب أن تكون هذه المواد غير ضارة بالصحة ومأمونة الاستخدام على المدى البعيد والحرص على تحديد حدود مسموح بإضافتها في الغذاء مع عدم السماح بتسجيل أي مادة كمضاف غذائي إلا بعد خضوعها للعديد من الدراسات والاختبارات الخاصة بالسمية الحادة وتحت الحادة والمزمنة، وعلاقة المادة وقدرتها على إحداث السرطان والطفرات والتشوهات الخلقية والسلوك الحيوي في الإنسان وكذلك الآثار الضارة بالبيئة .

والمواد الحافظة تعتبر من مضافات الأغذية الهامة والتي تضاف بغرض تثبيط نمو ونشاط الأحياء الدقيقة التي تسبب فساد الأغذية، أو المرضة للإنسان، وكذلك إيقاف أو إعاقة ووقف نشاط مسببات فساد الغذاء الأخرى بغرض:

١. زيادة فترة حفظ المادة الغذائية خصوصاً إذا كان هذا الغذاء ينتج في أوقات موسمية .
٢. تعبئتها بغية توسيع نطاق توزيعها أو تخزينها لمدة طويلة تراوح بين عدة أشهر أو عدة سنوات .





الفصل الأول المواد المضادة لنمو الميكروبات

الطبيعية السكر والملح والأحماض العضوية مثل حمض الخليك وحمض اللاكتيك والتوابل وزيتونها وثنائي أكسيد الكربون الذي يستخدم كعامل مساعد في حفظ المياه الغازية، وهذه المواد يمكن إضافتها إلى الغذاء بأي تركيز يتفق مع رغبة المستهلك وطبيعة المواد المحفوظة.

الشروط الواجب توافرها في المواد المضادة لنمو الميكروبات:

١. تكون مأمونة الاستعمال ولا تسبب أي أضرار بصحة المستهلكين وأن لا تؤذي الجسم تحت ظروف الاستعمال العادية.
٢. تكون من المواد المصرح بإضافتها للأغذية وأن تضاف بالكميات المسموح بها وفق المواصفات المقررة.
٣. لا يؤدي استعمالها إلى السماح باستخدام مواد غذائية أولية غير صالحة.
٤. لا يشجع استعمالها الإهمال في صناعة الأغذية واتباع الطرق غير الصحيحة في تحضيرها.
٥. لا تكون مهيّجة للجهاز الهضمي.
٦. فعلها أكيد في الغرض الذي تستعمل من أجله.
٧. لا تعطل الأنزيمات الهاضمة عن عملها.
٨. لا يكون لها قابلية للتحلل في الجسم إلى مواد لها فعل سام أو ضار أكثر من فعل المادة الحافظة ذاتها.
٩. يكون الكشف عن إضافتها وتقديرها ممكناً عملياً وبطرق سهلة وبسيطة.

كيف يفسد الغذاء

تفسد جميع الأغذية عاجلاً أو آجلاً ما لم يتم حفظها. وبعض الأغذية مثل الحبوب والمكسرات يمكن حفظها لعدة أشهر بدون أية معالجات خاصة تقريباً، بينما لا تبقى بعض

كان الحصول على الغذاء المناسب منذ بدء الخليقة من أهم العوامل التي دفعت الإنسان إلى الخروج من الكهوف ومحاولة تحسين وضعه في البيئة التي يعيش فيها، ولا يزال الحصول على الغذاء بالرغم من التقدم العلمي في الوقت الحاضر من أهم المشاكل التي تواجه عالمنا يزداد عدد سكانه بسرعة غير معقولة، وحتى آخر القرن التاسع عشر كان حل مشكلة التغذية يكمن في تزويد كل فرد بكمية كافية من البروتينات والدهون والسكريات، ولقد كان الخوف من أن تصبح كمية الطعام غير كافية لإطعام ملايين الأفواه إلا أن الخطر على الصحة في القرن الحالي وفي مختلف أرجاء العالم أصبح لا يكمن في الغذاء الكافي بقدر ما يكمن في التغذية غير الصحية، بمعنى أنه أصبح الحصول على الغذاء المناسب وبالسر المناسب وفي الوقت المناسب من أهم عوامل التمتع بالحياة السليمة، وقد أصبحت مهمة حفظ الغذاء في هذا العصر ضرورة لدعم المدد الغذائي، وأصبح من الضروري معرفة تأثير المواد المضادة إلى الأغذية أثناء عمليات الحفظ لتقاوم عوامل الفساد الحيوية والكيميائية؛ لضمان صلاحية المادة الغذائية بدون تلف سواء بالنسبة للحفظ المؤقت أو المستديم؛ ولذلك يسود القلق أغلبية الناس ويسود الارتباك حول المواد المستخدمة في تلك الأغراض إذ إن البيانات التوضيحية على أغلفة وعبوات المواد الغذائية فيما عدا تلك الخاصة بالملح والسكر والدقيق تحتوي على كلمات طويلة معقدة وماهي إلا أسماء غريبة غير مألوقة لمواد كيميائية مختلفة سواء أكانت مواد حافظة أضيفت للمنتجات الغذائية أثناء العمليات التصنيعية أو مركبات أخرى تختلف فعاليتها باختلافها وباختلاف تركيزاتها المتباينة. لهذه الأسباب فإنه قد حان الوقت لأن يقوم المختصون بترشيد المستهلكين وتوعيتهم بالآثار السلبية على صحتهم التي قد تنشأ من المواد المضادة لأغذيتهم وكثرة تناولها.

المواد الحافظة ذات تأثير على الأحياء الدقيقة (البكتيريا والفطريات والخمائر) حيث تمنع نشاطها وتكاثرها. بمعنى أن لها تأثيراً حافطاً بالنسبة للمادة الغذائية ومن أهم المواد الحافظة

الميكروبات في الأغذية

أنواع الميكروبات الملوثة	نوع الغذاء
أسبرجلس، فيوزاريم، بنسليوم، مونيليا، ريزوبس	الحبوب الكاملة (الكربوهيدرات)
باسيلس، أسبرجلس، بنسليوم، أندومايسس، ريزوبس، نيوروسبورا	الخبز (الكربوهيدرات)
كروموبكتر، سيدومونس - فلافوبكتريم، لاكتوباسيلس، باسيلس	الخضروات (الكربوهيدرات)
أزوبكتر، لاكتوباسيلس، سكارومايسيس، توريولوبسيس	الفاكهة و العصائر (الكربوهيدرات)
ميكروكوكس، لاكتوباسيلس، ستربتوكوكس	اللحوم الطازجة (البروتين والدهون)
ميكروكوكس، لاكتوباسيلس، ستربتوكوكس، سكارومايسيس، بنسليوم	منتجات اللحوم (السجق، البرجر) (بروتينات ودهون)
كروموبكتر، سيدوموناس، فلافوبكتر، ميكروكوكس، سالمونيلا	الدواجن (بروتينات ودهون)
كروموبكتر، سيدوموناس، فلافوبكتريم، ميكروكوكس، فيبريو	الأسماك والقشريات (البروتينات)
ستريبتوكوكس، لاكتوباسيلس، ميكروبيكتريم، كروموبكتر، سيدوموناس، فلافوبكتريم، باسيلس	الحليب ومنتجاته (كربوهيدرات، بروتينات، دهون)
سيدوموناس - كلادوسبورم - بنسليوم - سبوروتريكم	البيض (بروتينات-دهون)

* * *

الأغذية الأخرى مثل الحليب أو اللحم في حالة طازجة بدون تلف إلا لمدة يوم أو يومين في درجة تبريد من (صفر - 4°م).

ويحدث فساد الأغذية أساساً من مصدرين رئيسيين هما الآفات والكائنات الحية الدقيقة أو الأحياء المجهرية.

وتشمل الآفات الحشرات والقوارض التي تدمر العديد من المحاصيل تدميراً كاملاً أو تحدث بها إتلافاً كبيراً عندما تتغذى الآفات بها. وتقوم الآفات كذلك بنقل أمراض خطيرة إلى الغذاء. ويمكن التحكم في الآفات عن طريق استخدام مبيدات الآفات أو بتخزين الأغذية في أوعية خاصة مثل الصوامع الحديدية المحكمة القفل التي تمنع القوارض من الوصول إليها.

وتشمل الكائنات الحية الدقيقة البكتيريا والفطريات والخمائر. وتفسد الأغذية حينما يتضاعف عدد هذه الكائنات الحية الدقيقة بحيث تسبب تغيراً في طعمها أو نكهتها. ويتضاعف عدد البكتيريا بسرعة كبيرة جداً وتنتج أحماضاً وغازات وبعض المواد الكيميائية الأخرى. كما أن بعض هذه المواد سامة للإنسان مثل السموم الفطرية التي تفرزها أنواع معينة من الفطريات "أسبرجلس فلافس وأسبراجلس باراسيتكس"، حيث تنمو وتتكاثر على سطح الأطعمة الرطبة في درجة حرارة (32°م) تقريباً. ومع ذلك يستمر نمو الفطريات في درجات حرارة منخفضة عن ذلك؛ لأن جراثيم الفطريات تكون قوية ويصعب التخلص منها. ومن السهل رؤية النمو الفطري على سطح المواد الغذائية مما يجعل مظهرها غير مقبول. أما الخمائر فتنتج الكحول وبعض المواد العضوية الأخرى المسماة إسترات. وهذه المواد (الكحول والإسترات) التي تنتج في بعض الأغذية بفعل الخمائر تعطي رائحة غير مقبولة.

وقد يحدث فساد الأغذية قبل التمكن من اكتشاف أي تغير في صفاتها الطبيعية أو الحسية مثل الطعم والرائحة. فعلى سبيل المثال لا يمكن ملاحظة البكتيريا المعروفة باسم كلوستريديم بتيولينم في الغذاء ومع ذلك تُسبب هذه البكتيريا حوادث تسمم غذائي شديدة الخطورة وهذا التسمم عادةً ما يكون سبباً للوفاة.



الفصل الثاني المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر ميكروبية

المصدر الطبيعي والرئيس للمواد الحافظة الحيوية والمواد المضادة للميكروبات هو الكائنات الحية الدقيقة والتطور البحثي في هذا المجال يتطور بشكل مثير. ومن أكثر المجموعات الميكروبية أهمية من حيث كونها مصدراً للمواد الحافظة الحيوية هي مجموعة بكتيريا حمض اللاكتيك، فقد استخدمت منذ قرون عديدة في الأغذية المخمرة لإنتاج منتجات غذائية ثابتة مثل منتجات الألبان واللحوم والمخللات. وحقيقة أن المنتجات المخمرة التي تحتوي على تلك البكتيريا وما يمكن أن تنتجه من نواتج تمثيل حيوي ذات تأثير مضاد على الميكروبات الأخرى يتم استهلاكها بصورة تقليدية دون أن تسبب أي آثار سلبية على صحة مستهلكيها وقد أضفي على بكتيريا حمض اللاكتيك صفة الأمان الصحي (GRAS "Generally Regarded As Safe").

استخدام بكتيريا حمض اللاكتيك في الحفظ الحيوي (Biopreservation) للغذاء يمكن أن يتم بطريقتين: الأولى هي إضافة السلالات المنتجة للمثبطات إلى الغذاء وهو ما يطلق عليه المزارع الواقية (Protective cultures) اعتماداً على قدرتها التنافسية العالية مع الميكروبات غير المرغوبة، والثانية هي إضافة المركبات المضادة للميكروبات (Antimicrobial Compounds) والسابق تحضيرها من تنمية السلالات المنتجة لها تحت ظروف محكمة.

والجدير بالذكر أن بكتيريا حمض اللاكتيك يمكن أن تنتج كلاً من المركبات المضادة ميكروبياً ذات المجال التثبيطي الواسع مثل (الأحماض العضوية، فوق أكسيد الهيدروجين، الداى أستيل الأسيتالدهيد... إلخ) والمركبات ذات المجال التثبيطي المحدود نسبياً مثل (بكتريوسينات) والتي يستخدم منها حالياً وبنجاح كبير مركب النيسين (Nisin)،

ومركبات أخرى مضادة (Antagonistic) مثل مركبات الريوترين (Reuterin). وحقيقة أن مجال النشاط الحيوي للبكتريوسينات ضيق نسبياً إذا ما قورنت بالمواد الحافظة التقليدية يسهل تداركها، والرد عليها بأن تلك المركبات يمكن أن تستخدم للتحكم الهادف (Target control) وأيضاً بتميزها بعدم ترك متبقيات ضارة في بيئة الغذاء وأنها تهضم كلية مع الغذاء في جسم الإنسان.

وفيما يلي بعض الأمثلة للمضادات الميكروبية الطبيعية ذات المصدر الميكروبي:

(١) بكتيريا النشاط الحيوي (Probiotic Bacteria):

يطلق حالياً على بعض بكتيريا حامض اللاكتيك بكتيريا الحياة أو النشاط الحيوي (Probiotic Bacteria) أو (Probiotics) ويعتبر الحليب البيئة الأصلية والمناسبة لنموها، كما توجد أيضاً على الفاكهة والخضر، وتستخدم هذه البكتيريا في تخمير العجائن وفي عمل المخللات ومنتجات اللحوم المخمرة، وهي موجودة في الأمعاء كميكروفلورا طبيعية، ومعروف لدى أهل بلدان منطقة القوقاز أن اللبن المخمر والمعروف باسم الكيفير (Kefer) يطيل العمر منذ سنوات عديدة حيث يستخدمونه بكثرة.

كلمة (Probiotic) تعني (for life) أي من أجل الحياة ويشترط أن تكون البكتيريا حية؛ ولذا تضاف هذه السلالات لبعض الأغذية لتحسين صحة الإنسان، وتشمل هذه البكتيريا عدداً محدوداً فقط من بكتيريا حمض اللاكتيك، حيث يشترط أن يكون لها تأثير محدد وأن يكون لها الخواص التالية:

أولاً: خواص أساسية:

١. مصدرها يجب أن يكون جسم الإنسان.
٢. يجب أن تقاوم الحموضة وعصارة القناة الهضمية.
٣. قدرتها على الالتصاق على جدار القناة الهضمية.
٤. قدرتها على طرد غيرها حتى المنافس من نفس النوع.
٥. قدرتها على تحمل عصارة الصفراء.



ثانياً: خواص تكنولوجية:

١. القدرة على المقاومة والتعايش أثناء عمليات التصنيع الغذائي.
٢. القدرة على النمو تحت الظروف الهوائية أو في التهوية المحدودة.
٣. القدرة على النمو السريع.
٤. إمكانية تمييزها بسهولة في المنتجات الغذائية.
٥. قدرتها على إنتاج طعم مقبول في المنتج.
٦. القدرة على استعادة نشاطها بسرعة.
٧. أن تبقى نشيطة أثناء تخزين الغذاء.
٨. أن تبقى نشيطة في الوسط الحامضي وأيضاً في وجود إنزيمات الببسين.

ثالثاً: خواص تحسين صحة الإنسان:

أن يكون لها القدرة على:

١. إنتاج بعض الفيتامينات كالثيامين وحامض النيكوتينك والبيريدوكسين والبيوتين وفيتامين (B₁₂).
٢. تثبيط البكتيريا المرضية مثل (سالمونيلا، الإيشيريشيا كولاي المرضية أو المنزفة أو المخترقة أو المسممة للأمعاء وكلوسترديم بتيولينم أو برفرنجنس).
٣. تنشيط مناعة الجسم من خلال أقلمته على المقاومة.
٤. ادمصاصها للأفلاتوكسينات.
٥. إزالة الجزئيات السرطانية وخفض الطفرات.
٦. زيادة امتصاص الحديد.
٧. هضم جزء من اللاكتوز.

رابعاً: خواص علاجية وطبية:

العمل على منع كثير من الأمراض كالسرطان وأمراض القلب الحادة وهشاشة العظام وحساسية الطعام، هذا بجانب مرض التهابات المعدة وحساسية غشاء المعدة.

خامساً: خواص ميكانيكية:

١. تثبيط نمو الميكروبات المرضية عن طريق إنتاج حامضي اللاكتيك والبيوتريك وكذلك بكتريوسين وغيرهم من المواد المضادة للميكروبات.
٢. قدرتها على طرد البكتيريا المرضية.
٣. إنتاج حامض البيوتريك لمعادلة المواد المسرطنة في الغذاء.
٤. المحافظة على الميكروفلورا الطبيعية الموجودة في الأمعاء أثناء العلاج بالمضادات الحيوية.
٥. إنتاج مواد سامة للبكتيريا أثناء تمثيلها للغذاء مثل فوق أكسيد الهيدروجين.

أهم سلالات بكتيريا النشاط الحيوي المستخدمة تجارياً:

١. مجموعة الـ (Bifidobacteria) وتشمل هذه المجموعة الأجناس التالية:
(*B. brevis*, *B. lactis*, *B. bifidum*, *B. thermophilum*)
٢. جنس (Lactobacillus) ويشمل الأصناف التالية:
(*L. acidophilus*, *L. fermentatum*, *L. casei*, *L. dehriickii*)
٣. أجناس أخرى مثل:
(*Enterococcus*, *Streptococcus thermophilus*)



(٢) البكتيريوسينات (Bacteriocins):

تعتبر البكتيريوسينات مضادات حيوية في صورة بروتينات بكتيرية مختلفة الوزن الجزيئي تنتجها بعض سلالات بكتيريا حامض اللاكتيك، وهى عبارة عن بروتينات نشطة تظهر تأثيراً تثبيطياً (Bacterostatic) مضاداً للميكروبات وبعضها له تأثير قاتل (Bactericidal) وخاصة للأصناف القريبة منها من نفس النوع، وكذلك ضد بعض الأنواع الموجبة لصبغة جرام من البكتيريا المرضية والمسببة للفساد الغذائي مثل (*Listeria monocytogenes*)، جرام من البكتيريا المرضية والمسببة للفساد الغذائي مثل (*Clostridium botulinum and Bacillus cereus*) وعلى ذلك فإنه يمكن استخدام البكتيريوسينات أو السلالات المنتجة لها كعوائق متخصصة (Specific hurdle) لمنع نمو هذه الميكروبات في الأغذية .

ومنذ التعرف على النشاط المثبط ميكروبياً للسلالة البكتيرية (*Lactococcus lactis subsp Lactis*)، والتي عرف العامل المثبط المنتج منها فيما بعد باسم النيسين، فقد حظيت بكتيريا حمض اللاكتيك باهتمام متزايد كبكتيريا منتجة للبكتيريوسينات .

وأصبح يستخدم في حفظ الأغذية كثير من هذه البكتيريوسينات حيث إنها تفضل كثيراً عن طرق الحفظ الأخرى وتعرف طريقة الحفظ بهذه المضادات الحيوية بطريقة الحفظ غير الحرارية أو الحفظ بالمواد الحافظة الحيوية، ويعتبر هذا الحفظ الحيوي آمناً صحياً، حيث أن استخدام بكتيريا حامض اللاكتيك يكون دائماً آمناً لأنها غير ممرضة أو لا تكون أي مواد ضارة كما أن لهذه البكتيريا تأثير علاجي ولهذا أطلق على بعض أنواعها أسم (Probiotics). هذا بالإضافة إلى أن البكتيريوسينات مكونة من البروتينات التي يهضمها الإنسان، كما أنها تنتج مواد أخرى غير بروتينية كالأحماض العضوية وفوق أكسيد الهيدروجين والتي لها قوة تثبيط عالية على الميكروبات الضارة، وقد قام العلماء بإجراء هندسة وراثية لها لزيادة تأثيرها الفعال والمثبط حيث أمكنهم إنتاج سلالات ذات تأثير مثبط عالياً والتي يطلق عليها (Multi bacteriocino - genetic strains).

والطبيعي أن البكتيريوسينات التي تنتجها بكتيريا حامض اللاكتيك تكون أيوناتها موجبة الشحنة وجزئياتها غير محبة للماء أو محبة لكلا النوعين تتركب من بقايا (٢٠-٦٠) حمض أميني .

أهم منتجات النشاط الحيوي بصورة تجارية:

يحضر من هذه البكتيريا عدة منتجات تجارية يتم تناولها تحت المسميات التجارية التالية:

1. All-flora live cell

يقوي هذا المنتج وظائف المقاومة والصحة العامة

2. Spectra Probiotics

يمتاز هذا المنتج التجاري بقدرته على إزالة السمية من الأمعاء .

3. Acidophilus

له القدرة على خلق الظروف المناسبة لنمو الميكروفلورا المفيدة .

4. Bifidus

له القدرة على خفض درجة الحموضة (pH) بالأمعاء .

وتحتاج عادة هذه البكتيريا إلى بعض المركبات غير القابلة للهضم والتي لا تتحلل أو تمتص في الجزء العلوي من القناة الهضمية حتى تصل إلى القولون حيث تستطيع هذه البكتيريا (Probiotics) أن تخمرها، وعندئذ تستطيع الميكروفلورا المفيدة أن تنمو وتنشط وتصبح سائدة لكي يمكنها تثبيط البكتيريا الضارة، حيث تعرف هذه المواد باسم (Prebiotics) وهي تشتمل على (Disaccharides) مثل اللاكتيلوز و (Oligosaccharides) مثل الرافينوز والنشا بالإضافة إلى الألياف الغذائية كالأنبولين .

وعادة ما تستخدم بكتيريا النشاط الحيوي في الأغراض التطبيقية التالية: استخدامها في منتجات الألبان المتخمرة، بعض أنواع الآيس كريم، استخدامها في إطالة فترة حفظ الجمبري بعد نزع قشوره حيث يضاف إليه بكتيريا (*Bifidobacteria*) مع أملاح الأحماض العضوية، وفي منتجات اللحوم المتخمرة .

terminal Consensus seq- uense – Try – Gly – Asn – Gly – Val
 (- Xaa – Cys) وتجذب هذه المجموعة الكثير من الانتباه لأن لها نشاطاً مضاداً
 لميكروب الليستيريا، بعض أمثلتها (Pediocin PA-1 / AcH) وساكاسين
 (A ، P) وليوكوسين (A- UAL 187) وانتيروسين (A) وديفرسين (V41)
 ولاكتوكوكسين .

٢. Class IIb: وتحتوي على بكتيريوسينات تحتاج إلى اثنين من ببتيدات مختلفة
 لنشاطها ومن أمثلتها لاكتوكوسين (G و M) ولاكتاسين (F) وبلانتاريسين (A) و
 S و EF و JK).

٣. Class IIc: وتحتوي على باقي ببتيدات النوع الثاني (Class II) متضمنة
 (Sec- dependent Secreted Bacteriocins) ومن أمثلة هذه المجموعة
 أسيدوسين (B) كارنو بكتيريوسين (A) وديفرجيسين (A) وانتيروسين
 (P,B).

ثالثاً: النوع الثالث (Class III): هذا النوع من البكتيريوسينات عبارة عن بروتينات
 لا تتحمل الحرارة وكبيرة أي أكبر من (٣٠ كيلو دالتون) ومن أمثلته (Helveticins J
 and V-1829).

والجدير بالذكر أنه يوجد نوع رابع ويتكون من بكتيريوسينات معقدة تحتاج لنشاطها
 أجزاء من الدهون والكربوهيدرات ومع ذلك فإن البكتيريوسينات في هذه المجموعة لم
 تحدد خصائصها بالضبط على مستوى الكيمياء الحيوية، حيث إن تعريف هذه المجموعة ما
 زال يحتاج إلى معلومات إضافية .

وعلى الرغم من وجود عدد كبير من البكتيريوسينات قد تم تعريفها ودراسة خصائصها
 والتأكد من فعاليتها كمواد حافظة إلا أن استخدامها في تطبيقات عملية مازال محدوداً
 ويقتصر الاستخدام على نوعين من البكتيريوسينات هي (Nisin ، Pediocin) .

وعامةً تقسم البكتيريوسينات المنتجة من بكتيريا موجهة لصبغة جرام إلى ثلاثة أنواع
 هي:

أولاً: النوع الأول (Class I): يحتوي على البكتيريا المسماة باللانتيوتك (From
 Lanthionine – Cantaining antibiotic) ، وتكون ببتيلات صغيرة (أقل من ٥
 كيلو دالتون) محتوية على أحماض أمينية نادرة لانثيونين (Lan) ، ألفاميثيل لانثيونين
 (Melan) ، دي هيدروالينين ودي هيدروبيوتيرين .

ويقسم هذا النوع على أساس التركيب الكيميائي وأنشطته المضادة للميكروبات إلى
 (Type A and B) .

حيث إن نوع (A) لانتيوتك يكون عبارة عن ببتيدات ممتدة بغطاء موجب الشحنة
 حيث ينجز أنشطته من خلال تكوين فتحات في أغشية البكتيريا ومن أمثلة هذا النوع
 نيسين (Nisin) ولاكتوسين إس (Lactocin S) الذي تنتجه بكتيريا (*Lactobacillus*
Sake) وايبيدرمين وتنتجه (*Staphylococcus epidermidis and streptococcus*
mutans) وجاليدرمين وتنتجه (*Staph. Epidermidis*) ولاكتيسين ٤٨١ وتنتجه
 (*L. lactis*)، بينما النوع (B) عبارة عن ببتيدات أصغر وكروية والتي تكون سالبة
 لا تغطي بشحنة وتكون أنشطتها ضد الميكروبات مرتبطة بتثبيت أنزيمات معينة، ومن
 أمثلة النوع (B) ميرساسيدين وتنتجه (*Bacillus subspecies*) ، وسيناميسين
 وتنتجه (*Streptomyces Cinnamoneus*) وأنكوفينين وديوراميسين وتنتجهم
 (*streptomyces and streptovercillum species*) وأكتاجاردين وتنتجه
 (*Actinoplanes liguriae*).

ثانياً: النوع الثاني (Class II): تعتبر أكبر مجموعة حيث تحتوي على ببتيدات غير
 معدلة صغيرة (أقل من ١٠ كيلو دالتون) تتحمل الحرارة ولا تحتوي على لانثيونين ويمكن
 تقسيمها إلى ثلاث مجموعات وهي كما يلي :

١. Class IIa: وتشتمل على ببتيدات شبيهة ببيديوسين حيث تمتلك (-N



وحدة نشاط البكتيريوسين:

تعرف باسم وحدة البكتيريوسين حيث إنها عبارة عن مقلوب التخفيف الذي يظهر (٥٠٪) تثبيطاً للنمو في البيئة السائلة للميكروب مقارنة مع عينة الكنترول التي لا تحتوي على البكتيريوسين بطريقة العكارة. أو كمقلوب التخفيف الذي ينتج عنه منطقة راتقة خالية من النمو بطريقة الانتشار على أطباق الأجار المصبوبة وذلك تحت نفس الظروف.

ميكانيكية تأثير البكتيريوسينات كمضادات ميكروبية:

وجد أن الفعل التثبيطي للبكتيريوسينات يتم من خلال ادمصاص البكتيريوسينات على مستقبلات معينة على الجدار الخلوي للبكتيريا وخاصة الموجبة لصبغة جرام مما ينتج عنه موت الخلية أو تثبيطها، وبذلك يعتبر الغشاء السيتوبلازمي هو المستهدف لفعل البكتيريوسينات التي تسبب تغيراً في طبيعة نفاذية الغشاء السيتوبلازمي تسبب خللاً في خاصية الانتقال للمغذيات عبر الغشاء بعمل ثقب في الجدار الخلوي، وإتلاف القوة الدافعة للبروتونات، وتثبيط عمليات إنتاج الطاقة والتخليق الحيوي للمركبات الخلوية مثل البروتينات والأحماض النووية.

ويمكن أن يساعد في زيادة كفاءة البكتيريوسينات مع البكتريا السالبة لصبغة جرام من خلال إضافة عوامل مساعدة مخيلية مع البكتيريوسينات مثل (Ethylendiamine "EDTA") التي تساعد في إحداث تأثير مشابه كما في حالة التأثير على البكتيريا الموجبة لصبغة جرام.

وفيما يلي تناول بعض الأمثلة لأهم هذه البكتيريوسينات :

أولاً: نيسين «Nisin»

تعتبر من أوائل الدراسات الخاصة بإنتاج المواد المثبطة للنمو والتي تنتمي إلى النواتج النهائية للتمثيل الحيوي لبكتيريا حامض اللاكتيك (LAB) والتي وجد من خلالها أن بعض سلالات (*Streptococcus lactis*) والتي تعرف حالياً بـ (*Lactococcus lactis*)

ويرجع عدم الاستغلال العملي لباقي البكتيريوسينات إلى بعض العوامل مثل :

- معظم هذه البكتيريوسينات لها مجال تأثير تثبيطي ضيق.
- بعضها ينتج بكميات قليلة جداً.
- درجة ثباتها في الأنظمة الغذائية منخفضة.
- الجدل حول مشروعية استخدامها من قبل الجهات الرقابية.

ويفضل استخدام هذه البكتيريوسينات عن استخدام المضادات الحيوية في حفظ الأغذية حيث إن الأخيرة تفقد عادة تدريجياً قدرتها على التأثير على الميكروبات الضارة كما أن هذه البكتيريوسينات والتي تقدم في صورة دقيق بروتيني (protein flour) أصبحت مفضلة في علاج بعض الأمراض عن استخدام المضادات الحيوية المعروفة.

هذا بالإضافة إلى أن هذه البكتيريوسينات قد تستخدم لتكملة طرق الحفظ الأخرى كما في حالة نيسين (Nisin) الذي يضاف إلى الجبن المطبوخ لتثبيط نمو الجراثيم التي لم يتم التخلص منها أثناء عملية بسترة الحليب، كما قد يضاف نيسين إلى الأغذية المعلبة لنفس السبب، وقد تضاف البكتيريوسينات إلى عجينة إنتاج الأغشية الصالحة للأكل (Edible films) المستخدمة في تغليف بعض أنواع الجبن حيث تصنع هذه الأغلفة بمادة من دقيق فول الصويا أو جلوتين القمح.

إلا أن استخدام سلالات البكتيريا المنتجة للبكتيريوسينات كمزارع وقائية قد يفضل على استخدام البكتيريوسينات للأسباب التالية:

١. خواصها العلاجية .
٢. تأثيرها الحافظ.
٣. قدرتها على المنافسة للميكروبات غير المرغوب فيها.
٤. خفض تكلفة عزل وتصنيف البكتيريوسين حيث يتم عزله بواسطة عملية (dialysis).



ونيسين ثابت جداً كبودرة لو خزن في درجة حرارة لا تزيد عن (٢٥°م) بعيداً عن ضوء الشمس المباشر في عبوة محكمة الغلق لا تسمح بدخول الرطوبة. كما أن كلاً من ذوبان وثبات نيسين في المحلول تتأثر بدرجة الحموضة، حيث إن درجة الحرارة المثلى للثبات تحدث عند درجة حموضة (٣ إلى ٣,٥).

والجدير بالذكر أنه في الأغذية منخفضة الحموضة عند (٦,١ إلى ٦,٩ pH) التسخين لمدة ثلاث دقائق عند درجة حرارة (١٢١م) يكسر (٢٥٪ إلى ٥٠٪) من نيسين المضاف، بدرجة مماثلة للتكسير تم تسجيله للأغذية عالية الحموضة عند درجة حموضة (٣,٣ إلى ٤,٥).

وتزيد درجة ذوبان نيسين في المحاليل كلما انخفضت درجة الحموضة فعند درجة حموضة (٢,٢) يذوب تقريباً (٥٦ ملجم / مل) حيث تقل إلى (١,٥ ملجم / مل) عند درجة حموضة (٦) وإلى (٠,٢٥ ملجم / مل) عند درجة حموضة (٨,٥). كما أن ذوبانه في الأغذية ليس بمشكلة أبداً لأن مستوى نيسين دائماً منخفض جداً، حيث إن مستويات استخدامه في الأغذية نادراً ما تزيد على «٠,٢٥ ملجم / مل» (أي ما يكافئ ١٠٠٠ ملجم / كيلو جرام نيسابين).

وللنيسين حساسية خاصة ضد الإنزيمات المحللة للبروتين مثل التربيسين، البنكرياتين إنزيمات اللعاب وإفرازات الجهاز الهضمي ولكن ليس للمنفعة التي تستخدم في صناعة الجبن.

يفقد نيسين نشاطه بدرجة أقل في الأغذية التي تحتوي على مكونات غليظة القوام مقارنةً بالأغذية السائلة، ويرجع ذلك لأن مكونات الأغذية الغليظة أو المعقدة تقوم بحمايته نيسين أثناء المعاملة الحرارية.

والنيسين ليس له طعم ذو أهمية ولا يضيفي على الأغذية المستخدم فيها أي طعم سلبي ففي محاولات مثلث الطعم التي أجراها أحد الباحثين لم يكتشف المتطوعون «٢٠٠ ملجم / لتر نيسابين» في المياه المعدنية (يكافئ ٥ ميكرو جرام نيسين نقي / جرام).

تكون أثناء نموها بعض منتجات التمثيل الحيوي كمواد مثبطة نشطة ضد بكتريا (*Lactobacillus bulgaricus*) وقد عرفت هذه المواد بعد ذلك بأنها عبارة عن بولى بيتيدات هي نيسين. ولقد اقترح أيضاً في ذلك الوقت استخدام مثل هذه البولى بيتيدات الثابتة ضد تأثير إنزيم الببسين في صناعة الجبن. وبعد ذلك بدأ الإنتاج الصناعي للنيسين في الخمسينات ومنذ ذلك الوقت استخدم هذا المركب، وإن كان على نطاق ضيق في البداية في حفظ الجبن المطبوخ.

وحيث إن نيسين يتميز بما يلي :

١. نشاطه كمضاد للميكروبات واسع المجال.

٢. تاريخه الطويل واستخدامه كمادة حافظة للأغذية بنجاح.

٣. آمن بدرجة ممتازة.

٤. أطلق عليه لقب مضاف غذائي طبيعي.

لذا فقد أنتجت الصورة التجارية من نيسين لأول مرة في صورة مستحضر تجارى يسمى نيسابلين ([®]Nisaplin) وهو نيسين (A) حيث يتكون من بروتينات مدنترة ولاكتوز وكلوريد صوديوم مع نيسين نقي نسبته (٢,٥٪).

وقد تمت الموافقة على استخدام نيسين في الأغذية عام (١٩٦٩م) من قبل اتحاد لجنة منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية على مضافات الأغذية (FAO / WHO).

تركيب وخصائص نيسين :

بكتيريوسين «نيسين» عبارة عن بولى بيتيد ينتمى إلى مجموعة البكتيريوسينات المعروفة باسم (Lantibiotics) حيث يتكون من (٣٤) حامض أميني له خواص أمفوتيرية بسبب وجود مجموعتي كربوكسيل وأمين على الطرفين، وبه خمس روابط ثيوإستيرية تُكون حلقات داخل المركب وهو ثابت حرارياً حيث يتحمل درجات حرارة التعقيم، والوزن الجزيئى له حوالي (٣٥١٠ دالتون)، وهناك نوعان من نيسين هما (Z,A)



على نوع البكتيريا المستهدف ومدة المعالجة الحرارية. وهناك دلائل على أن التأثير المساعد للنيسين يبدأ بعد انتهاء المعاملة الحرارية حيث لا يثبط من إنبات أو نشاط الجراثيم التي تحملت المعاملة الحرارية والتي قد تبدأ في الإنبات عند التخزين ولكن يمنع الإنتفاخ بعد الإنبات وبالتالي النمو الخارجي للجراثيم. وهذا يعني أن نيسين لا يهاجم الجراثيم مباشرةً كما أن فاعليته لا تبدأ خلال المعاملة الحرارية ولكن بعدها.

والجدير بالذكر أنه يوجد مركبات متفق على أنها تتعاون مع نيسين وهي الزيوت العطرية (كارفاكروول، ثيمول و كارفون) والأحماض العضوية وبكتيريوسينات ومستخلص الثوم وليسوزيم و - Nonionic - Lactoperoxidase - Chelating agents - Amphoteric Surfactants and emulsifiers such as monoglycerides (Particularly Monolaurin) and Sucrose Fatty acid esters).

تطبيقات نيسين في الأغذية :

يستخدم نيسين سواء في الصورة النقية أو التجارية في مدى واسع من الأغذية الصلبة والسائلة وخاصة الأغذية التي يتم تخزينها على درجة حرارة الغرفة أو بالتبريد ، حيث يستخدم في العديد من منتجات الألبان والأغذية المعلبة ومنتجات اللحوم . ويعتمد مستوى الإضافة على (نوع الغذاء ، نوع المعاملة الحرارية ، مستوى الـ pH ، ظروف تخزين المنتج، طبيعة الحمل الميكروبي الموجود ، فترة الصلاحية المستهدفة).

الفعال الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي :

يعتبر مجال تأثير نيسين محدود فهي تؤثر فقط على البكتيريا الموجبة لصبغة جرام مثل عديد من البكتيريا السلبية والعصويات والكولستريديا وبعض الأحياء الدقيقة غير الهوائية المتجترمة، ولا يثبط نيسين الخمائر أو الفطريات. ويمكن أن يزيد من كفاءة نيسين ضد البكتيريا السالبة لصبغة جرام من خلال إضافة عوامل مساعدة مخيلية مع البكتيريوسينات مثل «EDTA» (Ethylen diamine tetra acetic acid) التي تساعد في إحداث تأثير مشابه كما في حالة التأثير على البكتيريا الموجبة لصبغة جرام.

وعرفت وحدة قياس نشاط نيسين أولاً كوحدة ريدنج (Reading unit) وهي أدنى كمية للنيسين يتم الاحتياج لها لتثبيط نمو خلية واحدة من «إستريتوكوكس أجلاكتي» في مل واحد بيئة سائلة (شربة). كما أن التحضير المرجعي للنيسين دولياً أنشئ مؤخراً بواسطة لجنة منظمة الصحة العالمية في التقييس البيولوجي حيث عرف نشاط نيسين في الوحدات الدولية، يكافئ 1 ميكرو جرام لهذا التحضير. والتعريف الحالي «وحدة دولية» لها نفس القيمة كوحدة ريدنج (International (Reading) Units (IU / ML.IU / g)

ميكانيزم التأثير كمضاد ميكروبي :

تتركز فاعلية نيسين ضد أغشية السيتوبلازم حيث يهاجم النيسين بقوة الفوسفوليبيدات الموجودة في الغشاء السيتوبلازمي حيث ترتبط الشحنات الكاتيونية الموجبة في جزيء نيسين بروابط إلكتروستاتيكية مع أنيونات الفوسفوليبيدات في الأغشية السيتوبلازمية وتكوّن ثقوباً وضرراً في نفاذية الأغشية ثم تتحطم هذه الأغشية. ولذلك يعتبر الهدف الذي يصيبه نيسين هو الغشاء السيتوبلازمي الموصل للطاقة في الخلايا الحساسة، وبالتالي لا تستطيع الحصول على الطاقة اللازمة لتكوين الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والأحماض الأمينية وبالتالي تموت بسرعة .

كما تم التأكد من تأثيره بعد خروج الخلية من الحالة الجرثومية أو المتحوصلة بعد المعاملات الحرارية؛ ولذا فإن نيسين يعتبر أكثر فاعلية ضد الجراثيم عنه ضد الخلايا الخضرية ، ولو أن نيسين لا يعتبر قاتلاً للجراثيم بالرغم من أن تأثيرات قاتلة للجراثيم قد سجلت معتمدة



١ - التطبيقات في منتجات الألبان

أولاً : الأجبان المطبوخة المبسترة

أول استخدام للنيسين كمادة حافظة للأغذية عندما صُنعت جبن من النوع السويسري بمزرعة بادئة منتجة للنيسين والتي منعت بفاعلية الانتفاخ الذي يسببه ميكروباً «كلوستريديم بيوتريكوم وكلوستريديم تيروبيوتريكوم» وبالتالي استخدم بتقنية مشابهة لحفظ الأجبان المطبوخة. وقد حفزت النتائج الواعدة لتصنيع نيسين وبالتالي تطوير تحضيره بدرجة مادة حافظة غذائية حيث اعتمد من قبل هيئة الدواء والغذاء الأمريكية عام (١٩٨٨ م) لاستخدامه في الأجبان المطبوخة المبسترة القابلة للدهن .

وحيث إن البيئة اللاهوائية والرطوبة العالية التي تراوح بين (٤٤٪) في قوالب الأجبان إلى (٦٠-٦٥٪) في الأجبان القابلة للدهن والصوص أو السائلة التي يغمس فيها ودرجة الحموضة التي تراوح ما بين (٤,٥ إلى ٦,٥) الموجودة دائماً في الجبنة المطبوخة، كل هذه العوامل تجعل الوسط ملائماً لنمو أنواع «كلوستريديا» خاصةً «كلوستريديم بيوتريكوم وكلوستريديم تيروبيوتريكوم وكلوستريديم سبوروجينس».

وأيضاً يمكن أن تسبب أنواع باسيلس التي تنمو في ظروف لاهوائية اختيارية مشاكل. فقد لوحظ أن الفساد يستدل عليه من الانتفاخ والروائح الكريهة والسيولة التي تحدث للمنتجات.

والجدير بالذكر أن مدى تواجد ميكروب «كلوستريديم بيتوليم» يكون نادراً ولكنه ممكن خاصةً عند استخدام درجات حرارة غير مناسبة؛ حيث وجد أنه يتم الاحتياج إلى إضافة مستويات عالية من نيسين عندما تكون الرطوبة مرتفعة وانخفاض كلوريد الصوديوم والفوسفات.

كما أن الحمل الحيوي للجراثيم الملوثة ومدة ودرجة الحرارة بجانب فترة الصلاحية أيضاً يجب وضعها في الاعتبار عند حساب المستويات التي يتم إضافتها .

وأظهر نيسين عند إضافته بتركيزات من (٥,٢ إلى ٢٤,٦ ميكروجرام) لكل جرام

ويوضح الجدول التالي تطبيقات نيسين أو نيسابلين بالتركيزات الموصى بها مع بعض الأغذية :

الميكروب المستهدف	نيسابلين (mg/kg ، mg/l)	نيسين (vg/g)	الغذاء
Bacillus and Clostridium	٦٠٠ - ١٠٠	١٥ - ٢,٥	جبين مطبوخ
Bacillus (<i>B. sporothermodurans</i>)	٥٠ - ١٠	٠,٢٥ - ١,٢٥	الحليب ومنتجاته
Bacillus and Clostridium	٢٠٠ - ٧٥	٥ - ١,٨٨	حلويات الألبان المبسترة والمبردة
Bacillus (<i>B. cereus</i>)	٢٠٠ - ٥	٥ - ١,٢٥	بيض سائل
Bacillus	٢٥٠ - ١٠٠	٦,٢٥ - ٢,٥	الحساء المبسترة
Alicyclobacillus acidoterrestris	٦٠ - ٣٠	١,٥ - ٠,٧٥	عصائر الفاكهة (المبسترة والمخزنة في درجة حرارة الغرفة)
<i>B. stearothermophilus</i> <i>Cl. thermosaccharolyticum</i> <i>Cl. botulinum</i>	٢٠٠ - ١٠٠	٥ - ٢,٥	الأغذية المعلبة
Lactic acid bacteria. Bacillus and Clostridium	٢٠٠ - ٥٠	٥ - ١,٢٥	مرق التوابل الذي يضاف إلى الطعام (Dressing) (sauces and
Lactic acid bacteria <i>Br. thermosphacta</i> <i>L. monocytogenes</i>	٤٠٠ - ٢٠٠	١٠ - ٥	منتجات اللحوم مثل السجق والفرانكفورتر
<i>B. cereus</i>	٢٥٠ - ١٥٠	٣,٧٥ - ٦,٢٥	الكعك (Crumpets)
<i>L. monocytogenes</i>	٢٠٠ - ١٠٠	٥ - ٢,٥	جبين ريكوتا



ثالثاً: الحليب المبستر ومنتجات الألبان الأخرى

الاهتمام باستخدام نيسين في هذه المنتجات يأتي من الأقطار ذات الأجواء الدافئة والتي من الممكن أن تؤدي إلى عدم كفاءة أجهزة التبريد أو وسائل النقل المبردة .

وقد ثبت أن الحليب المبستر بإحدى الطريقتين (٧٢° م لمدة ١٥ ثانية أو ١١٥° م لمدة ثابنتين) زادت فترة الصلاحية زيادة كبيرة عند درجة حرارة (١٠° م) ويرجع ذلك لإضافة (١ ميكروجرام نيسين لكل مل) .

والجراثيم (Spores) المحبة للحرارة والمقاومة لها يحتمل أن تبقى في الحليب المعقم تجارياً، هذه الجراثيم حساسة للنيسين حيث أظهرت أحد الأبحاث زيادة فترة صلاحية الحليب البقري المعقم إلى ٦٠ يوماً بالمقارنة إلى ٣-٧ أيام بدون استخدام نيسين .

كما أن الحليب ذو نكهة مثل الحليب بالشيكولاته يحتوي على أعداد هائلة من الجراثيم والتي تأتي من المنكهات، في محاولة على مستوى كبير ثبت أن إضافة نيسين بتركز (١ ميكروجرام لكل مل) منع فساد الحليب بالشيكولاته لمدة ثلاثة أسابيع عند درجة حرارة (٥٥° م) وستة أشهر في درجة حرارة الغرفة .

كما يمكن استخدام نيسين في حفظ حلويات الألبان المبسترة التي لا تعقم؛ لأنه يتلف بالحرارة . وقد تم مد فترة صلاحية البودنج كريم كراميل من أقل من ستة أيام إلى أكثر من خمسة وثلاثين يوماً عند درجة حرارة (١٢° م) بإضافة نيسين (١,٢٥ إلى ٣,٧٥ ميكروجرام لكل جرام) . وأيضاً استخدام نيسين في مد فترة صلاحية كفير (حلولى تصنع في الهند حيث يتم الحصول عليها من الحليب والسكر والأرز) من ٢-٣ أيام عند درجة حرارة (٣٧° م) بتركيز (٥ ميكروجرام لكل جرام) إلى ٨-١٠ أيام .

كما أظهر نيسين عند إضافته بتركيز (١٤ مليجراماً لكل جرام) اختزال عدد ميكروب «لستيريا مونوسيتوجنس» في الآيس الكريم أثناء التصنيع وتخزينه بالتجميد (-١٨° م) لمدة ثلاثة أشهر .

تأثيرات ممتازة جداً في منع نمو أنواع كلوستريديا التي تم تطعيم الأجبان المطبوخة والقبالة للدهن بها وتحضيرها عند درجة حرارة (٣٧° م) وأيضاً إضافة نيسين بتركيزات (٤ إلى ١,٥ ميكروجرام لكل جرام) أدى إلى تقليل ميكروفلورا الفساد في الأجبان المطبوخة المصنعة بدمج بدائل مماثلة للدهون أكثر من أربعة أشهر تخزين في درجة حرارة (٥° م) .

وفي تصنيع الأجبان المطبوخة يضاف نيسين دائماً إلى الأجبان المسخنة في نفس الوقت كألاح الانصهار . لا يتم خلط نيسين مع الأحماض المصححة لأملاح الاستحلاب والتي تكون عند درجة حموضة أكثر من (٩) .

ثانياً: الأجبان الطبيعية

ظهرت مشكلة كبيرة باستخدام نيسين في الأجبان ألا وهي تثبيط المزارع البكتيرية البادئة المستعملة في عملية الإنضاج وإنتاج خصائص الأجبان وللتغلب على هذه المشكلة تم العمل على تدريب المزارع البادئة على النمو في وجود نيسين، ومع ذلك وبالرغم من تحقيقه فقد ثبت أنه غير عملي . ولكن التطورات الحديثة في تقنية الجينات قد وجهت لهذه التطبيقات حيث تم تحضير الأجبان بمستويات مختلفة للنيسين باستخدام أنواع منتجة للنيسين وذات مناعة له في نسب مختلفة للبوادئ التي تستخدم .

وقد أظهر نيسين تأثيراً ضد ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينس» في الجبنة الطرية المستخدم فيها الفطر على أسطحها للإنضاج . كما يضاف نيسين (٠,٦٢٥ إلى ٢,٥ ميكروجرام لكل مل) إلى الحليب الذي يعالج بحرارة خفيفة قبل إضافة المزارع البادئة المنتجة للنيسين .

ملحوظة: الأجبان الطرية البيضاء مثل ريكوتا وبانيرولويوز وفريسكو وكذلك «Fresh Hispanic-style cheeses» لا يستخدم في تصنيعها مزارع بادئة، ولذلك يمكن استخدام نيسين في صناعة هذه الأجبان بدون أية مشاكل .



كما يمكن أن يحدث فساد لهذه المنتجات نتيجة لنمو البكتيريا المكونة لجراثيم تقاوم الحموضة مثل «*CL.pasteurianum* و *B.macerans*» ويمكن التحكم في نمو هذه البكتيريا بإضافة نيسين، وسجل هذا في الأغذية عالية الحموضة مثل الطماطم المعلبة وعصير الطماطم.

ولجميع هذه التطبيقات السابقة يمكن إضافة نيسين كمحلول عن طريق دمج مع حجم صغير من المحلول الملحي المعد للتعليب ومن ثم خلطه جيداً مع كمية المحلول الإجمالية المستخدمة في عملية التعليب. كما يتحكم نيسين في منع فساد الخضروات المعلبة (الهليون «نبات من الفصيلة الزنبقية» وأنواع الفطر الصالحة للاستهلاك الآدمي «Mushrooms» والبامية والبازلاء والفلفل والبطاطس).

٣- تطبيقات نيسين في اللحوم ومنتجاتها

حيث يتغير تأثير نيسين معتمداً على طبيعة المنتج ونوع الميكروب المستهدف.

أولاً: اللحوم:

حقق نيسين تأثيراً قاتلاً عند استخدامه بتركيز ٢,٥ ميكروجرام لكل مل على ميكروب «الستيريا مونوسيتوجينس» الممرض في ماء السمط عند درجة حرارة (٥٢°م) لمدة ثلاث دقائق، ولكن تأثيره يقل كثيراً عندما تستقر البكتيريا على جلد الرومي.

وصفت إحدى الدراسات أن المعالجة المثلى باستخدام نيسين «١٠٠ ميكروجرام لكل مل» مع أحد العوامل مثل (حامض السيتريك وإيدتا «EDTA») بجانب توين ٢٠ «Tween ٢٠» ضد ميكروب «سالونيلا تايفموريوم» ومد فترة صلاحية لحوم أفخاذ الدواجن «chicken drumsticks».

وقد أدى اندماج الضغط الهيدروستاتيكي العالي «350 Mpa» و ١٠٠ ميكروجرام لكل جرام نيسين و ١٪ جلكونوديلتالاكتون إلى مد فترة صلاحية لحوم الدواجن المستخلصة ميكانيكياً أثناء فترة التخزين المبرد ٣٠ يوماً.

وعلى الرغم من المشاكل المصاحبة لاستخدام نيسين في الزبادي (تثبيط بكتيريا البادئ وبالتالي تأخير التخمر) فإن العديد من الدراسات سجلت نتائج جيدة، ويوصى باستخدام نيسين بتركيز (١٠ إلى ٢٥، ١ ميكروجرام لكل جرام). وهذا يؤدي إلى إنتاج زبادي مقبول بعد (٥، ٥ ساعات) وذو خصائص حسية وجيو كيميائية جيدة وفترة صلاحية ١٩ يوماً في درجة حرارة (١٠°م) أو ٣٣ يوماً عند درجة حرارة (٦°م).

والجدير بالذكر أنه يمكن تحقيق منع زيادة الحموضة (Overacidity) بخلط نيسين في الزبادي بالتحريك حركة ضئيلة عندما يكتمل التخمر المطلوب.

كما يستخدم نيسين في منتجات الألبان المتخمرة الأخرى مثل (نونو «Nono» مشروب يتم إنتاجه في نيجيريا) حيث تم مد فترة صلاحيته عند حفظه في درجات حرارة (٢٥°م و ٨°م) وإضافة نيسابلين بعد التخمر.

٢- الأغذية المعلبة

يتم معاملة الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة «درجة الحموضة أكثر من ٤ و ٥» بأدنى حد للمعالجة الحرارية للتأكد من القضاء على ميكروب «كلوستريديم بتيولينم» حتى عند المعالجة بحرارة مرتفعة فإن الجراثيم المقاومة للحرارة للبكتيريا المحبة للحرارة (باسيلس استيروثرموفيلس أو كلوستريديم ثرموسكاروليتيكوم) يمكنها البقاء، في هذه الحالة يمكن استخدام نيسين للتحكم في هذا الفساد الذي تسببه هذه الميكروبات والذي يحدث خاصةً عندما تخزن المعلبات في درجة حرارة عالية للغرفة لفترات طويلة.

كما يمكن أيضاً استخدام نيسين لتقليل المعالجة الحرارية لاختزال الطاقة المستهلكة وتحسين القيمة الغذائية وتركيب ومظهر الأغذية.

ولا يستطيع ميكروب «كلوستريديم بتيولينم» النمو في الأغذية عالية الحموضة «درجة حموضة أقل من ٤,٥» ولذلك يمكن تجهيزها عند مستويات أقل من أدنى معالجة حرارية «Fo=3» أي أقل من ٣.



٤ - الأسماك والمحاريات

أصبح تواجد ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» الممرض في منتجات الأسماك الطازجة أو المحفوظة مشكلة حقيقية وفي ازدياد واضح وحيث إن هذه المنتجات غالباً لا تعامل حرارياً قبل التناول وبعضها يتم نقله في درجات حرارة الغرفة.

فقد أظهر اندماج جومن ثاني أكسيد الكربون مع نيسين زيادة في التأثير المضاد لميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» الممرض في سمك السلمون المدخن المبرد.

وتعاونت لاكتات الصوديوم (٦٠٪) مع نيسين (١٠٠ إلى ١٥٠ ميكروجرام لكل جرام) في تثبيط ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» عندما تم حقنهم في سمك «rainbow trout» قبل التدخين على البارد. أيضاً يشكل ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» مشكلة في المحاريات. والجدير بالذكر أنه دائماً يتم تجهيز الكرنند «جراد البحر» المجمد المعبأ بالحرارة ولكن لا تزيد المعالجة عن ٦٠°م لمدة ٥ دقائق وإلا يحدث انكماش للمنتج وهذا يختزل عدد ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» عدد (٢) لوغاريتم فقط ما لم يُضف نيسين إلى المحلول الملحي بتركيز «٢٥ ميكروجرام لكل مل» وهذا يحقق اختزالاً من ٥ إلى ٦ لوغاريتم.

٥ - عصائر الفاكهة

البكتيريا موجبة لصبغة جرام والمكونة للجراثيم الداخلية والمقاومة للحموضة «flat sour spoilage» تسبب فساد «*Alicyclobacillus acidoterrestris*» للمنتجات منخفضة الحموضة مثل عصائر الفاكهة. فقد وجد أن كلاً من الخلايا الخضرية والجراثيم لهذه البكتيريا المقاومة للحرارة حساسة جداً للنيسين ووجود نيسين أثناء البسترة يقلل قيمة دي (D - Value) ٤٠٪ تقريباً.

كما يوجد العديد من التطبيقات للنيسين على الكثير من المنتجات مثل الكعك والبيض السائل المبستر ومنتجات الصويا والخضروات ومنتجات البطاطس المطهوه والبيتزا الطازجة وغيرها من المنتجات.

كما أظهر نيسين «١٠ و ٢٠ ميكروجرام لكل جرام» تأثيراً تثبيطياً هاماً عند اندماجه مع ٢٠٪ كلوريد الصوديوم على نمو ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» الذي تم استنزاعه على اللحوم الجاموسي المفروم الخام مقارنةً بالعينات التي لم يتم إضافة نيسين لها. وأيضاً بين نيسين «١٠ ميكروجرام لكل جرام» باندماجه مع ١٠٠٠ جزء في المليون حامض السوربيك و ٢,٥٪ عديد الفوسفات تأثيراً فعالاً في تأخير الفساد.

ثانياً: منتجات اللحوم المطهوه.

استهدفت الدراسات الأولية لاستخدام نيسين في منتجات اللحوم المطهوه لاختزال مستويات النيتريت في هذه الأغذية، حيث يجب إضافة النيتريت لنمو اللون الأحمر الوردي ومنع نمو «كلوستريديم بتيولينم و كلوستريديم برفرنجنس» ولكن كانت النتائج عامة متضاربة ولا يعول عليه في مد فترة الصلاحية. وقد اقترح أن يكون ذلك نتيجة ترابط جزيئات اللحوم مع نيسين والتوزيع غير المتجانس إلى جانب رداءة ذوبانه، أو يرجع عدم فاعلية نيسين في اللحوم الخام إلى تفاعلات إنزيمية بجلوتاثيون، وعند توزيع نيسين في الأغذية توزيعاً متجانساً أظهر نتائج طيبة في منتجات الباتية والسجق المطهوه والمملحة والمبردة.

ولقد ثبت تأثير للنيسين على أنواع لاكتوباسيلس بما فيها «لاكتوباسيلس فيريديسنس» حيث تم التحكم في الفساد الذي تسببه هذه البكتيريا عند إضافة نيسين بتركيز ٥ ميكروجرام لكل جرام من سجق الفرانكفورت.

كما تم تثبيط جراثيم «*B.licheniformis*» بإضافة ١٢,٥ ميكروجراماً نيسين لكل جرام لحم مرتدلاً مطهوه لمدة ١٠ أيام عند تخزينها في درجة حرارة (٢٠°م). وأيضاً تم منع نمو ميكروب «لستيريا مونوسيتوجينيس» الممرض في باتية الكبد باندماج نيسين مع سترات وليسوزيم.

وإضافة نيسين بتركيز ١ ميكروجرام لكل مل من صلصة مرق لحم البقر «beef gravy» أظهر تأثيراً تثبيطياً على نمو «سيكوتروفيك باسيلس سيريس»، كما أخرج إنتاج السموم المعوية المسببة للإسهال بواسطة الخلايا الخضرية أو الجراثيم.



وفيما يلي جدول رقم (١) يبين الأنظمة الدولية لإستخدام نيسين:

جدول رقم (١)

الأنظمة الدولية لاستخدام نيسين

المنطقة الجغرافية	الأغذية التي أُجيز استخدام نيسين فيها	أعلى مستوى يضاف (µg/g)
أبوظبي	الألبان طويلة العمر والمبسترة والمنكهة والأحيان المطبوخة ومنتجات الألبان الأخرى والأغذية المعلبة.	لا يوجد حدود
الجزائر	الجبن المطبوخ	٢,٥
الأرجنتين	الجبن ، الجبن المطبوخ ، requeijao وريكوتا	١٢,٥
أستراليا	الكعك غير المحلى والمحمص ويؤكل ساخناً مع كثير من الزبدة، والكعك المصنع من مخيض الحليب والبيض. الجبن، الجبن المطبوخ والجبن المطبوخ قليل الدسم والجبن القابل للدهن، أغذية الجبن المطبوخ، والجبن المولفة، الطماطم المعلبة، معجون الطماطم، الطماطم المصفاة بعد الغلي ذي درجة حموضة "أقل من ٤,٥ pH".	٢٥ لا يوجد حدود
البحرين	الألبان طويلة العمر والمبسترة والمنكهة والأحيان المطبوخة ومنتجات الألبان الأخرى والأغذية المعلبة.	لا يوجد حدود
بوليفيا	المضافات المجازة	لا يوجد حدود
البرازيل	الجبن ، الجبن المطبوخ، الجبن المبستر، requeijao وريكوتا	١٢,٥
بلغاريا	الجبن الثلج المعد لتخزين الأسماك	٥ لا يوجد حدود
تشيلي	الجبن	١٢,٥
الصين	الأغذية المعلبة والبروتين النباتي منتجات الألبان واللحوم	٥ ١٢,٥
كولومبيا	الجبن	١٢,٥

المنطقة الجغرافية	الأغذية التي أُجيز استخدام نيسين فيها	أعلى مستوى يضاف (µg/g)
كوستاريكا	منتجات الألبان	لا يوجد حدود
كرواتيا	الجبن	١٢,٥
جمهورية التشيك	الأجبان السّميد ، التبيوكة "مستحضر نشوى لصنع الحلوى" وأمثال البودنغ	١٢,٥ ٣
إكوادور	جميع الأغذية	لم يخصص
مصر	الجبن المطبوخ ومعجون الجبن المطبوخ	١٢,٥
أستونيا	الكرمية المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السّميد ، التبيوكة "مستحضر نشوى لصنع الحلوى" وأمثال البودنغ	١٠ ١٢,٥ ٣
الاتحاد الأوروبي	الكرمية المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السّميد ، التبيوكة وأمثال البودنغ	١٠ ١٢,٥ ٣
جبل طارق "Gibraltar"	الأغذية المعلبة "أقل من ٤,٥ pH" والجبن والكرمية المتخثرة	لا يوجد حدود
هونج كونج	الأغذية المعلبة ، الجبن ، الكريمة المتخثرة	لا يوجد حدود
إيسلندا	الجبن المعتق والمطبوخ السميد ، التبيوكة وأمثال البودنغ	١٢,٥ ٣
الهند	الجبن المطبوخ والجبن ماء جوز هند	١٠٠ ١٢٥
إندونيسيا	مستحضرات الجبن	١٢,٥
الأردن	الجبن المطبوخ والجبن المطبوخ القابل للدهن	١٢,٥



أعلى مستوى يضاف (µg/g)	الأغذية التي أُجيز استخدامها نيسين فيها	المنطقة الجغرافية
لا يوجد حدود	المضافات المجازة	بيرو
١٠٠	الجبن المطبوخ	الفلبين
١٢	الجبن المطبوخ	بولندا
لا يوجد حدود	الحليب ومنتجات الألبان	قطر
٢,٥	أي غذاء	رومانيا
٥ ٢,٥	الجبن المطبوخ الخضروات المعلبة	روسيا
١٢,٥ لا يوجد حدود	الجبن المطبوخ والجبن المطبوخ القابل للدهن والجبن المطبوخ بزيت الخضروات منتجات الأغذية والألبان الأخرى	المملكة العربية السعودية
١٢,٥	الجبن المطبوخ	صربيا
لا يوجد حدود	الجبن والأغذية المعلبة المعاملة من أجل ميكروب كلوستريديم بتيولينم	سينغافورا
١٢,٥	منتجات المخازن ، الخضروات المخللة المعقمة، منتجات الألبان المركزة ، الحلويات ، الجبن ، الوجبات الجاهزة والمنتجات المعلبة جزئياً ، المايونيز ومنتجاته ، الصوص ، الكريمة	جمهورية سلوفاكيا
١٠ ١٢,٥ ٣	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السميد والتبيوكة وأمثال البودنغ	سلوفانيا
١٢,٥	الأجبان ، الجبن المطبوخ أو المولفة متضمنة الجبن القابل للدهن، مستحضرات الجبن المطبوخ والجبن الطري	جنوب أفريقيا
لا يوجد حدود	المضافات المجازة	سريلانكا
١٢٥	الجبن	تاوان

أعلى مستوى يضاف (µg/g)	الأغذية التي أُجيز استخدامها نيسين فيها	المنطقة الجغرافية
١٢,٥	الجبن المطبوخ ومستحضرات الجبن المطبوخ	الكويت
١٠ ١٢,٥ ٣	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السميد والتبيوكة وأمثال البودنغ	لاتفيا
١٠ ١٢,٥ ٣	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السميد ، والتبيوكة وأمثال البودنغ	لتوانيا
١٢,٥	الجبن المطبوخ	مقدونيا
لا يوجد حدود	الجبن ، الأغذية المعلبة " المعاملة للتغلب على كلوستريديم بتيولينم "	ماليزيا
لا يوجد حدود	الجبن ، الكريمة المتخثرة ، الأغذية المعلبة	مالتا
لا يوجد حدود	الأغذية المعلبة ، الجبن ، الكريمة المتخثرة	موريشيس
لا يوجد حدود ١٢,٥	المضافات المجازة الجبن المطبوخ	المكسيك
١٢,٥	الجبن المطبوخ	Montenegro
١٠ ١٢,٥ ٣	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السميد والتبيوكة وأمثال البودنغ	المغرب
١٢,٥	الجبن المطبوخ وأغذية الجبن والجبن المطبوخ القابل للدهن	نيوزيلاندا
لا يوجد حدود	الأجبان الطازجة	بنما
لا يوجد حدود	الطماطم المصفاة بعد الغلي ، لب الطماطم المعب والمعجون الفاكهة المعلبة " جميعها بدرجة حموضة أقل من ٤,٥ " والجبن	Papu new Guinea
١٠	الجبن والجبن المطبوخ و requeijao وريكوتا	براجواي



(٢) البديوسينات "Pediocins"

البديوسينات عبارة عن بكتيريوسينات تفرزها بكتيريا حامض اللاكتيك (LAB) التابعة لجنس «Pediococcus»، حيث أظهرت مزارع (*P. pentosacens* FBB) (*61 and L 7230*) أنشطة تثبيطية متشابهة ضد عدد من البكتيريا الموجبة لصبغة جرام (الميكروبات الأكثر بروزاً هي إستافيلوكوكس أوريس وباسيلس سيريس) ولكن ليس لها أي تأثير على البكتيريا السالبة لصبغة جرام والخمائر.

ويتميز البكتيريوسين المنتج من «*P. pentosacens* FBB 61» بأن له تأثيراً قاتلاً للبكتيريا ويتحمل درجات الحرارة (١٠٠°م لمدة ٦٠ دقيقة) وحساس لإنزيم بروناز (pronase) بجانب أنه «nondialyzable».

وقد صنف البكتيريوسين المنتج من *P. pentosacens* FBB 61 and L 7230 على أنه بديوسين أيه (Pediocin A) الذي له تأثير ضد البديوكوكس الأخرى ولاكتوباسيلس بريفيس ولاكتوباسيلس بلانتارم «والبكتيريا المنتجة للنيسين» ATCC 11454 S. Lactis واستافيلوكوكس أوريس ومزارع ميكروبات الكلوستريديم متمثلة في «كلوستريديم بتيولينيوم وكلوستريديم برفرنجنس وكلوستريديم سبورروجينيس».

أولاً : بديوسين بي أيه - ١ «Pediocin PA-1».

صنف البكتيريوسين المنتج بواسطة (*P. acidilactici* PAC 1.0) على أنه بديوسين بي أيه - ١ (Pediocin PA-1) له تأثير مضاد للبديوكوكس الأخرى وبعض لاكتوباسيلي و «*leuconostoc mesetroides subspecies dextranicum*» ولكن ليس له تأثير على لاكتوكوكس. كما أن بديوسين بي أيه - ١ النقي جزئياً ليس له تأثير فعال ضد الميكروبات التالية «ميكروكوكس، استافيلوكوكس وبعض لاكتونوكس».

وحيث إن بديوسين بي أيه - ١ مركب بروتيني فإنه حساس لبعض الإنزيمات (بروتياز وباباين وببسين وألفا كيمو ترپسين) وله تأثير قاتل على البكتيريا ويتحمل الحرارة (١٠٠°م لمدة ١٠ دقائق) ووزنه الجزيئي (١٦٥٠٠ دالتون).

المنطقة الجغرافية	الأغذية التي أُجيز استخدام نيسين فيها	أعلى مستوى يضاف (µg/g)
تايلاند	الجبن المطبوخ	١٠٠
ترينداد وتوباغو	الأغذية المعلبة المعالجة لميكروب كلوستريديم بتيولينيوم ، الكريمة المتخثرة ، الجبن	لا يوجد حدود
تونس	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ	١٠ ١٢,٥
تركيا	الكريمة المتخثرة الجبن المعتق والمطبوخ السميد ، التبوكية وأمثال البودنغ	١٠ ١٢,٥ ٣
أوكرانيا	الخضروات المحفوظة (البازلا الخضراء ، الطماطم ، الكرنب الملون... إلخ)	
أورجواي	الجبن ، الجبن المطبوخ ، Requeijao وريكوتا	١٠
الولايات المتحدة الأمريكية	الجبن المبستر والمطبوخة القابلة للدهن	٢٥
	صلصة للسلطة غير القياسية والصوص	١٥
	الحساء المبستر والمبرد	٥
	منتجات البيض السائل «المقر بصحته فقط بكتابة الإجازة من قسم الزراعة بالولايات المتحدة»	١٥
فينزويلا	الجبن المطبوخ	١٢,٥
فيتنام	الجبن ومنتجات الأجبان	١٢,٥



الأخرى من «*L. lactis spp. Cremoris*» ويعتبر غير مؤثر على البكتيريا المكونة للجراثيم. وطريقة تأثيره على الميكروبات الحساسة له تتمثل في تثبيط تخليق الأحماض النووية (DNA، RNA).

رابعاً : لاكتوستريسين «Lactostrepcins» :

وجد أن مجال النشاط التثبيطي لهذا المركب يشمل ميكروبات (*Lactococcus* and *Leuconostoc*) وبعض سلالات (*Streptococcus groups*، A، C and D، *B. cereus*) و (*Lactobacillus*).

وقد تم عزل وتوصيف عدة أنواع من ("Las" *Lactostrepcins*) منها (*Las 2* and *Las 3*) وتنتجها السلالة (*L. lactis ssp. lactis 300*)، و (*Las 5*) تنتجها (*Streptococcus cremoris 202*) وهذه المركبات لا تحتوي على أحماض أمينية غير عادية أو مكونات ليبيدية وأوزانها الجزيئية تراوح بين (٦٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ دالتون) والمركبات (*Las 2* and *Las 3*) تقاوم حرارة التعقيم (١٢١ م / ١٥ دقيقة). وجميع مركبات لاكتوستريسين يكون نشاطها أعلى ما يمكن عند درجة حموضة (٤،٥ - ٥،٠) وغير نشطة عند درجة حموضة (٧) وهي عرضة للتحلل بإنزيمات التربسين والألفا كيموتربسين والبرونيز والفوسفوليبيز.

خامساً : لاكتاسين بي «Lactacin B» :

ينتج هذا البكتيريوسين بواسطة (*Lactobacillus acidophilus N2*) وهو ثابت حرارياً على درجة ١٠٠ م لمدة ساعة، حساس لإنزيم البروتياز ووزنه الجزيئي (٦٠٠٠ - ٦٥٠٠ دالتون) ويمكن أن يوجد في تجمعات يصل وزنها الجزيئي إلى (١٠٠،٠٠٠ دالتون)، وله تأثير قاتل ضد البكتيريا ومجال نشاطه يشمل سلالات

(*Lactobacillus bulgaricus*، *L. helveticus*، *L. leichmannii* and *L. Lactis*).

ثانياً : بديوسين أيه سي أتش «Pediocin ACH» :

وهو بكتيريوسين تنتجه سلالة (*Pediococcus acidilactici H*) والوزن الجزيئي لهذا المركب (٢٧٠٠) دالتون وهو حساس لإنزيمات التربسين، الفيسين، البابين، الكيموتربسين والبروتياز (*Proteases IV، XIV، XXIV، and K*) ويقاوم الحرارة بدرجة كبيرة (١٢١ م / ١٥ دقيقة) كما يقاوم فعل المذيبات العضوية ويحدث تأثيراته في وجود مدى واسع من درجة الحموضة (٢،٥ - ٩).

وقد أظهر تأثير تثبيطي على البكتيريا السالبة لصبغة جرام (أيرومونات هيدروفيليا وسيدومونس بيوتيرا)

ومن أهم مجالات تطبيق البديوسينات مع منتجات اللحوم المتخمرة أو المعاملة بالنقع في محاليل تحتوي على تركيزات مختلفة من البديوسينات، فمثلاً يضاف بنسبة (٥٠٠٠ وحدة / مل) في محلول النقع المستخدم مع صدور الديك الرومي، وبنسبة (٣٢٠٠ وحدة / مل) في محلول النقع المستخدم مع مكعبات اللحم البقري وذلك لمنع نشاط ميكروب «ليستريا مونوسيتوجينيس» المرض.

كما وجد أن مركبات البديوسينات والمزارع المنتجة لها تعمل على تقييد وجود ميكروب «ليستريا مونوسيتوجينيس» المرض في اللحوم المتخمرة مثل سجق الفرائكفورتر، ولذلك يستخدم في عجائن هذا النوع من السجق. كما يستخدم (*Sakacin A*) وهو يشبه في التركيب البديوسين في حفظ اللحوم المفرومة.

ثالثاً : الدبلوكوكسين «Diplococin» :

تنتجه بعض سلالات (*Lactococcus lactis spp. Cremoris*)، وليست كل سلالات هذا الميكروب قادرة على إنتاج هذا البكتيريوسين.

وهذا البكتيريوسين غير ثابت في حالته النقية ويكون ثابتاً فقط في البيئة المعقدة كما أنه حساس لإنزيمات التربسين والبروتياز والألفا كيموتربسين ووزنه الجزيئي (٣٥٠٠ دالتون) ومجاله التثبيطي محدود حيث يشمل فقط سلالات «*L. lactis spp. Lactis*» والسلالات



(٣) مركب الناتاميسين «Natamycin»

يستخدم هذا المضاد الميكروبي في العديد من الأغذية كمادة حافظة تمنع الفساد الناتج من نمو الخمائر أو الفطريات التي ترافق أشربة وأغذية معينة، وقد تم التعرف عليه عام ١٩٥٥ م حيث أمكن الحصول عليه من مترشح مزارع ميكروب (*Streptomyces natalensis*) المعزول من عينات من التربة في إقليم ناتال بجنوب أفريقيا ومن هذه المنطقة اشتق اسمه ويتوفر حالياً هذا المضاد الميكروبي الطبيعي في مستحضرات تجارية هي: NatamaxTM (Danisco)، ومستحضر (DSM) Delvocid[®] وكلا النوعين يحتوى تقريباً على (٥٠٪) من المركب النقي مخلوط مع سكر اللاكتوز. ومن المفضل أن يتم استخدامه لمنع نمو الخمائر والفطريات في الأغذية التي يتوفر بها مستويات منخفضة من درجة حموضة ورطوبة ونشاط مائي، وأيضاً هذه الميكروبات لها القدرة على النمو عند درجات حرارة منخفضة. ومن الضروري معرفة أن بعض الفطريات تستطيع إنتاج مواد ثانوية ناشئة عن الأيض تسمى سموماً فطرية تسبب سرطانات وتشوه أجنة ونزفاً أو التهابات جلدية.

والجدير بالذكر أن ناتاميسين في الماضي كان يستخدم في الطب البشري والبيطري كعلاج موضعي للفطريات والإصابات ولكن مثل هذا الاستخدام أصبح الآن يحل محله بعض المستحضرات الأخرى المضادة للفطريات.

خصائص هذا المركب الفيزيائية والكيميائية:

ومركب ناتاميسين عبارة عن (Tetraene polyene macrolide)، ووزنه الجزيئي (٦٦٥،٧ دالتون) والاسم الكيميائي الكامل له هو ٢٢- (٣- أمينو -٣،٦ - دايدأوكسي - ب - د - مانوبيرا نوسول) أوكسي - ١، ٢٦،٣ ترايهدروكسي - ١٢ - ميثيل - ١٠ - أوكسو - ٦، ١١، ٢٨ تراي أوكسياتري (٧:٥٠:١:٣:٢٢) أوكاتوسا - ٨، ١٤، ١٦، ١٨، ٢٠ - بينثانين - ٢٥ - حامض الكاربولسلك والصيغة التجريبية أو الوضعية له هي (C33 H47 NO13) ويتميز ناتاميسين بأن له خواصاً أمفوتيرية لاحتوائه على شق حامضي وشق قاعدي. وذوبانه في الماء ضعيف (حوالي ٤٠ ميكروجرام / مل) وهذه الصفة تعتبر من العوامل التي ساعدت على نجاح استخدامه في المعاملات السطحية للأغذية لضمان

سادساً : لاكتاسين أف «Lactacin F» :

تنتجها السلالة «*Lac. acidophilus 88*» ووزنه الجزيئي (٢٥٠٠ دالتون) ويتحمل درجة حرارة التعقيم (١٢١° م / ١٥ دقيقة) وهو حساس لإنزيمات البروتينيز K التريسين، الفيسين والسبتيليسين «Subtilisin» ومجال نشاطه المضاد للميكروبات يشتمل على ما يلي:
(*Lac. bulgaricus*, *Lac. helveticus*, *Lac. leichmannii*, *Lac. lactis*, *Lac. fermentum 1750* and *Enterococcus faecalis*)

سابعاً : لاكتوسين ٢٧ «Lactocin 27» :

وصف في الأصل على أنه مركب بروتين - دهون متعدد السكريات أكثر من (٢٠٠,٠٠٠ دالتون) ولكن عرف بعد ذلك على أنه عبارة عن جليكوبروتين ووزنه الجزيئي (١٢٤٠٠ دالتون)، حساس لإنزيمات التريسين والبرونيز. وقد وجد أن المعاملة الحرارية لمدة ساعة عند (١٠٠° م) لا تفقده نشاطه. ينتج هذا البكتيريوسين بواسطة (*Lac. helveticus* LP27) ومجال نشاطه المضاد للميكروبات محدود ويشمل فقط (*Lac. Acidophilus*) وبعض السلالات الأخرى من (*Lac. Helveticus*) مثل السلالة (LS18).

ثامناً : هيلفيتيسين جي «Helveticin J» :

هذا البكتيريوسين أيضاً ينتج بواسطة بعض سلالات (*Lac. Helveticus*) وخاصة السلالة ٤٨١ وهو عبارة عن ببتيد عديد ووزنه الجزيئي (٣٧٠٠٠ دالتون)، يتحمل الحرارة عند (١٠٠° م) لمدة ٣٠ دقيقة، حساس لإنزيمات برونيز وتريسين وبسبين وفيسين وبروتينيزك وسبتيليسين «Subtilisin»، وقد وجد له تأثير قاتل ضد ميكروبات (*Lac. helveticus 1846* and *1244*، *Lac. bulgaricus 1373* and *1489*) (*Lac. lactis 970*)

البنسيليك بواسطة «بنسليوم سيكلوبيوم» بنسبة (٨,٩٨٪) وتخلص من إنتاج باتيولين بواسطة (بنسليوم باتيولينيم «P.patulum») حيث ثبت أن التأثير المضاد لإنتاج السموم الفطرية أكبر من تأثيره على نمو الفطر.

جدول رقم (٢)

حساسية الفطريات للنتاميسين

أدنى تركيز للتثبيط "µg/ml"	الفطريات MOLDS
١,٢٥ - ٠,١	<i>Byssochlamys fulva</i> 040021 <i>Penicillium candidum</i> S66 <i>P. chrysogenum</i> S138 <i>P. commune</i> ABC118 <i>P. cyclopium</i> S124 <i>P. nalgiovense</i> S125
٢,٥ - ٠,١	<i>Aspergillus chevalieri</i> 4298 <i>A. clavatus</i> <i>A. nidulans</i> <i>A. ochraceus</i> 4069 <i>Cladosporium cladosporioides</i> <i>Gloeosporium album</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> <i>P. islandicum</i> <i>P. verrucosum</i> var. <i>cyclopium</i> <i>Sclerotinia fructicola</i>
٢٥ - ١	<i>Botrytis cinerea</i>
٢,٥	<i>Aspergillus niger</i> CBS733.88 <i>A. versicolor</i> 108959 <i>B. nivea</i> 163642 <i>Fusarium solani</i> S200 <i>P. roqueforti</i> S44

وجوده على سطح الغذاء لمنع نمو الفطريات وعدم فقد أو تسرب جزء كبير منه داخل الغذاء . وذوبانه جيد في المذيبات الأخرى مثل الكحول الميثيلي ١٢٠٠ ميكروجرام / مل وأن - بيوتانول ١٠٠-٥٠ ميكروجرام / مل وجلسرول ٣٠٠٠ ميكروجرام / مل والكحول الإيثيلي ١٠٠ ميكروجرام / مل.

وهذا المضاد في صورته كبودرة جافة يمكن أن يتم حفظه لسنوات عديدة دون أن يفقد نشاطه بنسبة كبيرة، ومن العوامل التي لها تأثير على ثباته (مستويات درجة الحموضة العالية التعرض للضوء الشديد، العوامل المؤكسدة، الكلورين، وجود المعادن الثقيلة. ويصل مستوى درجة الحموضة للمعلق المحضر من المستحضرات التجارية له بتركيز (٢٪) لحوالي (٥ - ٧,٥) وقد وجد أن درجة ثبات النتاميسين جيدة عند مستويات لدرجة الحموضة من (٤,٥ - ٩) على (٣٧° م) لمدة أكثر من ٧٢ ساعة، في حين أن درجة حموضة (٤) أو أقل ودرجة حموضة (١٠) أو أعلى تسبب حدوث فقد كبير في ثبات المركب الفعال. وقد وجد أن ثبات المركب عند (١٠٠° م) يكون أمثل عند درجة حموضة من (٦-٧)، ونقطة تساوي الجهد الكهربائي للنتاميسين (٦,٥).

الفعال الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي:

النتاميسين له نشاط مضاد لجميع الخمائر والفطريات تقريباً، جداول رقم (٣،٢) ولكن ليس له تأثير على البكتيريا والبروتوزوا والفيروسات فقد وجد أن نتاميسين مفيد جداً في الصناعات الغذائية المعتمدة على البكتيريا في التخمر لأنه لا يعوق عمليات التخمر والإنضاج، وقد اتضح أن معظم أنواع السلالات الفطرية يتم تثبيطها عند تركيز من (٥,٥ - ٦ ميكروجرام / مل) والبعض الآخر تصل التركيزات إلى (١٠ - ٢٥ ميكروجرام / مل)، في حين أن معظم أنواع السلالات الخمائر يتم تثبيطها عند تركيز من (١ - ٥ ميكروجرام / مل)، كما أظهرت العديد من الأبحاث أن أدنى المستويات المثبطة للنتاميسين تستطيع أن تثبط إنتاج السموم الفطرية، فقد ثبت أن نتاميسين بتركيز (١٠ ميكروجرام / مل) قد تثبط إنتاج أفلاتوكسين ب ١ بواسطة «أسبراجيلس فلافس» بنسبة (٦٢٪) وتخلص من إنتاج سموم الأوكرا بواسطة «أسبراجيلس أوكراشيس»، كما تثبط نفس المستوى إنتاج حمض

جدول رقم (٣)
حساسية الخمائر للنواتاميسين

أدنى تركيز للتثبيط "µg/ml"	Yeast الخمائر
٢,٥ - ١,٠	<p><i>Brettanomyces bruxellensis</i> <i>Candida albicans</i> <i>C. Krusei</i> H66 <i>C. pseudotropicalis</i> H3 <i>C. valida</i> H74 <i>C. vini</i> <i>Debaryomyces hansenii</i> H42 <i>Dekkera bruxellensis</i> CBS2796 <i>D. bruxellensis</i> CB34459 <i>D. bruxellensis</i> CBS 6055 5074 CBS uvarum <i>Hanseniasporum</i> <i>Polymorpha Hansenula</i> 67 H <i>membranaefaciens</i> <i>Pichia</i> <i>Rhodotorula mucilaginosa</i> CBS 8161 <i>Saccharomyces (Zygosaccharomyces) bailii</i> <i>S. bayanus</i> <i>S. bayanus</i> IO18-2007 <i>S. carlsbergensis</i> CRA 6413 <i>S. cerevisiae</i> ATCC 9763 <i>S. cerevisiae</i> CRA 124 <i>S. cerevisiae</i> H78 <i>S. cerevisiae</i> 8021 <i>S. cerevisiae</i> var. <i>ellipsodeus</i> <i>S. exiguus</i> <i>S. ludwigii</i> 0339 <i>Torulopsis candida</i> <i>Z. bailii</i> CRA 229 <i>Z. rouxii</i> CBS 1640</p>
١٠,٠ - ٣,٠	<p><i>Candida guilliermondii</i> <i>C. kefyr</i> H2 <i>C. paraloiposilosis</i> NCYC 458 <i>C. utilis</i> H41 <i>Kloeckera apiculata</i> <i>Kluyveromyces lactis</i> H17 <i>Rhodotorula gracilis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>S. cerevisiae</i> var. <i>paradoxus</i> H103 <i>S. exiguus</i> Rées CBS 1514 <i>S. florentinus</i> H79 <i>S. unisporus</i> H104 <i>S. (Zygosaccharomyces) rouxii</i> 0562 <i>S. sake</i> 0305 <i>Torulopsis lactis - condensis</i> <i>Torulasporea rosei</i> <i>Zygosaccharomyces barkerii</i></p>

ملحوظة: أدنى تركيز للتثبيط (يعرف على أنه تثبيط النمو لمدة ١٤ يوم عند درجة حرارة ٢٥°م، ومستوى الحقن تقريباً ١٠٠٠ خلية مكونة وحدة/مل).

أدنى تركيز للتثبيط "µg/ml"	الفطريات MOLDS
٨,٠ - ٤,٠	<p><i>Absidia</i> sp. <i>Acremorium sclerotigenum</i> <i>Alternaria</i> sp. <i>Aspergillus flavus</i> CBS 3005 <i>A. flavus</i> BB 67 <i>A. flavus</i> Madagascar <i>A. flavus</i> Port Lamy <i>A. niger</i> <i>A. versicolor</i> <i>Mucor mucedo</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>P. expansum</i> <i>P. notatum</i> 4640 <i>P. nigricans</i> <i>P. viridicatum</i> Westling <i>Scopulariopsis asperula</i></p>
١٠	<p><i>oryzae</i> <i>Aspergillus</i> sp <i>Fusarium</i> <i>candidum</i> <i>Geotrichum</i> <i>Punctatum. var roqueforti</i> <i>Penicillium</i> 6018 4758 <i>oryzae</i> <i>Rhizopus</i></p>
أكبر من ٤٠	<p>547.95 <i>discolor. P</i> <i>P. discolor</i> 549.95 <i>P. doscolor</i> 551.95</p>

ملحوظة: أدنى تركيز للتثبيط يعرف بأنه لا يوجد نمو بعد خمسة أيام عند درجة حرارة ٢٥°م عند حقن «زرع» ١٠,٠٠٠ من الجراثيم «spores» في مركز طبق الزرع، أي وسط المستنبت.



والجدير بالذكر أنه يوجد طرق كثيرة لتطبيق تحضيرات الناتاميسين ، فعند معالجة الأسطح بالنتاميسين يمكن تطبيقه بالرش أو الدهن أو الغمر أو إضافته إلى بلاستيك التغليف عندئذ ينقع أو يدهن الجبن فعندما يطبق في غلاف بولي فينيل أسيتات (polyvinyl acetate) (PVA) للإضاج يمكن نزع الغلاف بسهولة قبل، البيع لذلك يستلم المستهلك جبنه كاملة النضج نظيفة.

ملحوظة: عندما يتم إضافة الناتاميسين بالغمر يوصى بإضافة ١٠٪ ملح إلى المحلول لمنع نمو البكتيريا.

- وقد أوصت تشريعات الاتحاد الأوربي بأن أقصى تركيز مصرح به على الأسطح الجبن الجاف أو النصف جاف أو النصف طري يعادل (١ مجم ناتاميسين / سم ٢ من مساحة سطح المنتج) وأن لا يتعمق نفاذية المعلق داخل المنتج لأكثر من (٥ م) عمق.
- وتستخدم نفس توصيات الاتحاد الأوروبي عند تطبيق الناتاميسين للأجبان في صناعة اللحوم.
- أظهر الناتاميسين تأثيراً فعالاً كمادة حافظة في كل من عصائر الفاكهة المبسترة وغير المبسترة بمنعه نمو الفطريات والخمائر .

وقد تم السماح لإستخدام الناتاميسين من قبل هيئة الغذاء الأمريكية لأي من الأجبان المعاييرة (القياسية) كمضاد للفطريات والخمائر كما في الجدول رقم (٤) جدول رقم (٤) استخدام الناتاميسين في حفظ المواد الغذائية

الطريقة	مستويات الجرعة المقترحة للنتاميسين (جزء في المليون)	الغذاء
معالجة الأسطح بالرش أو بالغمر	١٢٥٠ - ٢٠٠٠	الجبن الجاف ونصف الجاف
يضاف مباشرة لمستحلب التغطية	٥٠٠	
معالجة الأسطح بالرش أو بالغمر	١٢٥٠ - ٢٠٠٠	منتجات اللحوم السجق الجاف

ميكانيزم التأثير كمضاد ميكروبي :

يحتوي جدار خلايا الميكروبات على دهون وفسفوليبيدات «واحد من مجموعة المركبات الدهنية الموجودة المتعضيات الخلوية ويتألف من أسترات فسفورية» وبروتينات والإستيرولات « مواد كحولية صلبة كالكولستيرول ... إلخ».

تلعب الإستيرولات دوراً هاماً في الفعل الإنتقائي الخاص بـ «polyene macrolide antimycotics» حيث ينتمي الناتاميسين لهذه المجموعة ويعتبر الإرجستيرول أهم أستيرول في جدار خلايا الفطريات والخمائر بينما الكولستيرول أهم أستيرول في جدار خلايا الثدييات، حيث ينجذب الناتاميسين بصورة كبيرة للإرجستيرول ويتحد معه بطريقة لا رجعة في الفصل بينهم مستقبلاً مما يسبب اضطرابات في نفاذية جدار الخلية والتي تؤدي إلى التسرب السريع للأيونات والبيبتيدات الصغيرة الأساسية ومن ثم يتسبب في تحليل الخلية ، وغياب الإرجستيرول من جدار خلايا الفيروسات والبكتيريا والبروتوزوا يشرح لماذا هذه الميكروبات تقاوم الناتاميسين.

وبالرغم من تثبيط الناتاميسين عمليات تحلل السكر والتنفس إلا أنها تعتبر ثانوية بالنسبة للتأثير على جدار الخلايا.

التطبيق في الأغذية :

يكون تطبيق الناتاميسين دائماً تطبيقات سطحية خصوصاً لمعالجة أسطح الجبن الجاف والسجق الجاف أو المعتق مثل سلامي . والتطبيقات الأخرى مثل الزبادي وعصائر الفاكهة حيث يتم دمجه مع المادة الغذائية.

ويعتبر نمو الفطريات على أسطح الأجبان من العوامل الرئيسة التي تحد من فترة صلاحية هذه الأجبان، بالإضافة إلى المنظر القبيح لهذه الأجبان وخطورة السموم الفطرية التي تنتجها هذه الفطريات.

كما أن العديد من الأجبان يتم إنضاجها أو تعتيقها لأشهر عديدة في غرف التعتيق عند درجة حرارة تراوح بين (١٠م^٠ إلى ١٢م^٠) وأثناء هذه الفترة تكون عرضة لمستعمرات الفطريات ونموها على السطح .



الأنظمة	القطر	الأنظمة	القطر
A	ليتوانيا	AB	كرواتيا
AB	لكسمبورج	A	قبرص
AB	موريشيس	AB	جمهورية التشيك
A	المكسيك	AB	الدنمرك
AB	المغرب	A	إكوادور
AB	هولندا	A	مصر
AB	نيوزيلاندا	AB	أيرلندا
AB	النرويج	AB	أستونيا
ABDFGHJK	جنوب أفريقيا	P	عمان
AB	السويد	AB	بولندا
AB	سويسرا	A	البرتغال
P	سوريا	A	بارجواي
AB	تايبوان	P	قطر
AB	تونس	P	المملكة العربية السعودية
AB	تركيا	A	سنغافورا
A	أوكرانيا	AB	جمهورية سلوفاكيا
P	الإمارات العربية المتحدة	AB	سلوفانيا
A	أورجواي	AB	المملكة المتحدة
A	فنزويلا	A	الولايات المتحدة الأمريكية
		P	جمهورية اليمن

A = معالجة أسطح جبن محددة ، قشر الجبن (جبن قطع في الولايات المتحدة الأمريكية فقط) .
 B = معالجة أسطح مصنعات لحوم محددة .
 C = معالجة أسطح بضائع المخابز المحددة .
 D = عصائر الفاكهة . F = منتجات الأسماك . G = الزبادي . H = الأغذية المعلبة .
 I = الكريمة الرايب . J = الجبن الكريم . K = جبن كوتاج . P = المضافات المجازة .

الطريقة	مستويات الجرعة المقترحة للنواتاميسين (جزء في المليون)	الغذاء
يضاف مباشرة للمنتج	١٠ - ٥	الزبادي
المعاملة بالرش على السطح	٢٠٠٠ - ١٢٥٠	منتجات المخابز
تضاف أثناء الخلط	٧,٥	مركز وبيوريه الطماطم
يضاف مباشرة	١٠ - ٢,٥	عصائر الفاكهة الطبيعية

ملحوظة: وفق لجنة خبراء منظمة الغذاء والزراعة على مضافات الأغذية (Food and Agriculture Organization Expert Committee on Food additives) تم تحديد الكمية اليومية المسموح بتناولها للنواتاميسين وهي (٠,٣ - مليجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم في اليوم).

وفيما يلي جدول رقم (٥) يوضح إجازة النواتاميسين على المستوى العالمي .

الأنظمة	القطر	الأنظمة	القطر
AB	فنلندا	A	الجزائر
AB	فرنسا	AB	الأرجنتين
AB	ألمانيا	AB	أستراليا
AB	اليونان	AB	النمسا
AB	المجر	A	البحرين
A	أيسلندا	AB	بلجيكا
A	الهند	AB	البرازيل
AB	إيطاليا	A	بلغاريا
P	الأردن	A	كندا
P	الكويت	A	شيلي
AB	لاتيفيا	ABCD	الصين
P	لبنان	A	كولومبيا



الفصل الثالث المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر حيوانية

بعض في الوزن الجزيئي وتسلسل الأحماض المكونة لكل منهما. والنوع (g) أكثر حساسية للحرارة ويحتوي على نسبة مرتفعة من السستين والترتوفان مقارنة بالنوع (C). ويعتبر أنزيم الليسوزيم في ألبان الثدييات من النوع (C) وتزداد نسبته في السرسوب حتى اليوم السابع من الولادة فيبلغ تركيزه حوالي ٧٥ ميكروجرام / ١٠٠ مل من حليب الأبقار ثم يتناقص بعد ذلك، ويراوح في حليب الأبقار العادي بين ١٣-٣٧ ميكروجرام / ١٠٠ مل حليب، ويزيد تركيزه في حالات الإصابة بالتهاب الضرع. كما يوجد بتركيز ١، ٢٥، ٠، ٤ ميكروجرام لكل مل في حليب الأغنام والماعز على التوالي، بينما يوجد بتركيز ٤، ٠، ٠ ميكروجرام لكل مل في حليب الأم.

والجدير بالذكر أنه يوجد أنواع أخرى من الليسوزيم وهي «bacterial lysozyme (autolysins)» ، phage lysozyme and plant lysozyme ولكن إنزيم سي (c) المستخلص من بياض البيض الدجاج فقط، وهو الذي يستخدم في حفظ الأغذية.

تأثير المعاملات الحرارية على نشاط الليسوزيم :

وجد أن أنزيم الليسوزيم يعتبر مقاوماً للحرارة مقارنةً ببروتينات المناعة الأخرى حيث إن تسخين ألبان الأبقار والجاموس والإبل إلى درجة (٦٥ أو ٧٥ °م) لمدة نصف ساعة لم يؤثر تأثيراً معنوياً على نشاط أنزيم الليسوزيم الموجود في تلك الألبان، أما التسخين على درجة ٨٥ °م لمدة نصف ساعة فأدى إلى فقد حوالي (٦٠٪) من نشاط الإنزيم، بينما فقد الإنزيم نشاطه في حليب الأبقار والجاموس بنسبة (١٠٠٪) وفي حليب الإبل بنسبة (٩٤٪) عند التسخين على (١٠٠ °م) لمدة نصف ساعة.

كما اكتشف في جينة كومبرتي لعدة أسابيع، وأيضاً فإنه ثابت في بعض الأجبان لشهور إلى سنين؛ لأن له تأثيراً فعالاً في منع الانتفاخ المتأخر والذي يحدث أثناء التعتيق طويل المدى للأجبان.

وهي عبارة عن مركبات ضمن أنظمة مضادة للميكروبات مأخوذة من الثدييات أو البرمائيات أو الحشرات يطلق عليها (Phagosomes) ، وهي من أهم الأنظمة الدفاعية (Antibodies) الموجودة طبيعياً في الحيوانات، وتتكون في الجسم من مواد تسمى (Professional Phagocytes) ، تعمل هذه المركبات على مقاومة البكتريا حينما يدخل مصدرها كمكون طبيعي من مكونات الوجبة الغذائية، وقد أمكن استخلاص هذه المركبات واستخدامها كمادة مضافة للعديد من الأغذية الأخرى.

ومن أهم أمثلة المركبات الطبيعية المضادة للميكروبات والموجودة في الحليب والبيض : لاكتوفيرين (lactoferrin) ، إنزيم الليسوزيم (lysozymes) ، ونظام لاكتوبيروكسيداز (lactoperoxidase) ، مكونات اللاكتوجلوبيولينات (lactoglobulins) في الحليب البقري، وكل من (ovotransferrin) ، الليسوزيم، أفوجلوبيولين (ovoglobulin) ، الأفيدين في بياض الدواجن، كما توجد مصادر أخرى مثل الشيتوزان في الأسماك القشرية مثل الجمبري والكابوريا.

وفيما يلي سوف نتناول بعض الأمثلة للمضادات الميكروبية الطبيعية ذات المصدر الحيواني:

١ - إنزيم الليسوزيم ("E.C. 3.2.1.17") (Lysozyme):

اكتشف هذا الأنزيم عام ١٩٢١م ويوجد في العديد من المصادر أهمها بياض البيض (Egg-white) كما يوجد في أنسجة وسوائل الثدييات مثل الحليب، واللحاح والدموع والمخاط والدم. وقد وجد أن بياض البيض يحتوي على كمية عالية من (lysozymes) تمثل حوالي ٣،٥٪ من بروتينات الألبومين. يوجد منه صورتان في البيض هما (Goose-



اللحم والدواجن، ويمنع معظم الميكروبات السالبة لصبغة جرام وخاصة السالمونيلا على أسطح الذبائح. كما أن استخدامه ضمن مكونات صناعة مواد التعبئة والتغليف المستخدمة مع الأغذية يسمح بالتخلص من أي ملوثات سطحية من الميكروبات المرضية.

في أوروبا يستخدم الليسوزيم المأخوذ من بياض البيض في السيطرة على نمو ميكروب (*Clostridium tyrobutyricum*) في صناعة الجبن «جودة». وقد تم دراسة تأثير الليسوزيم على بكتيريا التخمر الغازي المعروفة (*Cl. Tyrobutyricum*) كبديل للمواد الحافظة الكيماوية وأوضحت النتائج أن الإنزيم قد ثبت عملية الإنبات لجراثيم الميكروب.

كما درس التأثير التثبيطي لإنزيم ليسوزيم البيض ضد البكتيريا المرضية (*L. monocytogenes Scott A*) الملوثة لجبن الكومبرتي وأظهرت النتائج أن إضافة الإنزيم قد ساهم في اختزال أعداد البكتيريا بصورة كبيرة خلال الأسابيع الثلاثة الأولى من عمر التسوية ولكن تزايدت أعداد البكتيريا بعد تلك الفترة.

وعند دراسة التأثير التثبيطي لإنزيم الليسوزيم المحضر من بياض البيض ضد بكتيريا (*Listeria monocytogenes and Staphylococcus aureus*) في بيئات معملية أظهرت النتائج حدوث تثبيط لكلا النوعين من البكتيريا عند إضافة الإنزيم بتركيز ٠,٠٦ و ٠,٠٢٪ على التوالي. وقد فسر ارتفاع التركيز اللازم لتثبيط بكتيريا (*S. aureus*) بوجود اختلافات في تركيب الجدار الخلوي بين كلا الجنسين من البكتيريا.

٢- بروتين اللاكتوفيرين (Lactoferrin) :

هو من البروتينات التي توجد على هيئة جليكوبروتين لها القدرة على الارتباط بالحديد ويوجد في الألبان المختلفة، ويسمى أيضاً (lactosiderophilin أو lactotransferrin) كما يوجد في البيض ويسمى (Ovotransferrin). ويوجد أيضاً في بعض الإفرازات الأخرى كاللعاب والدموع والإفرازات المخاطية والمعوية وإفرازات البنكرياس والسائل المنوي. ويعتبر لبن الأم من أغنى المصادر ببروتين (Lactoferrin)، وفي جميع أنواع الألبان تزداد كميته في لبن السرسوب حيث يحتوي سرسوب لبن الأم على (٦-٨ مللجم /

والجدير بالذكر أنه يقاوم الغليان من دقيقة إلى دقيقتين في درجة حموضة من ٤ - ٥ ولكن يتحلل بالحرارة في درجات حموضة مرتفعة.

الفعال الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي:

يعرف أنزيم الليسوزيم أيضاً باسم (Muramidase) وأساس هذه التسمية أنه يقوم بتحليل الجدر الخلوية للبكتيريا وخاصة الروابط الجليكوسيدية الموجودة بين ذرة الكربون رقم (١) في مركب (N-acetyl glucoseamine) وذرة الكربون رقم (٤) في مركب (N-acetyl muramic acid) وهذه المركبات تدخل في تركيب الجدار الخلوي للبكتيريا. وهي تحتك بجدار الخلية الميكروبية وتساعد بالخاصية الأسموزية على حصولها على الماء مما يؤدي إلى انتفاخ وتمزق الغشاء السيتوبلازمي وبالتالي موت الخلايا الميكروبية. وتعتبر البكتيريا الموجبة لصبغة جرام مثل (*Staphylococci*) أكثر حساسية من حيث تحلل جدرها الخلوية بإنزيم الليسوزيم عن البكتيريا السالبة لصبغة جرام.

التطبيقات الغذائية:

يتوفر في الليسوزيم العديد من الخصائص البيوكيميائية المرغوبة التي تساعد على استخدامه كمادة حافظة طبيعية في العديد من الأغذية، وأكثر أنواعه استخداماً هو ليسوزيم بياض البيض؛ وذلك نظراً (لسهولة تنقية كميات مجدية إقتصادياً منه، تكون ذات سمية منخفضة، نشاطه جيد وفعال ضد البكتيريا المسببة للفساد المرضية والفطريات وإنخفاض مستويات الاستخدام الفعال منها، تأثيره منخفض على الصفات الحسية للأغذية المضاف إليها).

وعادة ما يستخدم الليسوزيم في الأطعمة بنسب في حدود (٢٠ - ٤٠٠ جزء في المليون)، ويوجد منه حالياً تحضيرات تجارية متوفرة في شكل مسحوق أو حبيبات. يستخدم حالياً الليسوزيم في الأغذية مثل الجبن، ومنتجات اللحوم مثل الفرانكفورتر وسجق السلامي وفي الخضروات ومنتجات المأكولات البحرية.

كما ثبت أن استخدامه في صورة محاليل للغمر أو الرش يساعد على تطهير ذبائح حيوانات



بروتين اللاكتوفيرين له القدرة على جلب الحديد (Fe^{3+}) من الوسط والإمساك به وبالتالي يحدث تثبيطاً مؤقتاً للبكتيريا ذات الاحتياجات العالية من الحديد. وعلى ذلك فالأثر التثبيطي لهذا البروتين يعتمد أساساً على احتياجات الميكروب من الحديد، فبكتيريا (*E. coli*) مثلاً أكثر حساسية لهذا البروتين عن بكتيريا حمض اللاكتيك الأقل احتياجاً للحديد، كذلك لوحظ أن ارتباط اللاكتوفيرين بالحديد يتأثر بوجود بعض الأيونات فأيونات السترات تعوق عملية ارتباطه بالحديد بعكس أيون البيكربونات.

ويسبب اللاكتوفيرين حدوث ما يلي :

١. إنطلاق (Lipopolysaccharides) من أغلفة خلايا البكتيريا السالبة لصبغة جرام.
٢. موت العديد من أنواع البكتيريا.
٣. موت خمائر (*Candida albicans*).
٤. تثبيط الحصول على الجلو كوز للفطريات والخمائر.

كما أظهر أن بروتين اللاكتوفيرين المحضر من حليب الأم، الأبقار، الماعز له تأثير مثبت واضح ضد أنواع البكتيريا من جنس «Bacillus» مثل (*B. stearothermophilus*)، (*B. subtilis*)، وثبت أن اللاكتوفيرين الموجود في حليب الأم يعمل على الحد من البكتيريا المعوية لأطفال الرضاعة الطبيعية. كما أن له تأثيراً فعالاً ضد بعض بكتيريا التهاب الضرع وليس كلها فبينما تتأثر بكتيريا (*E. coli*) بشدة فإنه لم يؤثر على كل من (*Staphylococcus aureus*، *Streptococcus agalactiae*).

وقد أجريت دراسات لمعرفة تأثير بروتين اللاكتوفيرين على بعض أنواع البكتيريا المرضية وذلك بإضافته بنسبة ٠,٢ مللجم / مل من بيئة نمو تلك الميكروبات وأدت المعاملة إلى تثبيط بكتيريا *E. coli* بنسبة (٩٤٪) وبكتيريا «*Salmonella typhimurium*» بنسبة (٧٨٪) وبكتيريا «*Shigella dysenteriae*» بنسبة (٧٥٪).

مل) بينما يحتوي سرسوب حليب الأبقار على أقل من (١ مللجم / مل)، وتنخفض النسبة بعد ذلك في الحليب العادي، ويزداد في حالات خاصة مثل حالات التهاب الضرع وفترة نهاية موسم الحليب.

مركبات «Lactoferricins» عبارة عن ببتيدات نشطة مشتقة من التحلل البروتيني لللاكتوفيرين البشري والحيواني «المجتبرات الكبيرة» بواسطة الإنزيمات ويوجد منها نوعان (H، B) لهم فاعلية أكبر (٢، ١٢) مرة على التوالي من المركب الأصلي.

تأثير المعاملات الحرارية

يتأثر نشاط اللاكتوفيرين بدرجات متفاوتة بالمعاملات الحرارية التي يتعرض لها الحليب فقد أظهرت بعض الدراسات أن تسخين حليب الأبقار والجاموس والأبل على درجة (٦٥°م) لمدة نصف ساعة لا يؤثر على نشاط البروتين. وينخفض النشاط بدرجة ملحوظة بزيادة درجة حرارة المعاملة إلى (٧٥°م). بينما تؤدي معاملة الحليب على (٨٥°م) لمدة نصف ساعة إلى فقد نشاطه تماماً في الحليب البقري والجاموسي، وفقده بنسبة (٩٦,٥٪) في حليب الأبل.

الفعل الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي:

يعتبر بروتين اللاكتوفيرين من أهم المواد التي تعطى نشاطاً كمضاد للميكروبات ضد مدى واسع من سلالات البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام مثل: (*Helicobacter pylori*، *E. coli* O157:H7، *E. coli* O111، *B. subtilis*، *S. aureus*، *Proteus mirabilis*، *Klebsiella pneumoniae*، *P. aeruginosa*، *L. monocytogenes*، *Micrococcus flavus*، *Salmonella typhimurium* خمائر «Candida»، وبعض الفطريات مثل: *Penicillium*، *Rhodotorula rubra*، *Trichophyton species*، العديد من الفيروسات والبروتوزوا مثل *Toxoplasma gondii*، *Giardia lamblia*، *Tritrichomonas foetus*.



التطبيقات في الأغذية :

تتوفر مركبات اللاكتوفيرين بصورة جاهزة للاستخدام على هيئة سائل أو محاليل رش أو بصورة جافة على هيئة بودرة في العديد من تركيبات ومكونات أغذية الأطفال في العديد من دول العالم وخاصة دول جنوب وشرق آسيا، كما تم استخدامه في معالجة وحفظ منتجات الأسماك والأغذية البحرية ، ولكن بصفة عامة فإن تطبيق واستخدام هذه المركبات مازال محدوداً وذلك بسبب الاحتياج لكميات كبيرة منها كنسب إضافة لتحقيق التأثير الحافظ في الأغذية .

وقد تم تطبيق استخدامها مع اللبن ومنتجاته بنسبة (٤٠٠٠ ميكروجرام / مل لبن) كما تم تطبيقه مع اللحم المفروم بنسبة (٥٠ - ١٠٠ ميكروجرام / جرام) بهدف خفض أعداد البكتريا الملوثة عند الحفظ بالتبريد .

٣- نظام اللاكتوبيروكسيداز (Lactoperoxidase system) ("LPS") :

عبارة عن جليكوبروتين يوجد بصورة ذائبة في الحليب واللحاحب والإفرازات الدمعية للثدييات . يحتاج هذا النظام إلى توفر ثلاثة مكونات رئيسة هي أنزيم اللاكتوبيروكسيداز "Lactoperoxidase" ، فوق أكسيد الهيدروجين (Hydrogen peroxide) "H₂O₂" أيونات الثيوسينات "Thiocyanate ions" وبنسبة معينة لكي يحدث تأثيره التثبيطي ضد الميكروبات وخاصة في الحليب ومنتجاته .

إنزيم اللاكتوبيروكسيداز :

يوجد طبيعياً في اللبن ضمن العديد من الإنزيمات الأخرى ويبلغ تركيزه في الحليب البقري (٣٠ مللجم / لتر) وقد تم عزل وتنقية الإنزيم من حليب الأبقار وحليب الأبل ووجد أن وزنه الجزيئي (٨٨ ، ٧٨ كيلو دالتون) لكل من حليب الأبقار وحليب الأبل على التوالي . وقد وجد أن تركيز الإنزيم اللازم لإتمام التفاعل بهذا النظام يبلغ (١-٢ ميكروجرام / مل) وهي نسبة منخفضة جداً بالنسبة لمحتوى الحليب البقري من هذا الإنزيم (٣٠ ميكروجرام / مل) .

فوق أكسيد الهيدروجين :

لكي يتم تنشيط هذا النظام فلا بد من إضافة (H₂O₂) من مصدر خارجي وتكون الكمية المطلوبة منه في حدود (٨ - ٩ جزء في المليون) وهي كمية قليلة جداً إذا ما قورنت بالكمية المسموح بإضافتها إلى الحليب (٣٠٠ - ٨٠٠ جزء في المليون) والموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية ، (WHO) منظمة الأغذية والزراعة (FAO) لحفظ الحليب الخام ، وتجدر الإشارة إلى أن البكتيريا السالبة للكاتاليز مثل بكتيريا حمض اللاكتيك يتولد من خلال عمليات الأيض الخاصة بها كمية من (H₂O₂) تحت الظروف الهوائية، ولكن في وجود مكونات النظام الأخرى في الحليب الخام فإن هذه البكتيريا يحدث لها تثبيط ذاتي (Self-inhibition) .

أيونات الثيوسينات :

هذه «الأيونات-SCN» تتكون في الجسم من التفاعل بين مركب (Thiosulphate) ونواتج الأيض للأحماض الأمينية الكبريتية . ونظراً لأن مصدرها خارجي (من الغذاء) فإن نسبة أيونات الثيوسينات تختلف باختلاف أسلوب تغذية الحيوان ، فالعلائق الخضراء ترفع نسبة الثيوسينات في الحليب بعكس العلائق الجافة . كذلك تتباين نسبة الثيوسينات في الحليب مع طول موسم الحليب والحالة الصحية للحيوان ، وعلى ذلك فلكي يتم تفعيل دور النظام فإنه يلزم إضافتها إلى الحليب من مصدر خارجي . والتركيز اللازم لإتمام التفاعل الإنزيمي يعادل (٢١ جزء في المليون) .

الفعال الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي :

هذا النظام له تأثير تثبيطي جيد ضد العديد من سلالات البكتيريا والفطريات والطفيليات والفيروسات . ويعتبر كل من الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم الخلوي هو الهدف الرئيس لتأثير هذا النظام؛ حيث يعمل هذا النظام على أكسدة مجاميع (Thiol) في الإنزيمات، ويؤثر على الغشاء السيتوبلازمي في الكائنات الحية الحساسة مما يؤدي إلى فقد الأيونات والأحماض الأمينية، وأيضاً البيبتيدات العديدة من الخلايا التي تتعرض له،

الحليب بجودته لمدة (٢٤، ١٨، ٦) ساعات عند تخزينه على درجات حرارة (٤، ٢٠، ٣٧ °م) على التوالي.

٤- الشيتوزان «Chitosan» :

يعتبر الشيتوزان بوليمر طبيعي غير سام يشتق بواسطة عملية إزالة مجاميع الأستيل من الشيتين الذي يعتبر مكوناً رئيسياً في أغلفة القشريات مثل الكابوريا «Crab»، الجمبري «Shrimp» والإستاكوزا «Lobster». ولقد لقي الشيتوزان اهتماماً كبيراً وذلك بسبب إمكانية استخدامه تجارياً في مجالات عديدة مثل صناعة الدواء والأغذية، كذلك لقي كل من الشيتين والشيتوزان اهتماماً كبيراً لما لهما من نشاط حيوي كمواد مضادة طبيعية للنمو الميكروبي ضد نشاط العديد من الخمائر والفطريات والبكتيريا المسببة للفساد والمرضة، وأعتبر كمادة حافظة طبيعية المصدر، وكمواد مضادة لحدوث الأورام «Antitumor»، ومخفضة للكوليستيرول.

كما يتميز الشيتوزان بالعديد من الخصائص الوظيفية مثل قدرته على الارتباط بالماء والدهن وقدرته على تكوين مستحلب والارتباط بالصبغات وتكوين جل. كذلك قدرته على تكوين غشاء غذائي يستخدم في تغطية وحفظ الأغذية مما يزيد من فترة صلاحيتها. ويعتبر الشيتوزان مادة قابلة للتحلل حيوياً «Biodegradable»، غير سامة لها العديد من الخصائص الحيوية والوظيفية.

الفعل الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي:

وجد أن للشيتوزان تأثيراً تشبيطياً جيداً ضد العديد من سلالات البكتيريا والخمائر والفطريات مثل: (*Lactobacillus frutivorans*, *Zygosaccharomyces*، *bailii*, *Yersinia enterocolitica*، *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus*

ويسبب وقف عمليات نقل وتخليق الطاقة. والأساس في الفعل الحيوي لهذا النظام هو قيام إنزيم اللاكتوبيروكسيداز بتحفيز أكسدة الثيوسيانات بواسطة (H_2O_2) منتجاً:

(Hypothiocyanite ions (OSCN), higher oxyacids and short-lived oxidation products)

وقد وجد أن أيون (OSCN) المتكون من هذا التفاعل الإنزيمي له تأثير فعال على الغشاء الخلوي لبكتريا (*E. coli*) حيث وجد أنه في خلال دقائق من المعاملة تحورت الأحماض الأمينية وعنصر البوتاسيوم في البيئة. وقد أوضح بعض الباحثون أن فعل هذا النظام يرجع أساساً إلى تأثيره على أكسدة مجاميع السلفاهيدريل (SH) للبروتينات الميكروبية بواسطة (OSCN الهيبوثيوسينات - وحامض الهيبوثيوسيانوس HOSCN). وعملية الأكسدة تسبب تحول هذه المجاميع إلى Disulphides (-S-S-) أو Sulphenyll thiocyanate (S-SCN-) أو Sulphinic acid وبالتالي يحدث تثبيط للإنزيمات التي تعتمد على وجود مجاميع (SH) مثل إنزيمات (Hexokinase). كما أن تلف تركيب الغشاء السيتوبلازمي للميكروبات من خلال أكسدة مجاميع السلفاهيدريل تسبب تسرب أيونات البوتاسيوم والأحماض الأمينية والبيبتيدات إلى الوسط، بالإضافة إلى تثبيط الاستفادة من الجلوكوز والأحماض الأمينية والبيورينز (purines) والبيريميدينز وبالتالي تخليق البروتينات و "RNA" و "DNA".

التطبيقات :

أجريت بعض الدراسات لحفظ الحليب الخام ومنتجاته مثل الحليب المبستر والزبادي والجن بواسطة هذا النظام، وقد تم حفظ الحليب الخام عن طريق تنشيط نظام (LPS) حيث تمت إضافة الثيوسيانات وفوق أكسيد الهيدروجين إلى الحليب الخام وحفظه على (٣٨ °م) ووجد أن حموضة الحليب المعامل كانت أقل كثيراً عن حموضة الحليب غير المعامل مما يؤكد تأثير النظام على بكتيريا حمض اللاكتيك المكونة للحموضة. وكانت نسب الإضافة في حدود ٢٥, ٠ مل لكل من الثيوسيانات وفوق أكسيد الهيدروجين إلى الحليب الخام ثم الحفظ على درجات حرارة (٤، ٢٠، ٣٧ °م)، وقد أوضحت النتائج احتفاظ



الفصل الرابع المضادات الميكروبية الطبيعية من مصادر نباتية

هناك العديد من المركبات الموجودة طبيعياً في النباتات والأعشاب والتوابل، عادة ما تضاف التوابل والأعشاب بتوسع للعديد من الأغذية لتحسين النكهة والطعم ويمكنها أيضاً أن تطيل فترة الصلاحية لأن لها طبيعة أو خصائص مضادة للنشاط الميكروبي كما أن بعض هذه المركبات لها القدرة على منع العدوى بالفيروسات .

وتعتبر النباتات العطرية وزيوتها الغذائية والأعشاب الطبيعية آمنة من حيث استخدامها في الأغذية ومنتجاتها، ولقد سجل العديد من مكوناتها كمواد لها نشاطاً مضاداً للميكروبات مثل الفينولات (حامض الفينوليك، البولي فينولات، التانينات) وكذلك الأحماض العضوية مثل (الستريك، اللاكتيك، الخليك، البروبيونيك، البنزويك، السوربيك) ومشتقاتها تلعب دوراً هاماً كمضادات ميكروبية، وذلك قد يرجع للزيوت الطيارة التي بها، وغالباً تلعب المجاميع الوظيفية الداخلة في تركيب هذه الزيوت دوراً هاماً في نشاطها المضاد للفعل الميكروبي وعادةً المركبات التابعة للمجاميع الفينولية ما تكون هي صاحبة الفاعلية.

(أ) الزيوت العطرية "Essential oil" :

عبارة عن مستخلصات للنبات العطرية، تستخلص إما بالتقطير بالبخار أو بالماء أو باستخدام مذيبات عضوية، ويمكن أيضاً استخلاصها بالكبس على البارد. وهي سهلة الذوبان في الكحولات ومحدودة الذوبان في الماء وتتكون من مخلوط من الأسترات، الألهيدات الكيتونات، والترينينات.

ويوضح الجدول التالي التركيز الفعال لبعض الزيوت العطرية المستخلصة من النباتات الطبية والعطرية.

brevis, Lactobacillus bulgaricus, Candida krusei, Fusarium oxysporum, Aspergillus niger, Alternaria alternata and Rhizopus (oryzae).

ويرجع النشاط المضاد الميكروبي للشيتوزان إلى :

1. تكوين غشاء أو بوليمر حول الخلية الميكروبية مما يُعَوِّق من وصول المغذيات للخلية.
2. بعض أنواع الشيتوزان المنخفضة في الوزن الجزيئي تستطيع النفاذ إلى داخل الخلية ويسبب الارتباط مع المركبات الحاملة للشحنات السالبة وتجميعها موت الخلية، ويرتبط مع (DNA) الخلووي ويسبب وقف عمليات نسخ (RNA) والبروتينات الخلووية.

التطبيقات :

يستخدم الشيتوزان في مدى واسع من الأغذية الجافة والسائلة وخاصة الأغذية التي يتم تخزينها على درجة حرارة الغرفة أو بالتبريد، حيث يستخدم في العديد من منتجات الألبان والأغذية المعلبة ومنتجات اللحوم والعصائر. ويعتمد مستوى الإضافة على (نوع الغذاء، نوع المعاملة الحرارية، مستوى درجة الحموضة، ظروف تخزين المنتج، طبيعة الحمل الميكروبي الموجود، فترة الصلاحية المستهدفة).

وتراوح النسبة المستخدمة بين (١،٥ - ١٠٪) مع منتجات اللحوم مثل اللحم المفروم والسجق والبرجر البقري، وتصل النسبة مع منتجات الحبوب إلى (١٪) مثل الخبز والكيك والمكرونات.

* * *



عامة فإن البكتيريا الموجبة لصبغة جرام تكون أكثر حساسية عن السالبة لصبغة جرام للمضادات الميكروبية المستخرجة من التوابل مثل الكمون ، الزعتر ، الكراوية وحصى اللبان وغيرها من التوابل . فنجد أن «*Pseudomonas fluorescens*» أقل مقاومة من «*Echerichia coli*» .

معظم البكتيريا الممرضة تكون حساسة بالنسبة للزيوت العطرية سواءً المستخرجة من التوابل أو من الأعشاب حيث تعمل تثبيطاً ل نموها وكذلك لقدرتها على إنتاج سموم . كما وجد أن الزيوت الطيارة المستخرجة من الثوم ، البصل ، القرفة ، الزعتر ، القرنفل والفلفل الأسود لها تأثير فعال على كل من «*Cl. perfringens*» ، «*Cl. botulinum*» ، «*Bacillus subtilis*» يقل في وجود زيت القرنفل . أما سلالات السالمونيلا فتثبط بواسطة الزيوت الطيارة الناتجة من الزعتر البرتقال ، الليمون ، الجريب فروت ، اللوز ، الكزبرة والقرفة .

وجد أن زيت القرنفل والقرفة لهم تأثير قوى كمضاد للفطريات . وقد وجد أن زيت الزعتر يثبط كل من فطريات «*A. flavus* ، «*A. ochraceus* ، «*Aspergillus niger*» ويكون فعالاً ضد فطريات «*Penicillium chrysogenum* ، «*Mucor sp.*» ، «*Rhizopus sp.*» .

وقد وجد أن إضافة (٥,٠ إلى ١,٠٪) من زيت القرنفل يثبط نمو ميكروب «*Listeria monocytogenes*» كما يوجد لها أيضاً تأثير فعال على تثبيط ميكروب «*Aeromonas hydrophila*» .

وأثبتت الدراسات أن مركب «*Allicin*» الموجود في زيت الثوم يعمل كمضاد للبكتيريا سواءً السالبة أو الموجبة لصبغة جرام وكذلك للفطريات الممرضة .

ووجد أن القرفة تحتوي على (٥,٠ إلى ٢,٠٪) زيوت طيارة يرجع فعلها الأساسي كمضاد للبكتيريا إلى الفينولات التي تحتويها ومنها «*Carvacrol* ، «*Eugenol*» وغيرها من الفينولات .

النسبة المئوية لأقل تأثير	الزيت العطري	النسبة المئوية لأقل تأثير	الزيت العطري
٠,٤٣٠	حصى اللبان	٠,٠٧٠	الزعتر
٠,٤٥٠	الكمون	٠,١٠٠	الأوريغانو
٠,٤٧٥	النيرولي	٠,١٢٠	البرتقال
٠,٤٨٠	Birch	٠,١٦٠	حشيشة الليمون
٠,٥٠٠	اللفندر	٠,١٧٠	القرفة الصيني
٠,٥٢٠	مليسا	٠,١٨٠	الورد
٠,٥٦٠	Ylang Ylang	٠,٢٠٠	القرنفل
٠,٦٠٠	Juniper	٠,٢٢٥	Eucalyptus
٠,٦٤٠	الشمر	٠,٢٥٠	النعناع الفلفلي
٠,٦٥٠	الثوم	٠,٢٥٠	الجيرانيوم
٠,٧٠٠	الليمون	٠,٣٣٠	Meadowsweet
٠,٧٢٠	Cajeput	٠,٣٧٠	الينسون
٠,٧٥٠	Sassafras	٠,٣٨٠	Orris
٠,٨٠٠	Heliotrope	٠,٤٠٠	القرفة
٠,٦٨٠	Fir, Pine	٠,٤٠٠	الزعتر البري
٠,٨٨٠	البقدونس	٠,٤٢٠	الخردل
٠,٩٠٠	البنفسج		

الفعل الحيوي ونشاطه كمضاد ميكروبي:

الفعل المضاد للميكروبات للزيوت الطيارة يرجع إلى أنها تقوم بإتلاف العديد من الأنظمة الإنزيمية للكائنات الدقيقة متضمنة تلك المستخدمة في استخدام الطاقة والمكونة للمركبات البنائية .



mutans . ومن ناحية أخرى وجد أن كلاً من (*Pseudomonas aeruginosa*) ، (*Escherichia coli*) يقاومون الفينولات المستخلصة من الشاي والقهوة .

ومن ضمن المواد الفينولية التي تضاد الميكروبات والمستخلصة من الزيتون مركب «*Oleuropin*» وهو عبارة عن جليكوسيد مُر، فهو يؤثر على (*Staphylococcus aureus* ، *Bacillus subtilis* ، *Bacillus cereus*) بصورة كبيرة . كما وجد أن مركب «*Oleuropin aglycon*» يعتبر مضاداً ميكروبياً بدرجة أكبر من «*Oleuropin*» (وهو ينتج من التحلل المائي «*Oleuropin*» بواسطة نظام إنزيمي معين). كذلك عند انحلال «*aglycon*» ينتج «*elenolic acid*» ويعتبر أيضاً مضاداً بكتيرياً قوياً يمكن أن يثبط (*Bacillus subtilis*) ، (*Sacch. Cerevisia*) . وقد وجد أن استخدام «*Oleuropein*» بمعدل (٢،٠٪) يؤثر على (*Geotrichum candidum*) كذلك فهو يثبط تكوين الأفلاتوكسينات. وقد أثبتت التجارب أن المايونيز المصنع من زيت الزيتون يكون به معدل الموت عالياً لميكروب «*Salmonella enteritidis*» نظراً لوجود المواد الفينولية.

وقد ثبت أيضاً أن العديد من المواد الفينولية مثل ، *gallic* ، *ferulic* ، (*quercetin*) ، (*P-coumaric tannic acids*) تستطيع تثبيط ميكروب «*Listeria monocytogenes*» .

هناك عدة عوامل تؤثر على الفعل المضاد للميكروبات لهذه المركبات فقد وجد أن البروتينات الدهون، الأملاح، درجة الحموضة ودرجة الحرارة، تؤثر على نشاط الفينولات المضاد للميكروبات، فوجد أن ارتباطات المواد الفينولية المستخلصة من الزيتون بروتين الحليب (الكازين) تؤدي إلى فقد نشاطها كمضاد لبكتيريا «*Staphylococcus aureus*»، في حين أن الملح يعمل كعامل مشترك للتثبيط .

أما الحرارة فتلعب دوراً هاماً في نشاط الفينولات كمواد مضادة للميكروبات ، ففي الأغذية المعاملة بالحرارة أو المجمدة تنحصر المواد الفينولية كما يحدث تحلل مائي لها لإنتاج مكونات فعالة كمضادات للبكتيريا. هناك بعض الظروف التصنيعية التي تؤثر على تركيب

(٢) المواد الفينولية «Phenolics» :

هذه المركبات من الناحية الكيميائية تحتوي على حلقة عطرية ، ولا توجد على حالة حرة بل مرتبطة بسكريات مثل « β -D-glucopyranosides» وفي بعض الحالات بروابط ميثايل إستر كما في حالة أحماض «Hydroxycinnamic acids» .

وتقسم المواد الفينولية الموجودة في النبات عادة إلى ثلاثة أقسام :

١ . الفينولات البسيطة والأحماض الفينولية ، ومنها:

(P-cresol, 3-ethylphenol, hydroquinone, protocatechic, vanillic, gallic, syringic, ellagic)

٢ . مشتقات حامض hydroxycinnamic acid ومنها:

(P-coumaric, caffeic, ferulic, sinapic)

٣ . الفلافونويدات «Flavonoids» وهي أهم مجموعة في الأغذية وتشمل:

(catechins, proanthocyanins, anthocyanidins, flavons, flavonols and their glycosides).

وفي الواقع يوجد مجموعة أخرى مختلفة وهي التانينات وهي عبارة عن (polymeric phenolics) وتتميز عن باقي الفينولات بقدرتها على ترسيب البروتينات من المحاليل المائية.

الفعل الحيوي ونشاطها كمضادات ميكروبية:

تمت دراسة تأثير المواد الفينولية الناتجة من الزيتون ودورها كمضادات ميكروبية وكذلك تلك الناتجة من الشاي والقهوة بصورة مستفيضة ، ووجد أن المواد الفينولية المستخلصة من الشاي الأخضر أو الأسود تعمل على قتل «*Campylobacter jejuni*» كما أن المواد الفينولية المستخلصة من الشاي الأخضر تضاد كلاً من (*Cariogenic bacterium*) ، (*Streptococcus*) ، (*B. subtilis*) ، (*Sacch. Cerevisia*) ، (*Candida utilis*) ،



ينتج من تحلل مركب (ThioglucoSides "TGDS") الموجود في بذور الخردل مائياً والذي يتحلل إلى الصورة "Isothiocyanates" ومركبات أخرى محتوية على كبريت. كما وجد أنه من المكونات الأخرى الأساسية ضمن تركيب الزيت العطري للخردل كل من allyl ، butyl (phenylethyl ، pentenyl isothiocyanates).

ويستخدم مركب (Allyl isothiocyanate) المخلق كمييد للحشرات والبكتيريا والنيماطودا .

• نشاط زيت الخردل كمضاد ميكروبي:

يستخدم الزيت العطري للخردل في منع نمو الكائنات الحية الدقيقة في المأكولات البحرية مثل ميكروبات (*Helicobacter pylori & Vibrio parahaemolyticus*) كما أنه أظهر تأثيراً تثبيطياً على نمو البكتيريا التي تسبب التسمم الغذائي وكذلك الفطريات ، حيث بين الزيت فعالية ضد نمو كل من (*Asp. niger ، Asp. flavus* ،) ، كما أظهر *Trichoderma viride ، Candida albicans ، Cryptococcus neoformans* ، *Trichosporon mucoides and Geotrichum capitatum* ، كما أظهر الزيت تأثيرات تثبيطية على الخلايا المسرطنة وتطورها.

(٢) زيت القرفة "Cinnamon" :

جنس "Cinnamon" يضم حوالي ٢٥٠ نوعاً والعديد منها يكون زيوتاً عطرية ويعتبر مكسباً للنكهة وأهمها (*Cinnamomum verum ، Cinnamomum cassia*) . ويمكن الحصول على الزيت العطري للقرفة من الأوراق والبراعم والقلف باستخدام طرق التقطير المختلفة، ولقد تم تقدير التركيب الكيميائي لزيت القرفة باستخدام عدة تقنيات.

• المركبات الفعالة في زيت القرفة :

المكونات الرئيسية الموجودة في زيت القرفة العطري هي Cinnamaldehyde ، Campho ، (3-phenyl-2-Propenal) ، وينتمي مركب (Cinnamaldehyde) العضوي لمجموعة الألدهيدات ، وهو المادة الفعالة التي تعطي للقرفة النكهة والرائحة

المواد الفينولية وبالتالي على فاعليتها كمضادات للبكتريا مثل تفاعل الأكسدة الذاتية غير الإنزيمية للمركبات الفينولية.

ويرجع الفعل المضاد للميكروبات للفينولات؛ حيث تقوم المواد الفينولية بمهاجمة الغشاء السيتوبلازمي مما يؤدي إلى تحرر المكونات الخلوية الداخلية. ويمكن أيضاً أن تجعل الغشاء يفقد وظائفه من حيث انتقال الإلكترونات، الحصول على المغذيات ، تكوين الأحماض النووية ونشاط أنزيم «ATPase».

وجد من الدراسات التي أجريت سابقاً أن العديد من الفينولات تعطي حماية ضد السرطان والمواد المسببة له . وقد وجد أن مركبات البولي فينولية المستخلصة من الشاي الأخضر والأسود تحمي الجسم من أخطار السرطان وأمراض القلب، التليف الكبدي ، انتفاخ الرئة «emphysema» وتصلب الشرايين. ومن المعروف أيضاً أن الفينولات وبخاصة «Caffeic acid ، Ferulic acid» تضاد أيون النيتريت (الذي يكون Nitrosamides Nitrosamines المسببة للسرطان) ويقلل من تأثيره وبخاصة عند درجة حموضة منخفضة. كما وجد أن التأثير الخافض للضغط للمستخلصات الناتجة من أوراق الزيتون وثماره ترجع إلى مادة «Oleuropin».

أمثلة لبعض المصادر النباتية التي يمكن استخدامها كمضادات ميكروبية طبيعية:

(١) زيت الخردل (المسترد) "Brassica" :

تتبع نبات الخردل "*Brassica juncea* جنس "Brassica" الذي يتبع عائلة "Cruciferae" وتستخدم بذوره في أمريكا واليابان والصين على نطاق واسع كأحد التوابل الحريفة التقليدية كمصدر للزيت الغذائي والبروتين وكذلك كدواء ، ويستخدم الزيت العطري له أيضاً كمستحضر تجميلي للعناية بالشعر. كما يعتبر واحداً من المواد المستخدمة في إنتاج مساحيق الكاري ، الصلصات الحريفة ، وصلصة صفار البيض.

• المركبات الفعالة في زيت الخردل :

يعتبر مركب (Allyl isothiocyanate) أهم المكونات الفعالة في زيت الخردل والذي



• المركبات الفعالة في زيت الشاي:

يتكون الزيت العطري للشاي من حوالي (١٠٠ مركب) معظمها تربينات أحادية، سسكترينينات وكحولاتها، ومن أهم هذه المركبات التي تم التعرف عليها كل من (terpinen-4-ol ، γ -terpinene and α -terpinene) والتي تمثل حوالي ٧٠٪ من مكونات الزيت الكلي بينما وجد أن كلاً من (p-cymene ، terpinolene ، α -pinene and ، α -terpineol) تمثل حوالي (١٥٪) من مكونات الزيت الكلي. كما يعتبر (terpinen-4-ol) واحداً من أهم المكونات الرئيسة في الزيت العطري للشاي والذي يقلل من انتفاخ الأنسجة الملتهبة.

النشاط المضاد للنمو الميكروبي لزيت الشاي وخاصة الشاي الأخضر يرجع إلى المركبات الفينولية المحتوية عليها خاصة الكاتشينات "Catechins" مثل (Epigallocatechin gallate "EGCG") والذي يمثل (١٠٪) من مكونات الشاي الأخضر وهو من الكاتشينات الشائعة في الشاي الأخضر ، وهو مركب قابل للذوبان في الماء ويذوب جيداً في الأسيتون، الإيثانول الميثانول والبيريدن.

• نشاطه كمضاد ميكروبي:

يرجع تأثير زيت شجرة الشاي العطري على تثبيط النمو الميكروبي إلى احتوائه على (terpinen-4-ol) وهو تربين حلقي له فعل مضاد نشط كمضاد للنمو الميكروبي. كما أن مستخلصات الشاي الأخضر المحتوية على (EGCG) لها نشاط قوي ضد نمو مدى واسع من الأحياء الدقيقة مثل (*Staphylococcus aureus*) والعديد من البكتريا المرضية الأخرى وحتى الفطريات. وقد ثبت أن بعض الخمائر مثل (*Candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*) مقاومة لكاتشينات الشاي على الرغم من حساسية كل من (*Trichophyton mentagrophytes* and *T. rubrum*) لمستخلصات الشاي. أظهرت كل من (*Staphylococcus*) والعصويات السالبة لصبغة جرام مثل (*Escherichia coli*) حساسية لمركبات (EGCG) عند تركيزات تراوح بين (٥٠ - ١٠٠ ميكروجرام / مل و ٨٠٠ ميكروجرام / مل) على التوالي.

المميزتين، وهو يتكون من مجموعة فينيل متصلة بالدهيد غير مشبع وهو سائل زيتي أصفر أكثر لزوجة من الماء شحيح الذوبان في الماء لكنه قابل للامتزاج مع كل من الإيثانول، الإيثير الإيثيلي والكلوروفورم. وتعتبر أسهل طرق الحصول عليه هي عملية الاستخلاص باستخدام التقطير بالبخار لزيت لحاء نبات القرفة.

• نشاطه كمضاد ميكروبي:

أظهر الزيت العطري للقرفة نشاطاً كمضاد للنمو الميكروبي ضد مجموعة كبيرة من البكتريا والخمائر والفطريات ومنها (*Staph. aureus*، *Klebsiella pneumonia* ، *Pseudomonas aeruginosa* ، *E.coli* ، *Enterobacter faecalis* ، *Mycobacterium smegmatis* and *Candida albicans*).

وقد وجد أن إضافة الزيت العطري لكل من القرفة والقرنفل إلى شراب التفاح مع إجراء معاملة حرارية معتدلة أدت إلى انخفاض معنوي في أعداد ميكروب (*E. coli* O157:H7).

• ميكانيكية التأثير كمضاد ميكروبي:

يرجع التأثير المضاد للنمو الميكروبي بواسطة المركبات الفعالة في زيت القرفة العطري خاصة "Cinnamaldehyde" إلى حدوث تحلل في الجدار الخلوي، تلف في الغشاء السيتوبلازمي، تلف في بروتينات الغشاء الخلوي، نقص في محتويات الخلية وخرابها من السيتوبلازم، تخثر السيتوبلازم واستنفاد بروتونات القوة المحركة.

(٣) زيت شجرة الشاي «Tea tree oil»:

الزيت العطري المستخرج من شجرة الشاي (*Melaleuca alternifolia*) شائع الاستخدام في كثير من دول العالم وخاصةً أستراليا وله العديد من التأثيرات الدوائية المفيدة حيث إنه يعمل كمضاد للالتهابات، كما أنه مضاد للنمو الميكروبي.



• ميكانيكية التأثير كمضاد ميكروبي :

يستطيع مركب (EGCG) الارتباط مباشرةً بطبقة البيبتيدوجليكان الموجودة في الجدار الخلوي ويحدث تلفاً بالجدار الخلوي ويتداخل مع عمليات التخليق الحيوي ويسبب حدوث خلل في وظائف الغشاء وبالتالي تحطمه ، كما يسبب حدوث تغير في عمليات النقل الأيوني أو منع الاستقطاب خلال التغير في تركيب الغشاء والتداخل مع نظام الطاقة المتولدة (ATP) في الخلية أو حدوث تثبيط إنزيمي يمنع إنتاج الطاقة ، وهذا هو السبب الرئيسي لتأثر معظم البكتيريا الموجبة لصبغة جرام مثل «Staphylococcus» بمركب (EGCG).

على الرغم من أن العصويات السالبة لصبغة جرام تحتوي على طبقات بسيطة من البيبتيدوجليكان إلا أنها مغطاة بغشاء خارجي تركيبه الأساسي من (Lipopolysaccharide) والتي تحميها من اختراق وتأثير العديد من المواد المضادة للنمو الميكروبي، كما تمنع الارتباط بين (EGCG) والبيبتيدوجليكان، وهذا يفسر مقاومة أو انخفاض حساسية العصويات السالبة لصبغة جرام لمركب (EGCG).

(٤) الكمون «Cumin» :

الكمون هو نبات مزهر يتبع عائلة (Apiaceae) ، وقد ثبت أن للزيت العطري المستخلص منه فعل مضاد لنمو كل من البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام خاصةً ضد نمو كلاً من:

(*Helicobacter pylori* ، *Clavibacter* ، *Curtobacterium* ، *Rhodococcus Xanthomonas* ، *Erwinia* ، *Ralstonia* ، *Agro-bacterium* and *Pseudomonas*)

• المركبات الفعالة في زيت الكمون:

المركبات الفعالة في زيت الكمون العطري والتي تمثل النسبة الأكبر من مكونات الزيت تشمل، (p-mentha-1,4-dien-7-al (27.4%)، cumin aldehyde (16.1%)، c-terpinene (12.8%)، and a-pinene (11.4%)

• نشاطه كمضاد ميكروبي:

أكثر الميكروبات حساسية لهذه المركبات هي البكتيريا السالبة لصبغة جرام التابعة ل (*Erwinia* ، *Agrobacterium*، *Ralstonia*، and *Xanthomonas*) في حين أن (*Pseudomonas*) أكثر مقاومة لفعل هذه المركبات.

كما أظهر كل من (*Escherichia coli* and *Bacillus megaterium*) حساسية للمركبات الفعالة في زيت الكمون العطري خاصة (a-pinene) ، (cumin aldehyde) وهي المركبات الأساسية في زيت الكمون العطري. حيث ثبت أن الوقت المستغرق للموت الكامل من التعرض لزيت الكمون هو (٢٠ و ١٨٠ و ٩٠ دقيقة) للميكروبات ”الإيشيريشيا كولاي واستافيلوكوكس أوريس والستيريا مونوسيتوجينس“ على التوالي.

(٥) زيت النعناع «Peppermint oil»:

يعتبر النعناع (*Mentha piperita*) من النباتات دائمة الإزهار التابع لعائلة النعناع *Lamiaceae* ، يستخرج زيت النعناع من الأوراق وهو زيت عديم اللون أو ذو لون أصفر شاحب أو مخضر له رائحة وطعم مميزة يعطي إحساساً بالانتعاش (البرودة) ، قابل للدوبان في الإيثانول، ويستخدم زيت النعناع العطري في التطبيقات الغذائية والدوائية وصناعة العطور والمنكهات.

• المركبات الفعالة في زيت النعناع:

يحتوي زيت النعناع القياسي على ما لا يقل عن (٤،٥٪) ولا يزيد على (١٠٪) من الإسترات معبراً عنها كـ (C₁₂H₂₂O₂) ”Menthyl acetate“، وما لا يقل عن (٤٤٪) كحولات حرة مقدرة كـ (C₁₀H₂₀O) ”Menthol“ ، وما لا يقل عن (١٥٪) وما لا يزيد عن (٣٢٪) من الكيتونات معبراً عنها كـ (C₁₀H₁₈O) ”Menthone“. والمنثول (C₁₀H₂₀O) عبارة عن المركب العضوي السائد في بعض النباتات العشبية، أهمها النعناع وهو كحول ثانوي مشبع ، قليل الذوبان في الماء.

من {(+)-S-methyl-L-Cysteine Sulfoxide} allicin أحد مكونات مضاد حيوي يساوي نشاط (١٥ وحدة دولية) من المضاد الحيوي البنسلين .

• نشاط الزيت العطري كمضاد ميكروبي:

وجد أن الزيت العطري المستخلص من (٣) أنواع من البصل (الأخضر ، الأصفر ، الأحمر) والثوم له تأثير مثبط لكل من (*Staph. Aureus* , *S. enteritidis*) وأنواع من الفطريات مثل (*Asp. niger* , *P. cyclospium* & *F. oxysporum*) ، ولقد أوضحت نتائج الدراسات أن الزيت العطري المستخلص من النباتات سابق الذكر أظهر نشاطاً واضحاً ضد نمو البكتيريا، وكان أعلاهم نشاطاً هو المستخرج من الثوم، وأقلهم المستخرج من البصل الأخضر. وقد أظهرت بكتيريا (*Staph. Aureus*) حساسية أقل تجاه النشاط التثبيطي للزيوت ، في حين أن بكتيريا (*S. enteritidis*) تثبط بقوة بواسطة الزيوت المستخلصة من البصل الأحمر والثوم . وبالنسبة للفطريات فلقد كان أقل الفطريات حساسية ضد الزيوت العطرية هو (*F. oxysporum*) في حين أن كلاً من (*A. niger* , *P. cyclospium*) تم تثبيط نموهما تماماً عند التركيزات المنخفضة من الزيوت .

(٧) زيت الموالج "Citrus oil" :

يضم جنس (*Citrus*) حوالي (١٦) نوعاً تابع لعائلة (*Rutaceae*) وتمثل صناعة الزيوت العطرية من الموالج الجزء الأكبر من إنتاج الزيوت العطرية في العالم .

• المركبات الفعالة في الزيوت العطرية للموالج:

يحتوي الزيت العطري للموالج على (٨٥ - ٩٩٪) مركبات طيارة و (١ - ١٥٪) مركبات غير طيارة ، والمركبات الطيارة هي خليط من التربينات الأحادية وخاصة الليمونين (*Limonene*) ، السسكتربينات ومشتقاتها الأوكسجينية والتي تتضمن الألدهيدات، ومنها (*Citral*) ، كيتونات ، أحماض ، كحولات وإسترات .
تمثل التربينات الأحادية (٩٧٪) من تركيب الزيت العطري للموالج في حين أن الكحولات والألدهيدات والإسترات تمثل النسبة الأقل والتي تراوح بين (٨،١٪ - ٢،٢٪) .

• نشاط زيت النعناع كمضاد ميكروبي:

أظهر زيت النعناع العطري أعلى نشاط تثبيطي ضد نمو (١١) نوع من البكتيريا ، ووجد أن الزيت العطري للنعناع بتركيز (٢،١٪) له تأثير مثبط لنمو كل من (*Staph. aureus* and *S. enteritidis*) .

• ميكانيكية التأثير كمضاد ميكروبي :

يرجع التأثير الفعال للمنتول وهو المركب الفعال في زيت النعناع إلى التأثيرات السامة له على تركيب ووظيفة غشاء الخلية والذي يرجع إلى طبيعة المنتول كترين أحادي محب للوسط الليبيدي، مما يسبب تمدد الغشاء وزيادة نفاذيته ، حدوث تثبيط في عملية التنفس، وتأخير عملية النقل الأيوني .

(٦) زيت البصل والثوم «Onion & Garlic oil» :

تعتبر مجموعة «*Allium*» إحدى أكثر المجاميع النباتية انتشاراً على مستوى العالم وذلك بسبب استخداماتهم الغذائية والطبية المتعددة ، وكذلك فوائدهم الصحية نتيجة احتوائهم على مركبات (*phytochemicals*) ذات التأثيرات الحيوية الهامة ، حيث أن لها دوراً هاماً في الحماية من الأمراض المزمنة وبعض المشاكل الصحية ، بالإضافة إلى تأثيراتهم المضادة للنمو الميكروبي .

• المركبات الفعالة في زيوت البصل والثوم :

تعتبر الفلافونونات هي المسئولة عن اللون الأحمر والأصفر في البصل ويعتبر كل من (*Quercetin & Kaempferol*) من الفلافونويدات الأساسية في الأبصال يليهم الأثوسيانينات ، ويرجع إلى هذه المركبات التأثيرات المضادة للأكسدة . كما أن المركبات الكبريتية التي تتواجد في البصل والثوم تعتبر أيضاً من المركبات الهامة ويمثل (*Cysteine sulfoxides*) الجزء الأكبر منها ، وعند تقطيع البصل أو الثوم يتحرر إنزيم «*Allinase*» الذي يحوله إلى «*Thiosulfinates*» والتي يرجع إليها التأثيرات الصحية والتغذوية المفيدة للبصل وكذلك النشاط المضاد لنمو الميكروبات . وقد وجد أن نشاط واحد جرام



(٨) زيت النيم "Neem oil"

اسم الشجرة العلمي هو (*Azadirachta indica*) وهي معروفة في الهند منذ زمن بعيد وتتنمي إلى فصيلة الزنزلخنية "Meliaceae" وهي من الأشجار المعمرة. تكمن فائدة النيم الأساسية في قدرتها على منع مختلف أنواع الحشرات من الدخول إلى المنزل.

• المركبات الفعالة في زيت النيم:

تحتوي شجرة النيم على مادة فعالة هي مادة (azadizachtin) وهي توجد في جميع أجزاء الشجرة ولكن بنسب مختلفة، وتكون أكثر تركيزاً في البذور والثمار. أوراق الشجرة تحتوي على مواد فعالة مركزة فيها هي "triterpenoids"، حيث إن لها تأثيراً ساماً على الحشرات، مضاداً للهستامين، مبيداً للجراثيم، مضاداً للفيروسات، مبيدات الفطريات، ومبيدات حشرية، وطارده للحشرات.

• نشاط زيت النيم كمضاد ميكروبي:

زيت النيم له القدرة على تثبيط نمو العديد من أنواع البكتيريا المرضية مثل (*S. aureus*، *S. typhosa*)، وكل سلالات (*M. tuberculosis*)، وكذلك تثبيط نمو كلاً من (*S. paratyphi*، *V. cholera*).

ومن المركبات الأخرى التي لها تأثير مبيد للحشرات والتي تم عزلها من نبات النيم مجموعة مركبات (*limonoids*) والتي تضم (*Salannin*، *meliontrirole* & *nimbin*).

(٩) حصالبان "Rosemary"

الروزماري أو حصالبان هي أعشاب معمرة، وأوراقها تنشط الدورة الدموية ولاسيما لدى الأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة، وتقلل الصداع وتعالج العدوى البكتيرية والفطرية تمنع الغازات بالجهاز الهضمي وتساعد في عملية الهضم، وامتصاص الطعام وتحسن من وظائف الكبد والجهاز الهضمي، تقلل تكوين الحصوات، كما تقلل من إفراز إنزيم (Urease) الذي له صلة بتكوين هذه الحصوات يستخدم زيتته في تدليك الأطراف، وشرابه الساخن يزيل الصداع.

تتمثل المركبات الأساسية في زيوت الموالح في (Limonene) والذي تراوح نسبته بين (٣٢ - ٩٨٪)، حيث تصل نسبته (٦٨ - ٩٨٪) في البرتقال الحلو، (٤٥ - ٧٦٪) في الليمون، (٣٢ - ٤٥٪) في البرجموت. يليه (Linalool) والذي يصل تركيزه إلى (١٨،٠ - ١٥،٠، ٢٣١،١٠٪) في كلا من البرتقال الحلو، الليمون، البرجموت، على التوالي.

• نشاطه كمضاد ميكروبي:

وجد أن الزيت العطري المستخلص من (*Citrus limonum*) كان له فعالية في تثبيط نمو (٤ سلالات) من بكتيريا (*E. coli*) وكانت التركيزات المستخدمة (٢،٥ - ٨،٢ مل / ١٠٠ مل مذيبة). كما وجد أن لكل من الليمون والبرتقال الحلو والبرجموت ومكوناتهم اللينالول السيترال وليس الليمونين كان لهم تأثير فعال ضد نمو كلاً من بكتيريا (*E. coli*، *Campylobacter jejuni*، *L. monocytogenes*، *B. cereus* and *Staph. Aureus*) وكانت التركيزات المثبطة هي (١٢٥،٠ - ١٪ للبرجموت)، (٠٦،٠ - ١٢٥،٠ مع اللينالول) (٠٣،٠ - ٠٦،٠٪ مع السيترال)، وذلك يعتبر عند التركيزات المقبولة في التطبيقات الغذائية.

• ميكانيكية التأثير كمضاد ميكروبي:

الآليات التي يتم بها تثبيط نمو الميكروبات بواسطة الزيت العطري للموالح ما زالت غير مفهومة بصورة كاملة، ولكن هناك عدد من الآليات المقترحة، منها:

١. حدوث تغيرات لشكل الجدار الخلوي، حيث لوحظ تعرض الغشاء الخارجي لكل من (*E. coli* & *S. typhimurium*) للتحلل عقب تعرضهم لكل من (*Carvacrol* & *thymol*).

٢. تحطم الجدار الخلوي مما يسبب نقصاً في محتويات السيتوبلازم كما هو الحال في (*L. monocytogenes*) عند معاملتها بالزيت العطري.

٣. كما أن التربينات لها القدرة على تحطيم واختراق التركيب الليبيدي في الجدار الخلوي للبكتيريا مسبباً تحلل البروتينات وتحطيم الغشاء الخلوي ونقص في محتويات السيتوبلازم؛ مما يؤدي إلى موت الخلايا.



• المركبات الفعالة :

تم عزل العديد من المركبات من حصالبان تتضمن (Flavones ، triterpenes ، steroids ، diterpenes) ، يرجع النشاط المضاد للأوكسدة للزيت المستخلص من حصالبان بصورة أساسية إلى نوعين من المركبات الفينولية هما (Carnosic acid & Carnosol) . أما المركبات المسئولة عن فعل الزيت المستخلص من حصالبان كمضاد للنشاط الميكروبي فتشمل -1,8 Camphor and bornyl acetate ، pinene (α -) ، Cieol .

• نشاطه كمضاد ميكروبي :

وقد تم دراسة النشاط المضاد للنمو الميكروبي لمستخلصات أوراق الروزماري ضد أنواع مختلفة من البكتيريا مثل (*L. monocytogenes* ، *Staph. aureus* ، *B. cereus*) ، (*E. coli* ، *P. aeruginosa*) ، خمائر *Candida albicans* ، ولقد أوضحت النتائج أن أكثر المركبات نسبة في الزيت المستخلص كانت (Isocarnosol) ومن المعروف أن مركب (*Carnosol*) هو المسئول عن نشاط الروزماري المضاد للأوكسدة . كما احتوى الزيت أيضاً على مركبات (α-pinene ، bornyl acetate ، camphor and carvacrol) وهي المركبات المسئولة عن نشاط الروزماري المضاد للنمو الميكروبي . كما أظهرت المستخلصات نشاطاً جيداً في تثبيط نمو الميكروبات المختبرة خاصة ضد البكتيريا الموجبة لصبغة جرام ، كما أظهرت نشاط ضد نمو البكتيريا السالبة لصبغة جرام ولكنها كانت أقل فعالية وكان تأثيره ضعيفاً في تثبيط نمو خميرة (*Candida albicans*) . وراوحت التركيزات الفعالة بين (٣٢٥ - ٥٠٠٠ ميكروجرام مستخلص / مل مذيب) .

(١٠) المريمية "Sage" :

المريمية نبات عطري معمر ويعتبر من الأعشاب ذات الخصائص العلاجية على مستوى العالم . الزيت المستخلص من أوراق هذا النبات ذو تأثير مضاد للنمو البكتيري ، مضاد للفيروسات ، مضاد للالتهابات ، ومضاد للأوكسدة .

ويرجع تأثير زيت المريمية كمضاد للأوكسدة إلى وجود مركبات من النوع Diterpenoids منها (Carnosic acid Carnosol & rosmaric acid) . حيث أظهر كل من (Carnosic acid ، Carnosol) تأثيراً مضاداً للأوكسدة أقوى من مضادات الأوكسدة الصناعية (BHT & BHA) .

(١١) الزعتر "Thyme" :

هو نبات يتبع الفصيلة الشفوية واسمه العلمي (*Thymus vulgaris*) . تستعمل أوراق وسوق الزعتر لعلاج كثير من الأمراض ، حيث يستعمل لعلاج الكحة والسعال الديكي ويمكن غليه واستعماله كمضمضة لعلاج اللثة بالفم أو غرغرة لالتهاب الحلق . ويمكن استعمالها كبخار لأن به مادة الثيمول (Thymol) التي تقضي على البكتيريا والفيروسات وبعض الطفيليات . والزعتر يحسن الهضم ويرخي العضلات الناعمة ويقلل من وجود البروستاجلاندين الذي يسبب تقلصات في العضلات؛ لهذا يفيد الرياضيين ويقضي على الطفيليات المعوية . ويستعمل كمسحوق في غيار الجروح المتقيحة وكمنفث للبلغم ويقلل التقلصات ويفيد في بداية نزلات البرد والصداع ويمنع الغازات المعوية والشد العضلي ، الجزء الطبي والغذائي المستعمل هو الفروع المزهرة والأوراق .

• المركبات الفعالة :

والجوهري الفعال في الزعتر هو الزيت الطيار الذي يحتوي على حوالي (٥٥٪) منه مركبات فينولية من أهمها (Thymol ، Carvacol) .

• نشاطه كمضاد ميكروبي :

بدراسة التغيرات الحادثة في الجدار الخلوي لميكروب (*Listeria monocytogenes*) مع استخدام زيت نوعين من الزعتر هما (*Thymus eriocalyx* و *Thymus x-porlock*) أثبتت نتائج الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني النافذ على وجود نشاط قوي للزيت كمضاد ميكروبي ، وقد أرجع هذا التأثير لمحتوى الزعتر من الزيوت الطيارة التي تسبب التغير في تركيب الجدار الخلوي وتسبب تسرب محتويات السيتوبلازم الخلوي والإنزيمات .



الفصل الخامس مضادات طبيعية متنوعة للميكروبات

١. ملح الطعام (كلوريد الصوديوم)

يعتبر الملح من أهم المواد الحافظة والوحيد المستخدم على نطاق واسع خصوصاً في حفظ اللحوم والأسماك والخضروات، وحتى وقتنا هذا حافظ الملح على أهميته كمادة حافظة بمفرده. تراجع حالياً استخدامه كمادة حافظة بمفرده وزاد في مقابل ذلك استخدامه كمخلوط مع مواد حافظة أخرى. ولملح الطعام مجالات استخدام عديدة، منها:

- حفظ منتجات الدهون مثل المارجرين التي يضاف إليها بنسبه (٣٪).
- يستخدم الملح في حفظ وتخزين بعض أنواع الجبن.
- حفظ البيض الكامل السائل أو صفار البيض حيث يضاف بنسبة (٥٪) لحفظ البيض السائل.
- يستخدم في حفظ اللحوم كعامل حفظ بمفرده أو يستخدم في طرق حفظ أخرى.
- منتجات الخضار: يستخدم ملح الطعام كمادة حافظة مفردة في حفظ الخضار المملحة وهي منتج وسطي ويستخدم في صناعات أخرى مكتملة، ويمكن حفظ العديد من الخضروات بالملح مثل الفول الأخضر، الكرنب، الجزر، اللفت، البصل، عيش الغراب، الزيتون الأخضر والأسود، الخيار. وهذه الخضار المملحة توضع في محاليل ملحية مختلفة التركيز. ويصل التركيز الحافظ لملح الطعام إلى (١٥٪) وهو تركيز غير مستساغ غذائياً حيث يجب تجهيز الخضراوات المملحة بالنقع في الماء لخفض تركيز الملح إلى (٧-٨٪) فقط بحيث يصبح مستساغاً للمستهلك العادي، وفي حالة التخمر اللاكتيكي حيث تنشط البكتيريا المنتجة للحامض في وجود تركيزات ملح بسيطة أو قليلة يجب ألا يزيد تركيز الحامض عن (٢-٣٪).

كما ثبت وجود تأثير فعال كمضاد ميكروبي للزيوت المستخلصة من القرنفل والزعر ضد الليستيريا عند استخدامها بتركيز محدد .

وقد قام مجموعة من الباحثين بتطبيق واستخدام هذه الزيوت في منتج الهوت دوج ووجد أن التركيزات الفعالة في تثبيط هذا الميكروب في المنتج كانت (١ مل زيت قرنفل / كجم ، ٥ مل زيت زعتر / كجم) خلطة من المنتج .

(١٢) الرمان

استخدم الرمان في الطب الشعبي على مدى طويل من الزمان في معظم حضارات الأرض، وأهم استخداماته أمراض الجهاز الهضمي: الإسهال والدوسنتاريا والمغص المعوي والتهابات القولون وعسر الهضم والطفيليات المعوية وعلى الأخص الديدان الشريطية.

هناك العديد من الأبحاث المنشورة حديثاً في الدوريات الطبية العالمية (وعلى الأخص في السنوات القليلة الماضية) والتي تدل على الأهمية الفائقة للرمان في العديد من المجالات الطبية، منها فعاليته كمضاد للأكسدة، حيث يحتوي الرمان على عناصر ذات فعالية عالية كمضادات للأكسدة، فهو يحتوي على المئات من المركبات المعروفة، من بينها مركبات البولي فينول القابلة للذوبان والتي ثبت أن لها فعالية عالية كمضادات للأكسدة مثل حمض الإيلاجيك «ellagic acid» وحمض الجاليك «gallic acid» والأنثوسيانين (anthocyanins) والكاتيشين (catechins) والإيلاجيك والتانينس (ellagic and tannins).

والرمان مضاد للميكروبات ومضاد للالتهابات وثبتت فاعليته كمضاد للفيروسات ومضاد للبكتيريا ومضاد للعوامل المسببة للتشوهات الوراثية، ويقوي جهاز المناعة ويمنع تليف الكبد، ويحفز التئام الجروح ويقوي الأنسجة الرخوة ويساعد على منع الخلايا السرطانية من الانتشار.

* * *



٣. مضادات الأكسدة الطبيعية:

هي مركبات من مصادر غذائية طبيعية لها أثر فعال داخل الجسم وتقي الجسم من الشوارد الحرة الضارة.

المصادر الطبيعية لمضادات الأكسدة:

- الخضروات والفاكهة
- الحبوب والبقوليات
- المكسرات
- النباتات الطبية والعطرية (حبوب وأعشاب)
- اللحوم والأسماك
- الحليب ومنتجاته

تشمل مضادات الأكسدة العديد من المركبات، منها:

أ. الصبغات النباتية الطبيعية (الكاروتينات والكلوروفيلات والفلافونيدات والأثوسيانين). وتوجد بكثرة في الخضروات والفواكه والطحالب البحرية وغيرها من المصادر ومنها البيتا كاروتين وهو مادة من النباتات التي يمكن أن يحولها الجسم بداخله إلى فيتامين أ وهو مضاد للأكسدة وكمنشط لجهاز المناعة، ويوجد في الخضروات والفواكه البرتقالية والخضراء وهي مصادر جيدة لليبيتا كاروتين. يوصى بتناول (٢٥٠٠٠ وحدة دولية) من الصبغة أي حوالي (١٥مليجرام) والزيادة قد تكون غير ذات فائدة.

ب. الفينولات العديدة: هي مركبات ذات حلقات تمتاز بقوتها كمضادات أكسدة مثل الجاليك والكافيك والسناميك، وهي موجودة بصورة أساسية في البطاطس والباذنجان والتفاح وغيرها من الخضروات والفاكهة.

ج. الفلافونيدات والأيزوفلافونيدات: مثل الريبوتين والكورستين والأبجنين والكامفيرول. والخضروات الورقية غنية بتلك المكونات مثل الجرجير والبقدونس والكرات والملوخية، أيضا الموالح مثل البرتقال والليمون واليوسفي غنية بتلك المركبات.

و. منتجات الأسماك: يعتبر تمليح الأسماك من أقدم طرق الحفظ ومازالت تستخدم حتى الآن حيث يستعمل ملح الطعام في حفظ منتجات عديدة من الأسماك، مثل الرنجة السالمون، الأنشوجة والكافيار. وتستخدم طريقتان في حفظ الأسماك وهما التمليح الجاف أو التمليح الرطب.

ويرجع التركيز الحافظ للملح الطعام إلى قيامه بربط الماء الحر الموجود في الغذاء وتحويله إلى ماء مرتبط غير صالح للاستخدام بواسطة الأحياء الدقيقة الملوثة التي تحتاج إلى وجود نشاط مائي حر حتى تتوفر لها المادة الغذائية اللازمة لنشاطها ونموها وتكاثرها.

علاوة على أن للملح تأثيراً ساماً على الأحياء الدقيقة الملوثة حيث إنه عند ذوبانه في رطوبة الغذاء فإنه يتأين وينفرد أيون الكلور المكون الرئيس للملح الطعام حيث يعتبر أيون الكلور ساماً للميكروبات ومطهراً للغذاء.

كما يساعد الملح أيضاً على تجفيف جراثيم وخلايا الأحياء الدقيقة الملوثة عن طريق زيادته للضغط الأسموزي للغذاء مما يتسبب في سحب الماء الحر من خلايا الأحياء الدقيقة الملوثة وبالتالي موتها وتوقفها عن النشاط.

٢. السكر

السكريات مركبات عضوية سواء كانت خاماً أو مكررة تستخدم كمادة حافظة طبيعية لتثبيط نمو البكتيريا، ويضاف السكر كمادة حافظة طبيعية للفاكهة في عمل المربى والفاكهة المسكرة، ويضاف للعصير لعمل الشراب المركز، وبذلك يوقف نمو الأحياء الدقيقة ونشاط الإنزيمات التي تعمل على فساد الفاكهة. ويصل التركيز الحافظ المستديم من السكر إلى أعلى من (٦٥٪) وهو تركيز مستساغ حيث يوقف هذا التركيز المرتفع نمو ونشاط الأحياء الدقيقة الملوثة للغذاء عن طريق تجفيف البيئة تجفيفاً فسيولوجياً؛ وذلك بربط الماء الحر وتحويله إلى ماء مرتبط غير متاح.

د. التانينات والكاتشين والسابونين: التانينات والكاتشين موجودة بصورة رئيسة في الشاي الأسود والأخضر. كما أن السابونينات موجودة في العرق سوس والمغات.

هـ. بعض الفيتامينات:

■ فيتامين ج كمضاد للأكسدة.

■ التوكوفيرولات (فيتامين هـ).

• فيتامين ج (حامض الأسكوربيك):

يوجد في البرتقال والأوراق الخضراء والسبانخ والبطاطا والمشمش وكبد الحيوان وبكميات قليلة في بلازما الدم وأنسجة الجسم المختلفة في كرات الدم البيضاء والغدة فوق الكلية بنسبه بسيطة وهو لا يخزن داخل الجسم ويسرع من التئام الجروح ويزيد مقاومة الجسم للأمراض وهو سهل الامتصاص وسريع الذوبان في الماء ، ويخفض من الفترة اللازمة للإستشفاء نتيجة ارتفاع عوامل الأكسدة حيث يعمل كمضاد للأكسدة لبعض الفيتامينات الأخرى مثل (أ، هـ) ومجموعة فيتامين (ب) . كما أن تناول كميات كبيرة منه يقلل من نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة مما يدل على وظيفته الوقائية من الشوارد الحرة.

• فيتامين هـ (Tocopherols):

يذوب في الدهون ويوجد في جنين القمح والحليب والبيض والأوراق الخضراء واللحوم، ويعد من أهم مصادر مضادات الأكسدة الغذائية؛ إذ يحمي الجسم من أمراض السرطان والجهاز الدوري التنفسي، وهو هام لحيوية الجسم ونشاط الأوعية الدموية والجلد ويقوي الذاكرة ويخزن بتركيز عالٍ في الكبد والعضلات والقلب، ونقصه لمدة طويلة يسبب ضعف العضلات وضمورها.

كما أن تناوله يساهم في خفض نسبة الضمور العضلي حيث إن له القدرة على الحد من تكوين الشوارد الحرة ذات التأثير المدمر على الأنسجة العضلية، ويوصى بتناوله عند أداء التمرينات التأهيلية.

* * *

رقم الإيداع: ١٤٣٤/٣٠٩٢
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٨١٠٩-٦٣-٢