الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

التقانات الحيوية الميكروبية

Microbial Biotechnology

(الجزء النظري)

المحاضرة التاسعة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

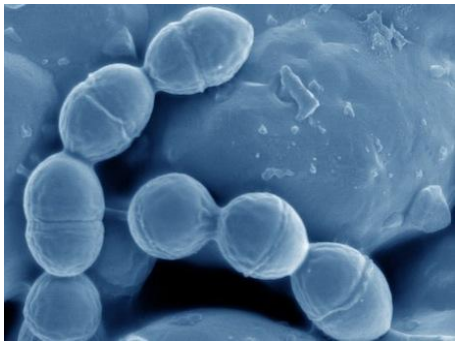
جامعة حماة 2019 – 2020

التقنية الحيوية والأغذية العلاجية
Biotechnology and Probiotics

- **مقدمة:**

أسهم التطور العلمي في تغيير نظرة الخوف من الأحياء الدقيقة لما سببته من أمراض وخسائر اقتصادية لتتحول إلى نظرة ايجابية بعد معرفة دورها في مجالات مختلفة طبية وصناعية وزراعية وغذائية، وتعمل الأبحاث الحديثة على توفير منتجات غذائية تحتوي على بعض الأحياء الدقيقة ذات التأثير المفيد لصحة الإنسان.

هناك أحياء دقيقة ذات أهمية مميزة في التقنية الحيوية منها بعض الجراثيم مثل: *Lactobacilli*، *Escherichia coli*، *Pseudomonas putida*، *Bacillus subtilis*، *Streptomyces coelicolor*، *Corynebacterium glutamicum*، *Streptococci*، وقد دُرست مجموعة المكورات السبحية *Streptococci* من الناحية الوراثية بشكل مفصل نظراً لأهميتها الاقتصادية، وقد غيرت تسميتها إلى *Lactococcus* (مكورات لبنية) ماعدا جراثيم *Streptococcus thermophilus*، واستعملت طرائق الهندسة الوراثية لتغيير مواصفاتها لأنها أكثر طواعية من العصيات اللبنية، ومن الصفات التي نقلت بنجاح إلى المكورات اللبنية ما يلي:



1) زيادة إنتاج النايسين Nisin وهو بروتين يعمل على تحطيم الجراثيم المنافسة.
2) مقاومة الخلايا للعاثيات.
3) تطوير سلالات لتحويل مصل اللبن (الشرش) إلى منتجات مسوقة بعد تعديل النكهة.
4) تحضير سلالات ملائمة لمستنبتات ومزارع قابلة للتجميد والتجفيد والتجفيف بالرذاذ.
5) إنتاج سلالات ذات فوائد علاجية للإنسان.

واستعملت خلايا الجنس كمضيف لنقل الصفات من أحياء أخرى منها:

- إنتاج مركبات النكهة مثل نكهة الموز، والأناناس، والفريز.
- إنتاج بروتينات التحلية أي حلوة المذاق.
- استعملت كمضيف لإنتاج البروتينات العلاجية.

تمتلك الفطريات دوراً مهماً في التقانة الحيوية خصوصاً في تحضير المنتجات الغذائية المخمرة وإنتاج المضادات الحيوية والإنزيمات، وتلعب الفطريات دوراً أساسياً في هدم مركبات الكربون في الغلاف الحيوي كتحليل الأخشاب وتشكيل أحماض الهيوميك Humic acids، وتترافق الفطريات الجذرية Mycorrhizal fungi مع جذور النباتات تساعدها على امتصاص المغذيات، ولكن هناك فطريات أخرى مثل الأعفان ممرضة للنبات والحيوان والإنسان وتفسد الغذاء، ومن الأجناس ذات الأهمية في التقنية الحيوية هي الآتية:

Penicillium، *Aspergillus*، *Rhizopus*، *Mucor*، *Basidiomycetes*.

تُعدّ الخمائر Yeast مجموعة من الفطريات وحيدة الخلية منها المكونة للأبواغ الأسكية الزقية Ascomycetes (33 جنس)، ومنها المكونة للأبواغ الدعامية Basidiomycetes (10 أجناس)، ومنها غير المكونة للأبواغ (17 جنس من الفطريات الناقصة). تتكاثر الخمائر بالتبرعم Budding أو الانقسام البسيط Fission، ويمكن لخلايا الخميرة أن تنمو على أرقام حموضة تصل إلى pH 1.5 وتركيز كحول الإيتانول يبلغ 18 %، كما يمكن لبعضها تحمل تركيز السكروز يصل إلى 50 %. توجد الخمائر في بيئات طبيعية مختلفة ولكل جنس منها بيئة مفضلة مثلاً الجنس *Zygosaccharomyces* يفضل التمر والعسل والمنتجات النباتية المتخمرة أو المواد ذات التركيز المرتفع من السكر أو الملح، ويوجد الجنس *Debaromyces* في المخللات واللحوم المحفوظة كالسجق أو النقانق المتخمرة وغيرها، كما أنّ الجنس *Rhodotorula* يكثر في الهواء الجوي، ويمكن فصل *Saccharomyces* من الألبان المتخمرة فهي قادرة على تخمير الغلوكوز والسكروز والمالتوز والرافينوز لكنها لا تستطيع تخمير سكر اللاكتوز، وتستطيع خميرة *Kluyveromyces marxianus* (*K. fragilis*) حلمأة اللاكتوز وتخمير الغالاكتوز وقد تم عزلها من أنواع الحليب المتخمرة مثل الكيفير والكوميس وهما حليب متخمر منتج بوساطة جراثيم حمض اللبن والتخمير الكحولي للخمائر. توجد أنواع من الخمائر في جسم الإنسان تسبب التهابات جلدية مثل *Candida*. يعتبر الفطر *Geotrichum candidum* فطراً خيطياً لكن لديه قرابة شديدة بالخمائر الزقية ويمكن عزله من أسطح منتجات الحليب المتخمرة. تضم الخمائر المهمة في التقنية الحيوية مايلي:

Sacharomyces cervisiae، *Candida utilis*، *Candida albican*، *Candida Kefir*

Schizosaccharmoyces pombe، *Hansenula polymorpha*، و *Pichia pastoris*.

تعدّ الأغذية وخصوصاً المتخمرة من أهم إفرازات التقانات الحيوية الميكروبية التي تقدمها في الجوانب الطبية، وللأغذية المتخمرة مجال واسع من التطبيق مما يشير إلى فوائدها كونها أغذية وقائية وعلاجية، وقد أثبتت الدراسات جدوى استعمال منتجات الألبان حيث تميزت جراثيم حمض اللاكتيك مثل *Lactobacillus casei Shirota* وبعض السلالات الأخرى مثل *Bifidobacterium* التي تستعمل لإنتاج ملايين الأطنان من المنتجات المتخمرة ليستعملها البشر لأغراض طبية ووقائية وأصبحت في مقدمة الأحياء العلاجية Probiotics (بروبيوتيك كلمة إغريقية تعني الحياة). تتوفر حالياً الأحياء العلاجية بأشكال مختلفة من منتجات الحليب المتخمرة بشكل متممات غذائية أو على شكل أقراص، ونظراً للاهتمام الكبير بهذه المجموعة من الأحياء وضعت المنظمات العالمية التابعة للأمم المتحدة (FAO/WHO) عام 2001 التعريف الخاص للأحياء العلاجية Probiotics بأنها "كائنات حية مجهرية عند تناولها بكميات كافية تضفي فوائد صحية على المضيف"، ويلاحظ من التعريف على وجوب أن تكون الخلايا حية.

- **صفات الأحياء العلاجية:**

لقد وضعت مواصفات لهذه الأحياء التي يرام استخدامها كأحياء علاجية منها:

1- أن تكون آمنة ذات أصل بشري وتصبح جزءاً من فلورا الأمعاء.

2- أن تكون معروفة الحساسية والمقاومة للمضادات الحيوية.

3- منتجة للمواد المضادة للميكروبات مثل إنتاج البكتريوسينات (النايسين) والمواد العضوية المثبطة.

4- لها عمليات استقلاب وأيض مرغوب بها.

5- أن تكون ثابتة من الناحية الوراثية لها صفات مضادة للتطفير.

6- غير ممرضة ولا تُسبب التهابات.

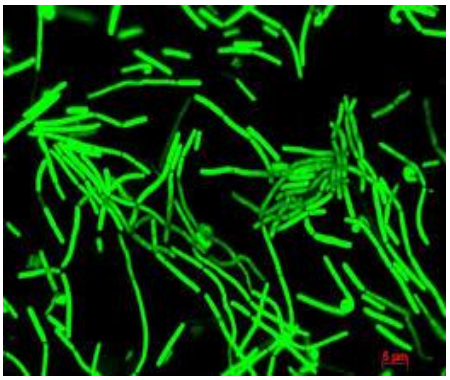
7- أن تكون قادرة على اجتياز الحواجز في الجهاز الهضمي مثل حموضة المعدة ووجود أملاح الصفراء في الأمعاء.

8- أن يكون لها تأثير محفز للمناعة في الطبقة الطلائية للأمعاء.

9- أن تستطيع العمل كوسائل لتوصيل البروتينات والببتيدات العلاجية إلى أماكن محددة من القناة الهضمية للإنسان.

10- أن تتحمل العمليات التصنيعية للأغذية بمواصفات جيدة من حيث مدة صلاحية المنتج الغذائي.

- **أهم الأحياء العلاجية:**



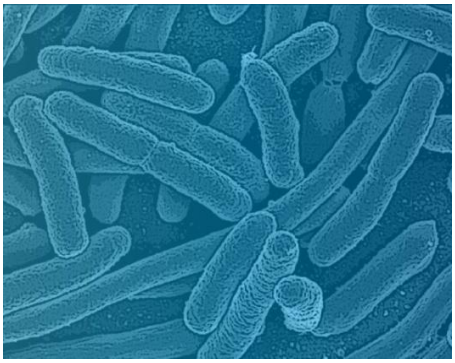
تعدّ الأحياء الآتية من أهم الأحياء العلاجية المستخدمة:

Lb. casei Shirota، *Lb. acidophilus* LC1،

Lb. rhamnosus GG

وتعدّ جراثيم *Lb. helveticus* R 389 الأقوى بقابليتها على تحليل البروتينات من بين جراثيم حمض اللاكتيك.

ومن الأحياء العلاجية خارج نطاق جراثيم حمض اللاكتيك هي جراثيم *Oxalobacter* التي لها قدرة على استهلاك الأوكزالات كمصدر للكربون لأنها جراثيم لاهوائية حامضية. يمكن استخدام هذه الجراثيم لعلاج حصى الكلى المكونة من أوكزالات الكالسيوم



والتي تكثر في الخضار والفواكه والمشروبات كالشاي والقهوة. يندر وجود غذاء بدون أوكزالات كما أنها تتكون في الجسم من هدم الحموض الأمينية، ويتم التخلص من الأوكزالات عن طريق البول لكن في حالات خاصة تتجمع مكونة الحصى الكلوية. تنتشر جراثيم *Oxalobacter* عند الإنسان والحيوان لكنها تفقد من الإنسان لأنها حساسة للمضادات الحيوية وغيرها من الأدوية لذلك فإنّ هذه الجراثيم تعدّ من الأحياء العلاجية التي يمكن أن تساعد في التخلص من حالة مرضية. وتُعد الفيروسات التي تُصيب الخلايا الجرثومية وتدعى آكلات الجراثيم Bacteriophages أو العاثيات من الأحياء العلاجية. وهناك اهتمام بأحياء أخرى مثل خميرة *S. boulardii* التي تباع بشكل صيدلاني لمكافحة الإسهال الذي يعقب استعمال المضادات الحيوية لقدرتها على إنتاج أنزيم بروتياز يفكك سم *Cl. difficile* المسببة للإسهال، بالإضافة إلى قدرة الخميرة على إفراز الفيتامينات خصوصاً فيتامين B12. وتتوفر حالياً الأحياء العلاجية بأشكال مختلفة من منتجات الحليب المتخمرة بشكل متممات غذائية أو على شكل أقراص.

- **أهم الأغذية العلاجية:**

إنّ الهدف من تصنيع الأغذية هو الإنسان لذلك لابد من دراسة الأحياء الموجودة في جسمه التي تتركز في الأمعاء الغليظة، وهذه الأحياء في الحالة الطبيعية تكون على الشكل التالي:

1- أحياء ذات فوائد مثل العصيات اللبنية والجراثيم المنشطرة *Bifidobacteria* التي تساعد في الهضم وتنشط الجهاز المناعي وتثبط الممرضات.

2- أحياء مؤذية وهي المؤدية إلى الأمراض (سرطان القولون) عند انعدام التوازن الصحي للجسم.

تُنتَج العديد من الأغذية المتخمرة لأغراض علاجية في مختلف أنحاء العالم وفق المواد الأولية المتوفرة إذ ليس من الضروري أن تكون منتجات للحليب فمنها اللحوم والحبوب والخضراوات المتخمرة. يوجد منتجات تنتج بملايين الأطنان وتستعمل بشكل كبير لأغراض علاجية منها:

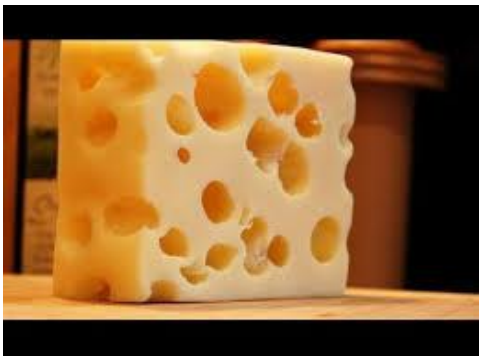
✓ **اللبن Yoghurt:**

اللبن منتج متخمر من الحليب بالاعتماد على علاقة تعايشية بين سلالات بادئة تقليدية هي: *St. thermophilus* و *Lb .bulgaricus* حيث تقوم العصيات بتحليل بروتينات الحليب وتحرير الحموض الأمينية والببتيدات لنموها فيحفز ذلك نمو المكورات وتبدأ بإنتاج حمض الفورميك الذي يحفز بدوره نمو العصيات، وهذا التعاون يؤدي إلى تقصير وقت التخمير إلى 4 ساعات عند درجة حرارة 43°م ويكون الناتج مختلفاً عند استخدام الجراثيم كل على حدى. وأهم بروتينات الحليب المتحللة هو الكازين وبعض بروتينات الشرش منتجة مستويات عالية من الببتيدات والحموض الأمينية مثل الفالين والهستيدين والسيرين، أما السكريات وأهمها اللاكتوز فيتخمر منه 20-30 % إلى حمض اللاكتيك لأن البادئات المستخدمة متجانسة التخمير، وتحصل تغييرات في فيتامينات وأملاح الحليب أثناء التخمر فتسخين الحليب قبل تخميره تؤدي إلى إتلاف فيتامينات B6، B12، وحمض الفوليك في حين تبقى الأخرى مثل النياسين دون تغيير، ويمكن إضافة بادئات أخرى لتحسين اللبن وإعطائه نكهة مثل *Lactococcus lactis*، وجراثيم *Leuconostoc* غير متجانسة التخمير أو إضافة الأحياء العلاجية لعلاج الالتهابات والإسهال مثل الجراثيم المنشطرة *Bifidobacteria* وجراثيم *Lb. rhamnosus* GG.

✓ **الأجبان العلاجية:**

إنّ أفضل تصنيف للأجبان هو الذي يعتمد على محتوى الرطوبة، ونمط الحليب، ودور الأحياء الدقيقة في إنضاج الجبن، فهناك الأجبان الطرية مثل الحلوم والموزاريلا، والأجبان نصف الطرية مثل روكفورت وغودا، والأجبان القاسية مثل الشيدر والإمنتال، والأجبان القاسية جداً مثل بارميزان وغرانا. تعدّ عملية تحميض الحليب المعد لصناعة الجبن ضرورية لذلك تضاف البادئات لإنتاج الحموضة بسرعة، وتستعمل في الأجبان العادية الأحياء المحبة لحرارة متوسطة مثل:

Leuconostoc spp، *Lactobacillus* spp، *Streptococcus* spp، أما الأجبان التي تعالج بحرارة عالية فتستخدم أحياء محبة للحرارة مثل: *St. thermophilus*، *Lb. helveticus*، *Lb. delbrueckii subspp bulgaricus*.



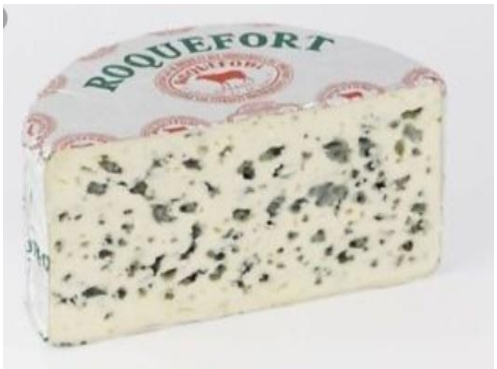
وفي حالة الأجبان المحتوية على ثقوب مثل الجبن السويسري فتضاف الجراثيم المولدة للغازات مثل:

Propionibacterium shermanii،

Lb. lactis subspp *diacetylactis*،

Leuconostoc meserteroides،

وميزة صناعة الجبن أنّ الحليب يعرض إلى حرارة معتدلة لذلك يبقى الحليب حاوياً على عدد من الأحياء الدقيقة منها جراثيم حمض اللاكتيك وهي من غير البادئات المستخدمة للجبن، وتحوي الأجبان على فلورا ثانوية مثل الخمائر والفطريات يضاف بعضها لإنتاج أنواع معينة من الجبنة مثل إضافة



Penicillium Roqueforti

و *Penicillium camemberti*

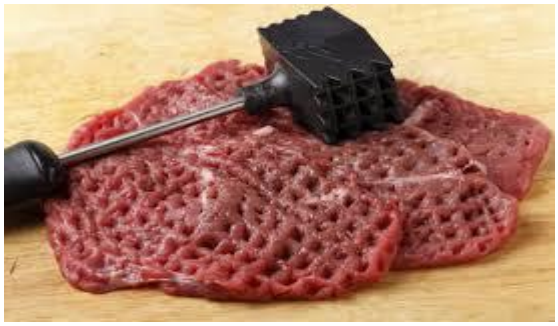
وأنواع من الجراثيم مثل: *Corynebacterium* spp، *Brevibacterium linens*، وغيرها حسب المنتج.

ولإنتاج الجبنة العلاجية يجب أن تعدل طريقة التصنيع لإيصال الأحياء العلاجية إلى المستهلك بأعداد كبيرة، وتضاف بنسبة 0.1 % من البادئ المستخدم.

تُعد الجبنة الأفضل لحمل الأحياء العلاجية لأن الخلايا تكون مركزة داخل شبكة من البروتينات والدهون المكونة للجبنة لا تتعرض إلى إجهاد الحموضة عند مرورها في القناة الهضمية إلى أن تصل إلى الأمعاء لتمارس فعاليتها، كما أنّ عمليات نقل الأجبان أسهل من تداول المنتجات الأخرى وتفيد الأشخاص الذين لديهم حساسية من اللاكتوز.

- **اللحوم:**

تستهلك اللحوم طازجة أو مصنعة حيث يتم تحسين النكهة وإطالة مدة الصلاحية ومنع التفسخ دون التأثير على القيمة الغذائية، وتُستخدم أنواع من الأحياء الدقيقة في تخمير اللحوم (النقانق) منها:



فطريات: *Penicillium. chrysogenum*، *Pen. nalgiovense* لإعطاء النكهة واللون وتحسين الجوانب الصحية للحوم، وجراثيم حمض اللاكتيك *Lb. curvatus*، *Lb. plantarum*، *Lb. sakei* لإعطاء النكهة وزيادة مدة الصلاحية وقابلية التقطيع وتحسين الجوانب الصحية للحوم، والجراثيم المكورة *M. varians*، والخمائر *Candida famata*، *Debaryomyces hansenii* لإعطاء النكهة واللون كما تستعمل الأنزيمات لغرض تقديد اللحوم Tenderization.

تقوم جراثيم حمض اللاكتيك بتخفيض مستويات الهيستامين وبدور مضاد للجراثيم المرضية مثل *Salmonella, Staph. aureus*، وبإعطاء اللحوم الطعم الحامضي وخفض الرقم الهيدروجيني pH الذي يعطي لحوم كثيرة العصارة Juiciness. تؤثر عمليات تخمر اللحوم على مركبات النكهة التي تتكون من:

- ❖ مواد نكهة متطايرة التي تنتج من تحلل الدهون والتي يليها أكسدة الحموض الدهنية المتحررة.
- ❖ مواد تنتجها الأحياء الدقيقة مثل الحموض العضوية والحموض الأمينية والببتيدات التي تتحول إلى مركبات نكهة مثل الكحولات والأسيتالدهيد (إيثانال).
- ❖ مواد النكهة التي تنتج من الفطريات والخمائر العاملة في الإنضاج السطحي للحوم.

تستخدم جميع البادئات لأكثر من غرض لكن أهمها الجانب الصحي أو العلاجي فاللحم المتخمر أو النقانق يمكن أن يُعدّ للأغراض العلاجية وقد انتجت مثل هذه المنتجات الحاوية على جراثيم *Lb. paracasei* والجراثيم المنشطرة وأدى استهلاكها إلى ازدياد عدد الخلايا التائية للكريات البيض وزيادة في الأجسام المضادة وتغيرت مؤشرات الدهون إلى الأفضل. ويلاحظ أن عمليات تخمر اللحوم تنتج بعض الأمينات الحيوية Biogenic amines مثل Cadaverine، Tryptamine، Histamine، Tyramine، وبعض أفراد جراثيم حمض اللاكتيك يمكن أن تَستعمِل الهيستامين لإنتاج الحمض الأميني الهيستيدين لذلك فحُسن اختيار البادئ يؤدي إلى نتيجة أفضل.

- **الخضراوات والفواكه:**

تُصنع الفواكه والخضراوات لأغراض مختلفة ويمكن أن تُحفظ بعمليات التخمر التي تشارك فيها العديد من الأحياء الدقيقة منها العصيات اللبنية و*Leconostocs* التي تُستخدم في تخمير الخيار والزيتون والملفوف، وتعمل الهندسة الوراثية بشكل نشيط في هذا المجال للحصول على بادئات ذات كفاءة عالية لهذه التخمرات، ومن أهم الأمثلة:

✓ **الملفوف المتخمر Sauerkraut:**

وهو مخلل الملفوف أحد المنتجات الغذائية المتخمرة التي ازداد الاهتمام بها عالمياً لما لها من فوائد صحية وتُعدّ من الأغذية العلاجية حيث يحضر المنتج من الملفوف الخاضع لعملية تخمر لاكتيكي تحت ظروف لا هوائية للنوع *Brassica oleracea* var *capitata*، وتحصل عملية التخمر بسلسلة من التخمرات المتباينة والمتجانسة وهي عملية تلقائية معتمدة على الفلورا الطبيعية الموجودة على أوراق الملفوف تحتاج فقط إلى تهيئة الظروف الملائمة من درجة حرارة وكبس الأوراق المقطعة بعد إضافة الملح، ويمكن تقسيم عملية التخمر إلى المراحل التالية:

– المرحلة الأولى يبدأ فيها التخمر بفعالية الأحياء المجبرة هوائياً مثل *Pseudomonas* spp، و*Flavobacter* spp ، و*Acinetobacter* spp وتتلاشى هذه الأحياء بعد استهلاك الأوكسجين وتحول الظروف إلى لا هوائية، ويكون ذلك مرافقاً لإنتاج الحموض العضوية مثل حمض الخليك واللاكتيك والفورميك.

- المرحلة الثانية يحصل فيها انخفاض الرقم الهيدروجيني pH وتحول الظروف إلى لا هوائية مما يسمح لجراثيم حمض اللاكتيك بالنمو والسيادة، وتبدأ الأحياء الدقيقة التالية *Le. Mesenteroides*، و*Le. Faltax* بتكوين المستعمرات بعد مرور 12 ساعة من بدأ التخمر منتجة المزيد من الحموض وغاز ثنائي أكسيد الكربون لأنها متباينة التخمر ويحل هذا الغاز محل الهواء مما يساعد على ثباتية فيتامين C واللون للمنتج، ثم تبدأ العصيات اللبنية متباينة التخمر بالنمو مثل *Lb. brevis* التي تكون أكثر تحملاً للحموضة والملوحة. تستغرق المرحلة الأولى والثانية 3 – 6 أيام حسب درجة الحرارة ويكون حمض اللاكتيك عند نهايتها حوالي 1 %.
- المرحلة الثالثة يكون فيها التخمر بوساطة جراثيم حمض اللاكتيك متجانسة التخمر وتصبح هي السائدة وتشاركها المكورات السبحية *Streptococci* والمكورات المعوية *Enterococci*، ويعبأ الملفوف عندما يصل الرقم الهيدروجيني إلى 4%.

❖ **تأثير الأحياء العلاجية على المؤشرات الحيوية العامة:**

يُعدّ وجود الفلورا الطبيعية في الأمعاء أساسي لتطوير جهاز مناعي فعال، وتناول العصيات اللبنية والجراثيم المنشطرة يزيد من عدد الخلايا البائية للكريات البيض المفرزة للغلوبيولين IgA وهو الخط الدفاعي الأول ضد الممرضات المعوية مما يساعد في تخفيف الإسهال، كما أنّ تناول اللبن الرائب يؤدي إلى زيادة طول الزغابات المعوية وبالتالي زيادة امتصاص الأغذية وإفراز المخاط ويمنع ذلك من انتقال الجراثيم الموجودة في الأمعاء إلى أنسجة الجسم. إنَّ الأحياء العلاجية تخفض الكولسترول وتحفز إنتاج حاثات خلوية تنشط الخلايا الطبيعية القاتلة للخلايا السرطانية.

✓ **البروتينات الوظيفية أو الببتيدات العلاجية:**

أثر الاهتمام المتزايد بدور الغذاء في تعزيز صحة الإنسان ورفاهيته مما أدى إلى ظهور فئة جديدة من الأطعمة تسمى الأغذية الوظيفية، والتي تعدّ حالياً واحدة من أسرع القطاعات نمواً وإنتاجاً للغذاء خاصة صناعة الألبان، وقد قامت لجنة من الخبراء الأوروبيين في مجال التغذية والطب بتعريف الغذاء الوظيفي بأنه "الغذاء الذي يمكن اثبات تأثيره بشكل إيجابي على واحدة أو أكثر من الوظائف المستهدفة من الجسم بما يتجاوز التأثيرات الغذائية بطريقة تحسن الصحة والرفاهية أو تقلل من خطر الإصابة بالأمراض". يستهدف الغذاء الوظيفي جميع الأشخاص أو مجموعة معينة من الأشخاص، ويمكن أن يكون الغذاء الوظيفي أي طعام يحتوي بشكل طبيعي على مكونات ذات خصائص صحية يمكن اثباتها، فهو عبارة عن طعام تمت إضافة أحد المكونات إليه أو طعام تمت

إزالة أحد المكونات منه بوسائل تكنولوجية حيوية، وقد أظهرت العديد من الدراسات تحسين القيمة الغذائية في الحبوب المتخمرة نتيجة زيادة محتواها من الببتيدات والحموض الأمينية الأساسية، كما يقلل تخمير المنتجات النباتية مستوى العوامل الضارة مثل الغليكوزيدات المكونة للسيانيد وحمض الفيتيك، ويزيد تخمير الحليب من التوفر الحيوي للمعادن. عندما تخمر جراثيم حمض اللاكتيك الحليب والأغذية الأخرى تقوم بتحليل البروتينات لإنتاج الببتيدات والحموض الأمينية لاستخدامها في النمو وتستهلك منها حوالي 25 % فقط، والببتيدات التي تبقى في وسط التخمر هي البروتينات الوظيفية والببتيدات ذات الأهمية الحيوية، تطلق أنزيمات الخلايا الجرثومية المستخدمة في التخمر الببتيدات الحيوية ذات الفعالية القوية، وعند تناول المنتجات يستمر تأثير الأنزيمات الميكروبية قبل تعرضها للأنزيمات الهاضمة في الأمعاء والتي تزيد من إطلاق الببتيدات الحيوية الصغيرة لذلك كان تحلل البروتينات وهضمها في الأمعاء أفضل بتناول اللبن مقارنة بتناول الحليب غير المتخمر، ومن بروتينات الحليب المهمة Casein التي تطلق أكثر من 20000 من الببتيدات المختلفة، إضافة إلى الكازينات يوجد بروتينات الشرش التي يمكن أن تطلق الببتيدات الفعالة عند تخميرها، فمن البروتينات العلاجية مضاد للتخثر ومسكن للآلام وخافض لضغط الدم مثل Casokinins وللبعض تأثير قاتل للميكروبات مثل Lactoferricin ومحورة للمناعة والبعض حامل للمعادن ومضاد للإسهال وجميعها تساهم في تحسين الصحة. وكذلك الجبن في المراحل الأولية من عملية النضج يكثر فيه الببتيد الخافض لضغط الدم، وقد جربت الببتيدات في الإنسان فكانت نتائجها جيدة في خفض الضغط ودون أعراض جانبية مقارنة مع المخفضات التقليدية.

يمكن هندسة الأحياء العلاجية لزيادة إنتاج الببتيدات بشكل متوازن من الناحية الفيزيولوجية، وتحتاج الأحياء العلاجية إلى تحضيرها بشكل خاص للحفاظ عليها إلى حين الاستهلاك إضافة إلى طرائق خاصة لإعداد البادئ لاستعماله في تحضير الأغذية العلاجية، ومن أهم الطرائق طريقة التجفيد Lyophilization التي تعدّ ملائمة لبعض الحالات حيث تسهل عمليات تداول الأحياء إضافة إلى الحفاظ عليها لمدة طويلة، والأشكال المجفدة تستعمل كمتممات غذائية على شكل أقراص، ومن الطرائق الأخرى المستعملة في تحضير الأغذية العلاجية طريقة التجفيف بالرذاذ وتعني نقل المواد من الحالة السائلة إلى حبيبات جافة بعملية تكوين الرذاذ في جو ساخن وهي من أهم الطرق المستعملة في صناعة الألبان لسهولتها وكلفتها القليلة، ويمكن استعمال التغليف لحماية الخلايا.

❖ **مستقبل الأغذية العلاجية**:

ازداد الاهتمام بالأغذية العلاجية وفوائدها ونشأت شركات تقوم بإنتاجها وإجراء البحوث للحصول على سلالات ذات كفاءة عالية من خلال استثمار المعلومات الجزيئية الخاصة بالجراثيم لمحاولة هندستها، والاهتمام الأكبر لإنتاج الأغذية العلاجية لا يزال ينصب على الألبان المتخمرة لكن هناك عدد من الجراثيم خصوصاً المنشطرة لا تستطيع النمو في الحليب لذلك تضاف للتعويض لأن أحياء بادىء اللبن غير متحملة للصفراء ولا تبقى في القناة الهضمية، لذلك تركز الاهتمام على الجراثيم التي تستطيع البقاء في القناة الهضمية مثل *Lactobacillus acidophilus* و *Bifidobacterium longum* وأضيفت إلى اللبن الرائب ومنتجات الحليب المتخمرة. وتهتم الشركات بإنتاج أغذية الرضع حيث تحضر لهم خلطات غذائية تحوي على أعداد كبيرة من الجراثيم المنشطرة منها *Bifidobacterium Breve*، *Bif. Infantis*. وأغذية لكبار السن بسبب تغيّر فلورا الأمعاء وسيطرة جراثيم *Bif. adolescentis* التي تنشأ من ضعف الجهاز المناعي واستعمال الأدوية والتغييرات الفيزيولوجية للجسم لذلك تصنع لهم أغذية حاوية على العصيات اللبنية والجراثيم المنشطرة *Bifidobacterium* إضافة إلى استخدام العلاج الحيوي Prebiotic (هي كربوهيدرات غير قابلة للهضم تساعد في التصاق الجراثيم بالطبقة المخاطية للأمعاء وتسمح بتكاثر الأحياء العلاجية)، ويعتبر حليب الأسيدوفلوس Acidophilus milk من أشهر الألبان المتخمرة العلاجية في الدول المتقدمة وتعود تسمية المنتج إلى استخدام جراثيم *Lactobacillus acidophilus* في تحضيره، وهذه الجراثيم موجودة بأعداد كبيرة في أمعاء الأطفال ثم تختفي عند الفطام ويمكن توطينها في أمعاء الأشخاص البالغين لأن وجودها مفيد في حالات الإمساك والاضطرابات المعوية خصوصاً عند تناول المضادات الحيوية، ويتم إنتاج حليب الأسيدوفيلوس الحلو غير المتخمر حيث يضاف أعداد كبيرة من جراثيم *Lb. acidophilus* إلى الحليب المبستر بدون تحضين، ويتم حالياً توزيع كميات كبيرة من هذا النوع من الألبان المتخمرة على المستشفيات في الولايات المتحدة لعلاج المرضى. تُنتج الألبان الحيوية Bio-Yoghurts للحصول على فوائدها وهي تحتوي مزيجاً من الأحياء بعضها قادر على البقاء في القناة الهضمية مثل *Lb. acidophilus* و *Bifidobacterium* بالإضافة إلى جراثيم البادئ الأساسية *Strep. Thermophilus* لإعطاء الطعم المميز للبن الرائب. تهتم الشركات بإنتاج أغذية خاصة مثل أغذية النباتيون الحاوية على جراثيم حمض البروبيونيك المنتجة لفيتامين B12، وتنتج الشركات أيضاً أغذية لرواد الفضاء الذين يعانون من مشاكل انعدام الوزن كالإسهال وفقدان

الكالسيوم لذلك فإن الأغذية العلاجية يمكن أن تساعد في حركة الأمعاء التي تقلل من الإسهال، وتساعد في زيادة امتصاص الكالسيوم وتحمي من الأمراض.

يبدو أن العبارة الشهيرة التي قالها الطبيب الإغريقي أبو قراط Hippocrates

"دع غذائك يكون دوائك"

على وشك أن تتحقق وقريباً سينتهى الحد الفاصل بين الغذاء والدواء.

انتهت المحاضرة