الفصل الخامس

الأجناس البكتيرية المهمة في مجال الأغذية

• جنس كامبايلوباكتر • جنس أسيتوباكتر • جنس أسينيتوباكتر • جنس ألكاليجنز • جنس بروسيلا • جنس فلافوبكتريوم • جنس سيدوموناس • جنس سيتروباكتر • جنس انتروباكتر • جنس إروينيا • جنس إيشريشيا • جنس بروتيوس • جنس سالمونيلا • جنس سيريشيا • جنس شيجلا • جنس فيبريو • جنس يرسينيا • البكتريا المحبة للملوحة • جنس بايفيدوبكتريوم • جنس انتيروكوكس • جنس لاكتوكوكس • جنس ليوكونوستوك • جنس ميكروكوكس • جنس بيديوكوكس • جنس سارسينا • جنس ستافيلوكوكس (المكورات العنقودية) • جنس ستربتوكوكس • أجناس البكتيريا المكونة للجراثيم • جنس ديسلفوتوماكولم • جنس لاكتوباسيلس • جنس ليستريا • جنس ميكوبكتيريوم

للتعرف على الأجناس البكتيرية المهمة في مجال الأغذية سنتبع نظام دليل برجي للتعرف على البكتريا (الطبعة التاسعة) Bergy's Manual of Determinative Bacteriology والذي يحتوي على معلومات مستقاة من دليل برجي ذي الأربع مجلدات والمعروف بـ Bergy's Manual Systematic Bacteriology والذي يشتمل على معلومات موسعة عن وصف الأجناس والأنواع والتصنيف والتسمية وطرق العزل.

obeikandl.com

فيما يلي بعض الخصائص التي يعتمد عليها في التعرف على البكتريا :

١- التفاعل مع الصبغات
٢- الشكل الظاهري Morphology
٣- الحركة
٤- القدرة على إنتاج الجراثيم
٥- الحاجة للأكسجين للنمو
٦- القدرة على إنتاج إنزيم الكاتاليز Catalase
٧- اختبار الأكسيديز
٨- اختبار التخثر Coagulase
٩- إنتاج الغاز والحمض من الكربوهيدرات
١٠- اختبار IMViC
١١- إنتاج كبريتيد الهيدروجين
١٢- اختبار الإنزيم المحلل لليوريا Urease test
١٣- اختبار إنزيم الفوسفاتيز
١٤- القدرة على تحلل الاسكولين Aesculin hydrolysis
١٥- التفاعل في حليب اللتمو Reaction in Litmus Milk
١٦- النسبة بين القواعد النيتروجينية المكونة للحمض النووي DNA

جنس كامبايلوباكتر *Campylobacter*

تتبع المجموعة الثانية، وفق دليل برجي للتصنيف، أفراد الجنس عصوية حلزونية منحنية (٠,٢-٠,٨×٠,٥-٥ ميكرونا) سالبة لصبغة جرام، متحركة بسوط، وحركتها لولبية، هوائية طفيفة Microaerophilic إلى لا هوائية وتتطلب تراكيز

منخفضة من الأكسيجين (٢-٥٪) و٢-١٠ ٪ من ثاني أكسيد الكربون للنمو، وهي عضوية التغذية Chemoorganotroph، موجبة الأوكسيديز. تحدث حركة حلزونية مثل حركة ثاقب الفلين Corkscrew-like بواسطة سوط مفرد عند قطب واحد أو كلا القطبين، ويعتبر من الأجناس المهمة من الناحية الغذائية.

بعض الأنواع المنتمية للجنس كامبايلوباكتر تكون ممرضة للإنسان والحيوانات، ويمكن أن تسبب الإجهاض والعقم في الأبقار والغنم، ويمكن أن تكون ممرضة للإنسان إذ إن بعض الأنواع يمكن أن توجد في القناة الهضمية والأجهزة التناسلية والتجويف الفمي للإنسان والحيوان. في الإنسان ولاسيما الأطفال، تسبب نزلات معوية Gastroenteritis، ومعظم الحالات حدثت بسبب استهلاك حليب إما خام أو مبستر بطريقة غير سليمة. في السابق كان يعتقد أنها من الممرضات الحيوانية Animal pathogens فحسب حيث تسبب لها الإجهاض Abortion ونزلات معوية Enteritis ولاسيما في الأغنام والأبقار ولكن في السبعينات بدأت تظهر *C. jejuni* كأحد الممرضات المهمة للإنسان. وفي أمريكا مثلاً وجد أنها مسئولة عن ٥٪ من حالات الإسهال في بريطانيا أصبحت مسؤولة عن أكثر حالات العدوى الغذائية. ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م.

من الأنواع المهمة:

كامبيلوباكتر جيجوناي *C. jejuni*

يعتبر الحليب الخام والمبستر بطريقة خاطئة المصدر الرئيسي لهذا الميكروب.

ومن الأنواع الأخرى الممرضة للإنسان والحيوان **كامبيلوباكتر فيتس *C. fetus*** **وكامبيلوباكتر كولاي *C. coli*.**

الجنس أسيتوباكتر *Acetobacter*

تسمى بكتريا حمض الخل Acetic acid bacteria أو Vinegar bacteria وتتبع عائلة *Acetobacteriaceae* ووفق دليل برجي يتبع المجموعة الرابعة (البكتريا العصوية والكروية السالبة للصبغة)، توجد في الفواكه والخضار الفاسدة وكذا العصائر وفي المشروبات الكحولية[1] والخل. الخلايا تكون إهليلجية Ellipsoidal إلى عصوية مستقيمة أو منحنية قليلا. سالبة لصبغة جرام بالنسبة للمزارع الحديثة، أما القديمة فتكون متغيرة Variable. متحركة بأسواط قطبية، مغايرة التغذية. الأيض يعتبر تنفسيا ولا يكون تخمريا، ويعتبر الأكسجين المستقبل النهائي للإلكترون، وتصنف على أنها هوائية حتمية. تنمو في المدى الحراري مابين ٥-٤٢°م والمثلى ٣٠°م. الأس الهيدروجيني ٥,٥-٦,٥ وتنمو عند الأس الهيدروجيني ٤-٤,٥. تعمل على أكسدة كحول الإيثانول إلى حمض الخل مما يؤدي إلى خفض الأس الهيدروجيني إلى ٣,٦ أو أقل، موجبة الكتاليز وسالبة الأكسيديز. وتختلف السلالات في قدرتها على إنتاج الخل حيث يتراوح التركيز ما بين ٥,٤٪ و ١١٪. كما أن لها القدرة على أكسدة الخل أكسدة كاملة (ماء وثاني أكسيد الكربون). (جنس جلوكونوباكتر أيضا له القدرة على إنتاج الخل وإنتاج حمض الجلوكونيك من الجلوكوز ولكن ليس له قدرة على أكسدة هذه الأحماض).

من خواص الجنس التي تجعله مهما في مجال الأغذية:

١- تتسبب في فساد بعض الأغذية مثل التمور ولاسيما عندما تكون رطباً والعسل و العصائر والفواكه والخضار والمشروبات الكحولية في البلدان التي لاتدين بشرع الله.

---

(١) يقصد بذلك أم الكبائر التي حرمها ديننا الحنيف، وقاية للنفس والبدن.

٢- لبعض أفراده مثل *A. aceti subsp. xylinum* القدرة على إنتاج طبقة لزجة على المواد الغذائية.

٣- لها القدرة على أكسدة الكحول إلى خل مما يجعلها مفيدة في إنتاج الخل تجاريا على النحو التالي:

كحول + أكسجين ← وسط متعادل← خل + ماء

$$CH_3CH_2OH + 2O_2 \rightarrow 2CH_3COOH + 2H_2O$$

٤- يمكن الاستفادة من القدرة التأكسدية لبعض أفراد هذا الجنس في إنتاج بعض المواد مثل فيتامين ج الذي يمكن إنتاجه من الكحول السكري السوربيتول Sorbitol، حيث تتم أكسدته إلى سوربوز، وهذا السكر يتم أكسدته في نهاية المطاف الى حمض الأسكوربيك.

من الأمثلة على هذا الجنس:

A. aceti و ***A. liquefaciens*** و ***A. pasteurianum (Mycoderma pasteurianum)*** و ***A. aceti subsp. xylinum***

جنس أسينيتوباكتر *Acinetobacter*

تتبع المجموعة الرابعة "البكتيريا العصوية والكروية سالبة الصبغة" وفق دليل برجي للتصنيف (الطبعة ٩). بكتيريا عصوية مستقيمة سالبة لصبغة جرام، غير متجرثمة غير متحركة هوائية إجباريا، سالبة الأوكسيديز موجبة الكاتاليز. عضوية التغذية. توجد في التربة والماء وفي الأغذية المبردة. ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس ***A. johnsoni*** التي تسبب اللزوجة في الحليب المبرد.

جنس ألكاليجنز *Alcaligenes*

يتبع وفق دليل برجي المجموعة الرابعة (البكتريا العصوية والكروية السالبة الصبغة).أفراد الجنس عصوية إلى عصوية مكورة Coccal rods إلى كروية، سالبة لصبغة جرام. متحركة بأسواط محيطية، عضوية التغذية. تصنف على أنها هوائية حتمية وتستخدم الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترون. والبعض يمكن أن ينمو لاهوائيا حيث يستعمل No_3 / No_2 كمستقبل نهائي للإلكترون. تنتج مواد قلوية من البروتينات ومن هنا جاء اسمها وعلى هذا فهي تعطي تفاعلا قلويا في بيئة حليب الليتموس. لها متطلبات نيتروجينية بسيطة ولاتثبت النيتروجين. درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٠-٣٧°م، والأس الهيدروجيني المثالي للنمو ٧ .

وهي توجد مترممة في القناة الهضمية للإنسان والحيوان وفي منتجات الحليب والبيض الفاسد واللحوم كما توجد في المياه العذبة.

من الأنواع المهمة في مجال الأغذية :

Alcaligenes faecalis و ***Alcaligenes viscolactis*** و ***Alcaligenes metalcaligenes***

البكتريا الثانية والثالثة تسبب اللزوجة في منتجات الحليب أو مايعرف بالحليب الخيطي Ropy milk.

جنس بروسيلا *Brucella*

يتبع وفق دليل برجي المجموعة الرابعة (البكتريا العصوية والكروية السالبة الصبغة) وهي إما كروية أو عصوية مكورة Coccobacilli أو عصوية قصيرة سالبة لصبغة جرام، غير متحركة. تعتبر هوائية حتمية. العديد من السلالات يتطلب وجود ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٥-١٠٪ للنمو ولاسيما في العزلات الأولى. متشرطة غذائيا موجبة الكتاليز والأكسيديز عادة. درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م وتنمو في مدى ٢٠-

٤٠°م والأس الهيدروجيني ٦,٦-٧,٤. في العادة تكون ممرضة للأبقار وتسبب لها الإجهاض ويمكن أن تعدي الإنسان أيضاً وتسبب له حمى مالطية Malta's fever أو ما يعرف بمرض بانج Bang's disease أو الحمى المتموجة Undulant fever نسبة للتذبذب في درجة حرارة الإنسان المصاب.

من الأنواع التابعة للجنس:

بروسيلا أبورتس *Br. abortus*

تصيب الأبقار أساسا ولكن تصيب الحيوانات الأخرى بما فيها الأغنام والإبل وحيوانات التجارب. غير منتجة للصبغات Non-pigmented تكون مستعمرات دائرية ومحدبة ذات سطح ناعم لامع. موجبة للأوكسيديز تختزل النترات إلى نتريتات وتحتاج عادة إلى ثاني أكسيد الكربون (٥٪) للنمو وتنتج كبريتيد الهيدروجين، والأنتيجين السائد أبورتوس. عرف منها تسع سلالات صنفت حسب الصفات السيريولوجية وقدرتها على إنتاج كبريتيد الهيدروجين في بيئة مناسبة والحاجة لثاني أكسيد الكربون.

بروسيلا ميليتنسس *Br. melitensis*

تنسب إلى جزيرة مالطا (Melita)، تسبب الإجهاض المعدي في الأغنام (الضأن والماعز) ويصاب بها الإنسان والبقر والخنازير أيضا، وتسبب للإنسان الحمى المالطية. مظهر المستعمرات يشبه سابقتها. موجبة الأكسيديز وتختزل النترات إلى نتريتات. تنتج كبريتيد الهيدروجين بقلة على بيئة البيتون. أنتيجين ميليتينسيس هو السائد. يعرف منها ثلاث سلالات يميز بينها مصلياً (سيريولوجياً).

معظم السلالات تنمو ببطء في البيتون. ويمكن تحسين النمو باستعمال التربتون والتربتيكيز Trypticase ولاسيما إذا دعم بمصل الدم (١-٥٪).

بروسيلا سويس *Br. suis*

تصيب الخنازير أساسا وتسبب إجهاضا معديا لإناثها كما يمكن أن تصيب الحيوانات الأخرى.

جنس فلافوبكتريوم *Flavobacterium*

يتبع وفق دليل برجي المجموعة الرابعة (البكتريا العصوية والكروية السالبة الصبغة). يضم هذا الجنس حوالي ٧ أنواع كلها عصوية سالبة لصبغة جرام، متحركة أو غير متحركة هوائية، وأيضها تنفسي، موجبة الكتاليز والأكسيديز عضوية التغذية. تنمو ببطء على البيئات البسيطة، أي أنها مشترطة غذائيا نوعا ما. تنتشر في التربة والمياه والنباتات والأسماك، غالبا ماتنتج صبغات صفراء أوحمراء أو بنية على الآجار. معظم الأنواع المهمة غذائيا تنمو بين ٥ و ٣٠°م ومنها محبات للبرودة. عزلت من المياه ومن اللحوم الحمراء ولحوم الدواجن والأسماك والخضار وتسبب فساد هذه المنتجات، وكذلك البيض. كما أن منها أنواعا ممرضة عزلت من عينات إكلينيكية. ومن الأنواع المهمة في مجال الأغذية *Flavobacterium breve* عزلت من اللحوم النيئة، ومن الخضار ومن منتجات الحليب، وتسبب فساد هذه المنتجات.

الجنس سيدوموناس *Pseudomonas*

هذا الجنس يتبع عائلة سيدوموناسي *Pseudomonadaceae* التي تضم أجناسا أخرى. وفي نظام برجي وضعت ضمن القسم الرابع (البكتريا الهوائية السالبة لصبغة جرام العصوية أو الكروية). وينتمي إلى هذا الجنس حوالي الثمانين نوعا، بعضها ممرض للنبات والبعض الآخر للحيوانات. أفراد هذا الجنس تنتشر في الطبيعة، فهي توجد في التربة وفي الماء وعلى النبات وفي القناة الهضمية للحيوانات. وجودها في الغذاء غير مستحب في معظم الأحيان. تعتبر من أهم البكتريا التي تسبب الفساد للأغذية

المبردة كاللحوم بأنواعها المختلفة.

فيما يلي خواص هذه البكتريا :

١ - عصوية مستقيمة قصيرة سالبة لصبغة جرام.

٢ - متحركة بأسواط قطبية Polar flagella في الغالب.

٣ - هوائية إجباريا Strict aerobes

٤ - الأيض تنفسي Respiratory ولايمكن أن يكون تخمريا Fermentative

٥ - عضوية التغذية Chemo-organotroph أي أنها تستعمل مصادر عضوية للطاقة وكذا الكربون.

٦ - لها القدرة على الإستفادة من مصادر غير كربوهيدراتية كمصدر للكربون والطاقة.

٧ - لاتثبت النيتروجين.

٨ - موجبة الكتاليز وموجبة الأكسيديز.

٩ - تختزل النترات إلى نتريتات.

١٠ - درجة الحرارة المثلى لنمو معظم الأنواع تكون قريبة من ٣٠°م، لكن معظمها يصنف على أنه متحمل للبرودة Psychrotroph

١١ - جميع الأنواع تنمو جيدا عند أس هيدروجيني متعادل أو قلوي ٧- ٨,٥ ومعظمها لاتنمو عندما يكون الأس الهيدروجيني دون الـ ٦.

١٢ - معظم البكتريا المنتمية لهذا الجنس لحسن الحظ حساسة للحرارة والجفاف والإشعاع.

وفيما يلي بعض الصفات التي تجعل هذا الجنس مهما من الناحية الغذائية :

١- المقدرة على النمو جيدا عند درجات حرارة منخفضة، كما هو الحال في

الثلاجة مما يجعل الأغذية المبردة هدفا لها.

٢- المقدرة على استعمال مصادر غير كربوهيدراتية للكربون والطاقة وعدم مقدرتها على استعمال معظم المواد الكربوهيدراتية وهذا يمكنها من النمو على اللحوم بغزارة بالرغم من أنها شحيحة في المواد الكربوهيدراتية.

٣- تنتج مركبات عديدة تؤثر على نكهة الغذاء.

٤- لها مقدرة على إستعمال مواد نيتروجينية بسيطة كالنترات والنتريتات والأمونيوم كمصدر للنيتروجين.

٥- تستطيع إنتاج عوامل النمو كالفيتامينات الضرورية للنمو.

٦- لها القدرة على تكسير جزيء الدهن وكذا البروتين.

٧- طبيعتها الهوائية تمكنها من النمو على سطح المواد الغذائية وحيث يحدث التلوث غالبا - كما هو الحال بالنسبة للحم.

٨- البعض ينتج صبغات تؤثر على لون الغذاء ومن ذلك سيدوموناس فلورسينس *Pseudomonas fluorescens* التي تنتج صبغة فلورسينية (خضراء مصفرة) يمكن الكشف عنها في بيئة متخصصة تعرض للضوء تحت البنفسجي عند الطول الموجي ٢٦٠ نانومترا. ومن ذلك أيضا سيدوموناس نيجريفيكانس *Pseudomonas nigrificans* التي تنتج صبغة سوداء، النوع النموذجي لهذا الجنس - سيدوموناس أيروجينوسا *Pseudomonas aerogenosa* .

أفراد هذا الجنس تشبه إلى حد كبير الأنواع المنتمية للجنس *Achromobacter* التي تختلف عنها بكون السوط في الأخيرة يكون منتشرا (أي ليس قطبيا).

وفيما يلي بعض الأنواع المنتمية لهذا الجنس ذات الأهمية الغذائية:

سيدوموناس أيروجينوسا *Pseudomonas aerogenosa*

يمكن عزلها من التربة والمياه، ومن بعض العينات الاكلينيكية (الجروح والحروق الملتهبة وفي حال إلتهاب القناة البولية)، تسبب مايعرف بالصديد الأزرق Blue pus. تنتج صبغة زرقاء تعرف بـ بيوسيانين Pyocyanin، درجة الحرارة المثلى لنموها ٣٧°م.

سيدوموناس فلورسينس *Pseudomonas fluorescens*

توجد في التربة والمياه، وتسبب فساد بعض الأغذية البروتينية مثل اللحوم والأسماك والدواجن والبيض والحليب. درجة الحرارة المثلى لنموها ٢٥-٣٠°م.

سيدوموناس بيوتيدا *Ps. Putida*

عزلت من التربة وبأعداد قليلة من الماء تنتج صبغات فلورسينية قابلة للانتشار Diffusable. تنمو عند ٤°م ولا تنمو عند ٤٢°م. سلالات هذا النوع يمكن أن تنتج بكتريوسينات بسيطة التغذية، هوائية إجبارية ودرجة حرارة النمو المثلى تتراوح ما بين ٢٥ و ٣٠°م.

سيدوموناس مالتوفيليا *Ps. Maltophilia*

توجد غالباً في العينات الإكلينيكية، ولكنها عزلت أيضاً من الماء والحليب والأغذية المجمدة. لا تنتج صبغات فلورسينية والمستعمرات يمكن أن تكون مصفرة اللون ولكن ليس بسبب الصبغات الكاروتينية.

يمكن أن تختزل النترات إلى نيتريتات، سالبة الأكسيديز أو موجبة الأكسيديز ضعيفة. لا تنمو عند ٤°م ولكن قد تنمو عند ٤١°م. ليست بسيطة غذائياً كالأنواع السابق ذكرها. وهي هوائية إجبارية، درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٥°م تقريباً. وتعتبر من المتحملات للبرودة Psychrotroph.

سيدوموناس فراجي *Ps. Fragi*

توجد عادة في التربة والماء. لا تنتج صبغات فلورسينية، المستعمرات غير ملونة .بعض السلالات يمكنها أن تنتج صبغة بنية قابلة للانتشار. لا تختزل النترات، تنمو عند ٥°م لا تنمو عند ٤٢°م.

سيدوموناس بوتريفيشينز *Ps. Putrefaciens*

توجد في الماء والتربة، تعتبر عامل فساد في الأسماك والحليب ومنتجاته فهي تسبب الفساد على سطح الزبدة، تنتج صبغة بنية محمرة غير قابلة للانتشار أو صبغة وردية، تختزل النترات لنيتريتات والاختزال إلى أبعد من ذلك متفاوت. تنمو عند ٤°م ولا تنمو عند ٢٧°م. تنتج إنزيم الفوسفاتيز في الحليب بصورة سريعة، تنتج كبريتيد الهيدروجين في بيئة آجار البيتون والحديد. عرف عنها أنها لا هوائية اختيارية بخلاف بقية أفراد الجنس وقد يعود السبب إلى قدرتها على استعمال النترات كمستقبل نهائي للإلكترون. درجة حرارة النمو المثلى ٢١°م تقريباً.

ومن الأنواع الأخرى: *Pseudomonas emphitica* و *Pseudomonas synxantha* و *Pseudomonas fulva* و *Pseudomonas radiora* التي تعرف بأنها مقاومة للتشعيع Radio resistant وتصل مقاومتها ١٠-٤٠ مرة ضعف الأنواع الأخرى

جنس سيتروباكتر *Citrobacter*

تتبع المجموعة الخامسة، وفق تصنيف برجي، (الطبعة ٩). بكتيريا عصوية مستقيمة سالبة لصبغة جرام، غير متجرثمة، لاهوائية اختيارية، تخمر اللاكتوز خلال ٤٨ ساعة عند ٣٥°م منتجة حمضا وغاز CO_2. وهذا التعريف يجعلها ضمن مجموعة بكتيريا القولون الكلية Total coliforms سالبة الأوكسيديز، موجبة الكاتاليز، عضوية التغذية. من الأنواع:

سيتروباكتر فريونديايي *Citrobacter freundii*

يعتقد أنها تحت ظروف خاصة تسبب نزلات معوية للإنسان، توجد في المياه الملوثة وفي المنتجات الحليبية كالأجبان الطرية، والقشريات، والخضار المروية بمياه ملوثة.

من الأنواع الأخرى التي يمكن أن توجد في الأغذية سيتروباكتر دايفيرسوس *Citrobacter diversus*.

جنس انتروباكتر *Enterobacter*

تتبع المجموعة الخامسة، وفق دليل برجي، أفراد هذا الجنس عصوية قصيرة مستقيمة، سالبة لصبغة جرام، متحركة بأسواط محيطية لاهوائية إختيارية، عضوية التغذية. ليست متشرطة غذائيا وتنمو على العديد من البيئات المعملية والأوساط الغذائية.

وهي تعطي نتيجة سلبية في اختبار أحمر الميثيل Methyl Red Test. تنمو على السترات كمصدر وحيد للكربون، وتخمر الجلوكوز واللاكتوز وتنتج حمضا وغازا. لاتنتج كبريتيد الهيدروجين. تعطي نتيجة موجبة في فوجس بروسكاور تفاعلها في اختبارات IMViC يكون (– –+ +) بالترتيب..

درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٠-٣٠°م، والقليل من السلالات (في الغالب السلالات الممرضة) ينمو عند ٣٧°م.

من الأنواع المنتمية لهذا الجنس: ***Ent. cloacae*** و ***Ent. agglomerans*** و ***Ent. aerogenes*** وهذه توجد في المياه ومياه الصرف الصحي والتربة والألبان وبراز الانسان والحيوان، و ***Ent. intermedium*** و ***Ent. amnigenus*** وهذه توجد في مياه الشرب

السطحية.

جنس إروينيا *Erwinia*

تتبع المجموعة الخامسة، وفق دليل برجي، سالبة لصبغة جرام عصوية، معظمها متحركة لاهوائية اختيارية. درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٧-٣٠°م. سالبة الاكسيديز موجبة الكتاليز. معظمها من الممرضات المهمة للنباتات والبعض منها مترمم Saprophytes، بعضها يسبب تهتكا للأنسجة في الأغذية النباتية، أثناء التخزين من خلال مايعرف بأمراض التسويق Market diseases للخضار والفواكه أثناء تخزينها مثل ***Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*** التي تسبب تهتكا Rotting لأنسجة الجزر.

جنس إيشريشيا *Escherichia*

تتبع المجموعة الخامسة وفق دليل برجي لتصنيف البكتيريا. أفراد هذا الجنس عصوية قصيرة مستقيمة. سالبة لصبغة جرام، متحركة بأسواط محيطية لاهوائية اختيارية، عضوية التغذية. ليست متشرطة غذائيا وتنمو على العديد من البيئات المعملية والأوساط الغذائية. هذا الجنس يحتوي على نوع واحد فقط هو إيشريشيا كولاي *E. coli* يخمر الجلوكوز والكربوهيدرات الأخرى خلال تخمر حمض النمل (الفورميك) المختلط وإنتاج حمض الحليب وحمض النمل. يتحلل جزء من حمض النمل تحت الظروف الحمضية بواسطة إنزيم فورميك هيدروجين لاييز Formic Hydrogenlyase إلى جزأين متساويين من ثاني أكسيد الكربون CO_2 والهيدروجين H_2 هذه البكتريا أيضاً يمكن أن تنتج غازاً ورائحة غير نظيفة أو رائحة برازية عندما تسبب الفساد. هذا التخمر الحمضي المختلط يمكن من تمييز هذا الميكروب من بقية بكتريا

القولون عن طريق مجموعة من الاختبارات والمعروفة مجتمعة بتفاعلات (الإمفيك IMVIC) وتشمل اختبار الإندول وأحمر المثيل وفوجس بروسكار وتمثيل السترات. عند إخضاع الإيشريشيا كولاي *Escherichia coli* لاختبار الإمفيك IMVI تكون النتيجة كالتالي: (– –+ +) بينما بكتريا القولون الأخرى وهي إنتروباكتر أيروجينس *Enterobacter aerogenes* التي تحدث تخمر البيوتان دايول – فورميك Butandiol formic fermentation عند إخضاعها لاختبار IMVIC تكون النتيجة كالتالي: (– –+ +). بعض من هذه المعلومات يستفاد منها في الاختبارات الميكروبيولوجية لمياه الشرب وفي التصنيع الغذائي.

توجد الإيشريشيا كولاي في الجزء الأسفل من أمعاء الحيوانات ذات الدم الحار ولهذا فإن تلوث الأغذية مباشرة أو غير مباشرة يكون عن طريق المواد البرازية. بعض السلالات يمكن أن تكون ممرضة انتهازية Opportunistic pathogens المثل على هذا، بعض السلالات التي تسبب التهاب الضرعMastitis الحاد.

يتبع هذا الجنس نوع واحد هو ***E. coli***. بعض السلالات Enterotoxigenic *E.coli* تنتج سما معويا (إنتيريا) Enterotoxin، حساس للحرارة يؤثر على القناة الهضمية، حيث يسبب أعراضا تشبه الكوليرا، وهناك سلالة يطلق عليها السلالات الممرضة المعوية (الإنتيرية) أو Enteropathogenic تسبب ما يعرف بإسهال الأطفال Infantile diarrhea.

وهناك سلالات تسبب مرضا يشبه الزحار Dysentery like disease ويطلق على هذه السلالات Enteroinvasive *E.coli*.

جنس بروتيوس *Proteus*

تتبع المجموعة الخامسة وفق دليل برجي. عصوية مستقيمة سالبة لصبغة جرام.

هوائية متحركة بأسواط محيطية، وسطية التحمل للحرارة. نموها منتشر Swarming تنتج غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S وتحلل الجلاتين واليوريا وتحلل السكر الى حمض وغاز. توجد في القناة الهضمية للانسان والحيوانات وفي السماد والتربة والمياه الملوثة. تعتبر من الممرضات للإنسان وتسبب التهابات للمجاري البولية. تسبب فساد اللحوم بأنواعها والبيض، ويكون ذلك مصحوبا بروائح كريهة.

من الأنواع: ***P. vulgaris*** و ***P. myxofaciens*** التي تنتج طبقة لزجة على الغذاء.

جنس سالمونيلا *Salmonella*

تتبع المجموعة الخامسة وفق دليل برجي، عصوية قصيرة سالبة لصبغة جرام. متحركة بأسواط محيطية عادة، هوائية إلى لاهوائية اختيارية. تنتج غازا من الجلوكوز، تنتج كبريتيد الهيدروجين في بيئة الثلاث سكريات والحديد Triple Sugar Iron TSI. تنمو على السترات كمصدر وحيد للكربون. لاتخمر اللاكتوز غالبا. لاتنتج صبغات على البيئات المعملية.لاتنتج إنزيم اليورييز الذي يحلل اليوريا وهذا الاختبار يستخدم للتفريق بينها وبين جنس البروتيوس Proteus التي تتميز بقدرتها على إنتاج هذا الإنزيم. بالرغم من انتشارها في الطبيعة إلا أنها من البكتريا التي توجد في الأمعاء عادة.

يقدر عدد الأنواع والسلالات المعزولة بما يزيد على الألفين وخمسمائة، كلها ممرضة للإنسان والحيوان وتسبب حمى إنتيرية Enteric fever ونزلات معوية Gastroenteritis ووجودها في الغذاء غير مستحب البتة.

جنس سيريشيا *Serratia*

تتبع المجموعة الخامسة وفق دليل برجي، عصوية مستقيمة سالبة لصبغة جرام.

متحركة عادة بأسواط محيطية أو غير متحركة لاهوائية اختيارية، عضوية التغذية، وسطية التحمل للحرارة، تنتشر في الطبيعة، فهي توجد في الماء والتربة وفي النباتات والحيوانات المتفسخة، كما وعزلت من بعض المواد الغذائية حيث تنمو على السطح مسببة فسادها. تعمل على تخمر الجلوكوز والكربوهيدرات الأخرى الى أحماض عضوية - حمض اللبن والخل والنمل. لا تنمو على السترات كمصدر وحيد للكربون، تخمر اللاكتوز وكل ذلك يستخدم لتمييزها عن البكتريا المشابهة لها. تتخذ من القولون في الإنسان والحيوان مأوى طبيعيا لها. يمكن أن تكون ممرضات إنتهازية Opportunistic human pathogens. ولاسيما بالنسبة للمرضى المنومين في المستشفيات، ويتبع هذا الجنس النوع التالي:

Serratia marcescens

تنتج صبغة حمراء غير ذائبة في الماء يطلق عليها بروديجيوسين Prodigiosin وصبغة ذائبة في الماء وردية اللون وهي البايريمين Pyrimine ، وتحلل البروتين Proteolytic.

جنس شيجلا *Shigella*

تتبع المجموعة الخامسة وفق دليل برجي عصوية قصيرة سالبة لصبغة جرام. غير متحركة هوائية إلى لاهوائية اختيارية. وتعتبر وسطية التحمل للحرارة Mesophilic. توجد في القناة الهضمية للإنسان والحيوان وفي المياه الملوثة وبعض الأغذية. وجودها في الغذاء غير مرغوب فيه بتاتا. تسبب للإنسان الزحار الباسيلي Bacillary dysentery.

يتبع هذا الجنس أربعة أنواع هي :

S. dysenteriae و ***S. flexneri*** و ***S. boidii*** و ***S. sonnei***.

جنس فيبريو *Vibrio*

تتبع المجموعة الخامسة، عصوية مستقيمة أو منحنية سالبة لصبغة جرام. متحركة بأسواط قطبية، لاهوائية اختيارية، عضوية التغذية ومتطلباتها الغذائية بسيطة تتطلب وجود ملح الطعام بنسبة ٣٪. توجد عادة في الأسماك وفي المياه المالحة والعذبة ولاسيما عند مصبات الأنهار. تنمو عند درجة حرارة ٥-٤٢°م وأس هيدروجيني٦-٩.٥ ولكن تنمو بصورة أفضل في الظروف القلوية.

ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس ما يلي:

Vibrio cholerae

وتسبب مرض الكوليرا - الوباء المعروف الذي يميزه الإسهال الشديد الذي يؤدي الى فقد كمية كبيرة من سوائل الجسم تصل الى حد الجفاف Dehydration الذي قد يؤدي الى الموت. ينتقل عن طريق المياه الملوثة والأغذية الملوثة كالخضار الورقية كالتي تروى بمياه صرف صحي غير معالجة بشكل جيد، والقشريات من الشواطئ الملوثة.

Vibrio parahaemolyticus

وتسبب عدوى غذائية عبارة عن نزلات معوية Gasteroenteritis يرتبط وجودها دائما بالبيئات البحرية لذا فهي توجد في كثير من الأغذية البحرية Sea food كالأسماك والقشريات والكائنات البحرية الأخرى.

جنس يرسينيا *Yersinia*

تتبع المجموعة الخامسة، عصوية سالبة لصبغة جرام. عصوية مستقيمة أو مكورة Coccobacilli غير متحركة عند ٣٧°م ومتحركة عند ٣٠°م بأسواط محيطية عدا *Y. pestis* التي تكون غير متحركة دائما. لاهوائية اختيارية سالبة الأكسيديز وموجبة

الكتاليز، ، ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس ما يلي :

يرسينيا انتيروكوليتيكا *Y. enterocolitica*

عزلت من مصادر حيوانية ومن الإنسان ومن الأغذية، تسبب نزلات معوية Gastroenteritis، يمكن أن تنمو في الثلاجة. وهي من الممرضات القلائل التي يمكن أن تتحمل البرودة، حيث وجد أنها يمكن أن تنمو عند درجة حرارة تقرب من ٣°م.

برسينيا بستس *Y. pestis*

وتسبب مرض الطاعون الأسود وليس لها أية أهمية غذائية.

البكتريا المحبة للملوحة Halophiles

وهي مجموعة من البكتريا تتطلب وجود حد أدنى من الملح في البيئة لكي تنمو. ووفقا لنظام برجي تتبع عائلة هالوبكتريسي Fam. *Halobacteriaceae* التي وضعت في المجموعة الثالثة والثلاثين، وتضم جنسين هما : جنس هالوبكتريوم Gen. *Halobacterium* وجنس هالوكوكس Gen. *Halococcus*.

جنس هالوكوكس *Halococcus*

البكتريا تكون عصوية أو قرصية Disc أو كروية (في الأوساط الغير ملحية) سالبة لصبغة جرام. معظمها هوائي إجباري. درجة الحرارة المثلى للنمو ٤٠°م ويمكن أن تنمو في المدى ٣٠-٥٠°م، والأس الهيدروجيني الأمثل ٧-٧,٥، ويمكن أن تنمو في المدى ٥,٥- ٨، عضوية التغذية. توجد حيث يوجد الملح بتراكيز عالية مثل البحيرات المالحة والأغذية المملحة. تتطلب على الأقل ١,٥ مول (٨٪)، وفي معظم الأحوال ٣-٤ مولات (١٧-٢٣٪ ملح طعام). تتسبب في إفساد الأغذية المملحة ولاسيما البروتينية كالأسماك (تنتج Bacteriorubein وهى صبغة حمراء اللون).

ومن البكتريا التي تنتمي لهذه المجموعة : هالوبكتريوم سالیناریوم *Halobacterium salinarium* وهالوكوكس مورهوي *Halococcus morrhuae*.

جنس بايفيدوبكتريوم *Bifidobacterium*

بكتريا عصوية موجبة لصبغة جرام، لاهوائية إجبارية، تظهر تحت المجهر بشكل العظم، غير متحركة. تعتبر الأمعاء بيئة طبيعية لهذه البكتريا، وتكون خيوطاً متفرعة. النوع الممرض الوحيد منها هو *B. elentium*. هناك توجها لاستخدام هذه البكتيريا ضمن الدلائل التي يتخذ من وجودها دليلا على حدوث التلوث البرازي، نظرا لارتباط هذه البكتيريا بالقناة الهضمية للإنسان. تستخدم مع لاكتوباسيلس *Lactobacillus* لإنتاج مستحضرات صيدلانية وغذائية ذات ادعاء طبي، ويطلق على هذه التشكيلة الميكروبية Probiotics. هذا المستحضر يلاقي رواجا في كثير من دول العالم.

ومن الأنواع التي تنتمي لهذا الجنس : *B. bifidum* و *B. infantis* و *B. breve* و *B. parvularum*.

جنس انتيروكوكس *Enterococcus*

أفراد هذا الجنس كانت تصنف ضمن جنس *Streptococcus*. أفراده كروية الشكل، موجبة لصبغة جرام، غير متحركة، تنتظم في أزواج أو سلاسل قصيرة. سالبة الكتاليز. معظمها لاهوائية اختيارية. متطلباتها الغذائية معقدة، أيضها تخمري Fermentative metabolism تخمر الكربوهيدرات إلى حمض لبن. تتحمل الملوحة Halotolerant وتتحمل أملاح الصفراء Bile resistant مما يعني أنها متأقلمة على

العيش في بيئة الأمعاء. ممرضة للإنسان، تنمو في المدى من ١٠-٤٥°م والمثلى لها ٣٥ °م تتحمل الملوحة Halotolerant حيث تتحمل تركيز يصل إلى ٦,٥٪.

من الأمثلة:

Enterococcus faecalis* و *Enterococcus fecium

وجودها في الغذاء يعني وصول مواد برازية للغذاء والماء، ولهذا السبب تعتبر من دلائل التلوث Indicators حيث يستدل من وجودها على تدني أو انعدام النظافة في البيئة التي يتم فيها تداول الغذاء. (ارجع لجنس ستربتوكوكس).

جنس لاكتوكوكس *Lactococcus*

بكتريا هذا الجنس كروية الشكل موجبة لصبغة جرام، غير متحركة، توجد على شكل أزواج أو سلاسل قصيرة. أيضها تخمري، تنتج كميات عديدة من حمض اللبن من الكربوهيدرات (السكريات الثلاثية). متطلباتها الغذائية معقدة وتحتاج لعدد من الأحماض الأمينية والفيتامينات. درجة الحرارة المثلى للنمو حوالي ٣٠°م وتنمو عند ١٠°م ولا تنمو عند ٤٥°م. معظم الأنواع المنتمية لهذا الجنس كانت سابقاً تصنف ضمن جنس ستربتوكوكس ولاكتوباسلس، وفي عام ١٩٨٥م اقترح العالم شليفر Schleifer وزملاؤه هذا المسمى الجديد. أدرج تحت هذا المسمى الجديد *Streptococcus lactis* و *Lactobacillus hordniae* و *L. xylosus* و *L. lactis subsp. lactis* و *L.lactis subsp cremoris* و *L. plantarum*. هذه البكتريا تستخدم كبادئات منفردة أو مع بكتريا تنتمي لأجناس أخرى كـ *Lactobacillus* و *Streptococcus* تعمل هذه البكتريا على تخمير السكريات وتحويلها لحمض لبن، والبعض منها ينتج منتجات أخرى تعمل على إضفاء نكهة مميزة. كما تعمل على تحلل البروتين Protein hydrolysis مما يؤثر على

القوام والطعم. هذه البكتريا أيضاً يعرف عنها أنها تنتج مواد تعمل على تثبيط الميكروبات الأخرى ويطلق على هذه المواد بكتريوسينات Bacteriocins ومن أمثلتها النيسين Nisin.

جنس ليوكونوستوك *Leuconostoc*

هذا الجنس يتبع وفق تصنيف برجي القسم السابع عشر "البكتريا الكروية الموجبة لصبغة جرام"، كما يتبع مجموعة بكتيريا حمض اللبنLactic acid bacteria . افراد هذا الجنس كروية الشكل، موجبة لصبغة جرام، توجد على شكل أزواج وسلاسل، غير متحركة، لاهوائية اختيارية الى هوائية طفيفة. النمو يكون بين ٥-٣٥°م و درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٠-٣٠°م، عضوية التغذية، تتطلب بيئة غنية جدا، مختلطة التخمر Heterofermentative حيث تخمر أفراد هذا الجنس الجلوكوز منتجة إيثانول وثاني أكسيد الكربون إضافة إلى حمض اللبن، سالبة الكتاليز Catalase negative. توجد في النباتات وفي الحليب ومنتجاته.

بعض الأنواع التابعة للجنس:

ليوكونوستوك ميسينترويدس *Leu. mesenteroides*

توجد في الحليب والمنتجات الحليبية وفي المحاليل السكرية اللزجةوعلى الفواكه والخضار حيث تتسبب في إنتاج لزوجة، كنتيجة لإنتاج مادة الدكستران Dextran من السكروز؛ هذه المادة يمكن استخدامها كمادة مضافة مثبتة للقوام stabilizer يمكن إضافتها لمخاليط المثلوجات القشدية (الأيسكريم). وهي تنمو في المدى من ١٠إلى ٣٧°م والمثلى لنموها ٢٠-٣٠°م. الحموض الأمينية الأساسية اللازمة للنمو قليلة، حيث يلزم فقط الفالين وحمض الجلوتاميك لجميع السلالات. كما أنها تنتج الحمض

من السكروز والتريهالوز والأرابينوز. لا تتحمل التسخين عند ٥٥°م لمدة ٢٠ دقيقة.

ليوكونوستوك باراميسنترويديس *Leuconostoc paramescenteroides*

توجد في الحليب ومنتجاته وفي الخضار أثناء التخليل. ويبدو أنها منتشرة في الطبيعة. وهي تشبه سابقتها ولكنها لا تنتج الدكستران، تنتج حمضاً من السكروز والتريهالوز ومن الأرابينوز عادة. تتحمل تراكيز مرتفعة من الملح (٦.٥٪) أكثر من الأنواع الأخرى، ومتطلباتها الغذائية معقدة، تنمو في المدى من ١٠ إلى ٣٧°م، والمثلى لها ٢٠-٣٠°م.

ليوكونوستوك لاكتيس *Leuconostoc lactis*

توجد فى الحليب ومنتجاته ولا تنتج مادة الدكستران وتنتج الحمض من السكروز ولكن ليس من الأرابينوز أو التريهالوز. متطلباتها الغذائية معقدة. مقاومة لدرجة الحرارة المرتفعة أكثر من غيرها من الأنواع ٦٠°م/٣٠ دقيقة، تنمو في المدى ١٠-٤٠°م من درجة الحرارة، والمثلى للنمو ٢٥-٣٠°م.

ليوكونوستوك كريمورس *Leuconostoc.cremoris*

من البادئات المستخدمة مع بادئات أخرى لإنتاج بعض منتجات الألبان الأخرى مثل جبن الأكواخ Cottage cheese والقشدة المتخمرة واللبن بهدف تحسين النكهة .لا تنتج الدكستران ولا تنتج الحمض من الأرابينوز أو السكروز أو التريهالوز. تنتج حمض الخل من السترات. تتميز بمقدرتها المحدودة على التخمير ومتطلباتها الغذائية المعقدة من عوامل النمو. وتنمو في المدى من ١٠-٣٠°م، والمدى الأمثل لنموها ١٨-٢٥°م.

حديثا أصبحت تصنف تحت نوع *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*

ليوكونوستوك دكسترانيكم *Leuconostoc dextranicom*

توجد في الحليب ومنتجاته وعلى الفواكه والخضار.تنتج الدكستران من

السكروز ولكن ليس بدرجة بعض سلالات ليوكونوستوك ميسنترويدس *Leu mesenteroides* تنتج الحمض من السكروز والتريهالوز ولكن ليس من الأرابينوز. متطلباتها من الحموض الأمينية أكثر تفاوتاً من ليوكونوستوك ميسنترويدس *Leu. Mecenteroides* . تنمو في المدى من ١٠ إلى ٣٧°م والمثلى لها ٢٠ إلى ٣٠°م.

جنس ميكروكوكس *Micrococcus*

يتبع القسم السابع عشر "البكتريا الكروية الموجبة لصبغة جرام" وفق دليل برجي الخلايا تكون كروية الشكل موجبة لصبغة جرام غير متحركة عادة. هوائية إجبارية، وهناك نوع واحد لاهوائي اختياري. موجبة الكتاليز والأكسيديز. معظم الأنواع تنتج صبغات صفراء كاروتينية Carotenoid. تتحمل الجفاف وتتحمل تراكيز عالية من الملح Halotolerant وتتحمل عادة ٥٪. تنتشر في الطبيعة، إذ توجد على جسم الإنسان والحيوان وفي الغبار وفي التربة والماء والغذاء واللحوم وفى منتجات الحليب. معظمها وسطية التحمل للحرارة والبعض منها متحملات للبرودة ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٢٥-٣٧°م. عضوية التغذية Chemoorgantrophic والأيض تنفسي اجباري Obligate respiratory.

من الأنواع المهمة :

ميكروكوكوس لوتيوس *Micrococcus luteus*

شائعة في التربة والماء وعلى جلد الإنسان والحيوانات، غير ممرضة Non-pathogenic والمستعمرات تكون صفراء وخضراء مصفرة أو برتقالية، بعض السلالات تنتج صبغة بنفسجية ذائبة في الماء. لا تنتج حمضاً من الجلوكوز لا تختزل النترات عادة. بعض السلالات تتطلب بيئة معقدة التركيب، هوائية إجبارية ومعظم

السلالات تنمو عند ١٠°م والبعض الآخر عند ٤٥°م والمثلى ٣٠°م.

ميكروكوكس فاريانس *M. varians*

شائعة في الحليب ومنتجاته وذبائح الحيوانات وفي التربة، غير ممرضة، والمستعمرات تكون صفراء وناعمة ومحدبة بحواف منتظمة. تختزل النترات والنتريتات عادة. تنمو فقط على بيئة معقدة للتركيب، هوائية إجبارية، ومعظم السلالات تنمو عند ١٠°م ولا تنمو عند ٤٥°م ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٢٢-٣٧°م.

ميكروكوكس روسيوس *Micrococcus roseus*

وتوجد في التربة والمياه وتنتج صبغات وردية أو حمراء.

ميكروكوكس هالوبيوس *Micrococcus halobius*

تعتبر محبة للملح باعتدال Moderate Halophilic وتوجد في البيئات الملحية

جنس بيديوكوكس *Pediococcus*

تدرج أفراد هذا الجنس أيضا ضمن مجموعة بكتريا حمض اللبن وحسب التصنيف الجديد لبرجي (الطبعة التاسعة)، وضعت ضمن المجموعة السابعة عشر "البكتريا الكروية الموجبة لصبغة جرام". أفراده كروية موجبة لصبغة جرام، الانقسام يكون في مستوى أو مستويين متعامدين ولهذا فكثيرا ماترى على شكل أزواج، ونادرا ما توجد فرادى، ولا تكون سلاسل. لاهوائية اختيارية، درجة الحرارة المثلى للنمو ٢٥-٤٠°م، عضوية التغذية وتتطلب بيئة غنية - متجانسة التخمر Homofermentative، سالبة الكتاليز Catalase ve .

ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس:

١- بيديوكوكس دامنوسس ***P. damnosus***

٢- بيديوكوكس بارفولس ***P. parvulus***

٣- بيديوكوكس ديكسترانيكس ***P. dextranicus*** واسمها السابق ***P. cerevisiae*** **subsp.** ***dextranicus*** .

وتوجد هذه الأنواع بكثرة في الألبان و الأغذية المتخمرة ولاسيما المخللات وتستخدم في إنتاج بعض أنواع السجق المتخمرة مثل سجق الصيف Summer sausage.

جنس سارسينا ***Sarcina***

حسب التصنيف الجديد لبرجي (الطبعة التاسعة) ، وضع ضمن المجموعة السابعة عشر "البكتريا الكروية الموجبة لصبغة جرام". أفراده كروية الشكل، تكون في مجموعات من ثمان خلايا أو أكثر و يحدث الانقسام في ثلاث مستويات متعامدة. موجبة لصبغة جرام، غير متحركة، عضوية التغذية، لا هوائية ولكن تتحمل الهواء بتركيزات متدنية Aerotolerant، ولذا فهي سالبة الكتاليز، لا تنتج صبغات في البيئة المعملية.

يتبع لهذا الجنس نوعان هما:

سارسينا فينتريكولاي ***Sarcina ventriculi*** وسارسينا ماكسيما ***Sarcina maxima*** . توجد في التربة وعزلت من السماد ومن الحبوب ومن الإنسان.

جنس ستافيلوكوكس (المكورات العنقودية) ***Staphylococcus***

يتبع عائلة ميكروكوكاسي *Micorcocaceae*، الخلايا تكون كروية الشكل (٠,٥-١,٥) ميكرونا، تنقسم في أكثر من مستوى مكونة أشبه ما يكون بعنقود العنب (الشكل رقم ١١) ومن هنا جاء اسم الجنس"المكورات العنقودية".

الشكل رقم (١١). أشكال الخلايا والتجمعات في المكورات العنقودية.

موجبة لصبغة جرام غير متحركة، لاهوائية إختيارية ولكن النمو يكون غزيرا في الظروف الهوائية. تنتج انزيم الكتاليز عادة بخلاف جنس ستربتوكوكس السالب للكاتليز. معظم الأنواع تنمو بوجود ١٠٪ ملح طعام. عضوية التغذية Chemoorganotrophic.

يتم التفريق بين جنس ستافيلوكوكس والأجناس الشبيهة (ميكروكوكس وبلانوكوكس وكذا ستربتوكوكس) على أساس :

١- الجدار الخلوي.

٢- شكل الخلية ومظهر المستعمرات.

٣- نشاط الكتاليز.

٤- نواتج أيض الجلوكوز.

٥- الخواص السيرولوجية.

ومن الأنواع المهمة :

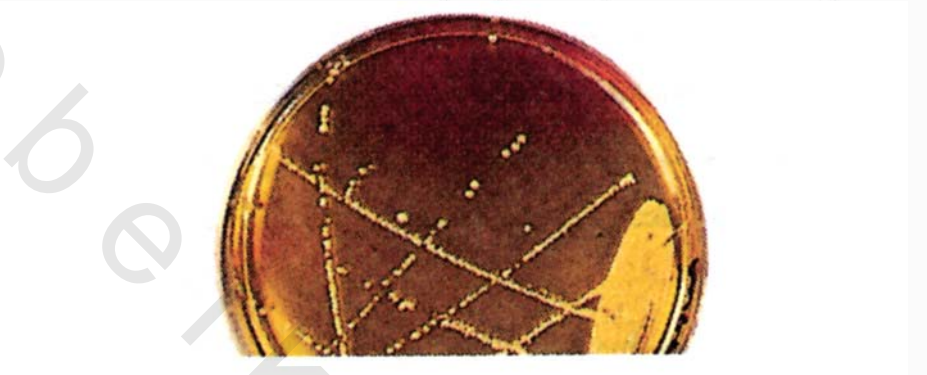
ستافيلوكوكس أوريوس *Staphylococcus aureus*

ويطلق عليها باللغة العربية المكورات العنقودية الذهبية. بالإضافة إلى الصفات المميزة للمجموعة فإن معظم السلالات تنتج صبغات برتقالية أو صفراء. وتنتج هيموليسينات Haemolysins (الفا وبيتا ودلتا). تنمو في وجود تراكيز عالية من الملح حتى ١٥٪ وتنمو جيدا بوجود ١٠٪. معظم السلالات تنمو عند درجة حرارة تتراوح بين ٦-٤٦°م والمثلى للنمو ٣٠-٣٧°م، والأس الهيدروجيني مابين ٦.٥-٨. توجد بصفة رئيسية في الأغشية الأنفية وعلى جلود الحيوانات والإنسان. متطلبات النمو لها معقدة نوعاً ما. إنزيم التخثر Coagulase تنتجه جميع السلالات الممرضة تقريبا. وتستخدم طريقة الانبوب Tube test وكذا طريقة الشريحة Slide test، الأولى لإنزيم التخثر الحر والثانية لإنزيم التخثر المرتبط. والأولى أدق ولذا فإن الثانية تستخدم للمسح Screening ويستخدم لذلك بلازما الأرنب الذي يصلح للسلالات الحيوانية والبشرية، ويستخدم هذا الاختبار لاثبات إمراضية Pathogenicity المكورات العنقودية حيث ترتبط الإمراضية عادة بإنتاج هذا الانزيم.

بعض السلالات تنتج سموما معوية Enterotoxins ولقد عرف منها أ، ب، ج، د، هـ (A, B, C, D, E)

ومعظم السلالات تنتج مايعرف بالإنزيم المحلل للأحماض النووية (ثيرمونيوكليز) Thermonuclease الذي يمكن أن يشطر الحمض النووي منزوع الأكسجين (DNA) أو الحمض النووي الرايبوزي (RNA) ويستخدم كطريقة للكشف عن وجود المكورات العنقودية في الأغذية ممرضة خطيرة إذ تسبب عدداً من الالتهابات Infections وتسمم غذائي Food-borne intoxication مستعمرات معظم السلالات برتقالية اللون، بالرغم من أن بعض السلالات البقرية والمقاومة للمضادات الحيوية

تكون في غالب الأحيان صفراء (الشكل رقم ١٢).



الشكل رقم(١٢). مستعمرات المكورات العنقودية الذهبية على بيئة بيرد ـ باركر

يعتمد إنتاج الصبغات على ظروف النمو، ويمكن أن يكون متغيراً داخل السلالة المفردة، تنتج على الأقل ثلاثة هيمولايسينات Hemolysins (ألفا وبيتا ودلتا). تنتج إندونيوكلييزات Endonucleases مقاومة للحرارة. من الشائع استخدام الفاج للتمييز بين السلالات Phage typing.

وخطورة التسمم الغذائي تكون بسب إنتاجها لسم معوي Enterotoxin مقاوم للحرارة Heat stable (يقاوم الغليان لمدة ٣٠ دقيقة)، ويتبع هذا الجنس بعض الأنواع منها:

ستافيلوكوكس إبيدرميديس *Staphylococcus epidermidis*

منتشرة في الطبيعة ولكن يشيع وجودها على الجلد والأغشية المخاطية للإنسان والحيوان، هناك سلالات عديدة منها يمكن أن تكون ممرضة، وتعد ممرضة إنتهازية Opportunistic pathogen، والبعض في حالة تعايش منفعي. تكون المستعمرات دائرية ومحدبة بسطح ناعم أو محبب قليلاً وبحافة كاملة أو غير منتظمة. تكون المستعمرات عادة بيضاء أو صفراء وأحياناً تكون برتقالية وفي حالات نادرة تكون أرجوانية. لا تنتج إنزيم التخثر Coagulase. بعض السلالات لها نشاط تحللي (للدم) ضعيف. من مميزات هذا

النوع عدم القدرة على تخمر تريهالوز والمانيتول. المتطلبات الغذائية لها معقدة. وهي لا هوائية اختيارية. تنمو عند ٤٥°م وأحياناً عند ١٠°م والمثلى للنمو ٣٧°م.

ستافيلوكوكس سابروفيتيكس *Staphylococcus saprophyticus*

تم عزلها كثيراً من الهواء والتربة ومنتجات الحليب وسطح ذبائح الحيوانات. وهي عادة غير ممرضة، المستعمرات ملساء محدبة بحواف منتظمة قليلاً، عادة تكون بيضاء ولكن تكون صفراء أو برتقالية أحياناً.

تتميز السلالات بأنها لا تختزل النترات ولكن معظمها ينتج أسيتايل ميثايل كاربينول Acetylmethylcarbinol وتخمر الزايليتول Xylitol. لا تنتج انزيم التخثر (coagulase-ve).

تنمو فقط على البيئات المعقدة التركيب، لا هوائية اختيارية، ومعظم السلالات تنمو عند ١٠°م والبعض عند ٤٥°م والمثلى ٣٠-٣٧°م.

من الأنواع الأخرى التي تنتمي لجنس المكورات العنقودية:

Staph haemolyticus و ***Staph. saccharolyticus*** و ***Staph. intermedius*** (coagulase + ve) وهي ممرضة للحيوانات.

جنس ستربتوكوكس *Streptococcus*

يتبع هذا الجنس وفق تصنيف برجي القسم السابع عشر "البكتريا الكروية الموجبة لصبغة جرام" ، في السابق كان هذا الجنس يتبع ما كان يعرف بعائلة ستربتوكوكيسي Streptococcaceae. بعض أفراد هذا الجنس ممرضات للإنسان وتسبب أمراضا مختلفة له مثل إلتهاب الزور المنتن Aseptic sore throat، والحمى القرمزية Scarlet fever والبعض يسبب أمراضا للحيوان مثل إلتهاب الضرع Mastitis . بعضها

يوجد في القناة الهضمية للإنسان والحيوان، والبعض الآخر يوجد على النباتات، وفي منتجات الحليب وحيث تتسبب في إفساد هذه المنتجات، كما وأن بعضها يستخدم لإنتاج بعض الألبان المتخمرة.

أفراد هذا الجنس كروية الشكل أو بيضية تكون في شكل أزواج أو سلاسل - ومن هنا جاء الاسم المكورات السبحية أو العقدية- موجبة لصبغة جرام (الشكل رقم ١٣) غير متحركة، ولاهوائية اختيارية عادة، عضوية التغذية. والأيض تخمري ومن الجلوكوز تنتج حمض لبن بصفة أساسية ولا تنتج غازا. لا تنتج إنزيم الكتاليز (Catalase –ve) متشرطة غذائيا حيث متطلباتها التغذوية معقدة نسبيا. وهي تنمو عادة عند درجة حرارة تتراوح بين ٢٥-٤٥°م الدرجة المثلى للنمو ٣٧°م ولكن بعضها ينمو تحت ظروف باردة، أي أنها متحملات للبرودة Psychrotroph .

الشكل رقم (١٣). أشكال الخلايا والتجمعات في جنس *ستربتوكوكس*.

ينقسم الجنس ستربتوكوكس إلى المجاميع التالية:

- المجموعة الصديدية Pyogenic
- المجموعة الفمية Oral
- المجموعة المعوية Enterococci

- المجموعة اللبنية Lactic
- المجموعة اللاهوائية Anaerobic
- مجموعة أخرى غير ماذكر.

المجموعة السبحية المحللة للدم الصديدية Pyogenic Haemolytic Streptococci

يقصد بالسبحيات المحللة للدم - تلك التي تقوم بتحليل كامل للدم (haemolysis- βcomplete) في آجار الدم. تعتبر هذه المجموعة ممرضة للإنسان أو الحيوان أو كلاهما، ومن الأنواع التابعة لهذه المجموعة مايلي :

Str. pyogenes

وهي ممرضة للإنسان — تصيب الجزء العلوي من القناة التنفسية.

Str. pneumoniae

وهي ممرضة للإنسان - ومن الأمراض التي تسببها للإنسان الالتهاب الرئوي.

المجموعة الفمية Oral Streptococci

هذه المجموعة تعرف بكونها تتخذ من التجويف الفمي وكذا الجزء العلوي من القناة الهضمية للإنسان والحيوان مأوى لها، ومن الأنواع التي تنتمي لها :

Streptococcus salivarius و ***Streptococcus mutans*** ، والأخيرة تعمل على تصنيع سكريات عديدة Extracellular polysaccharide مثل مادتي الجلوكان Glucans والفركتان Fructans خارج الخلية والتي تعمل على مساعدة البكتريا على تكوين مستعمرات على الأسنان.

يعتبر التجويف الفمي المأوى الرئيسي لها ونادرا ماتعزل من أجزاء أخرى كالبراز. ويساعد وجود السكروزعلى نموها في الفم.

المجموعة المعوية Enterococci

تتخذ هذه المجموعة من القناة الهضمية للإنسان والحيوان مأوى لها، تتحمل

تراكيز متوسطة من الملح، وتنمو في بيئة قلوية أسها الهيدروجيني يصل إلى ٩,٦. من الأنواع التي تنتمي لهذه المجموعة:

ستربتوكوكس فيكاليس ***S. faecalis*** وستربتوكوكس فيسيوم ***S. faecium***.

ومن الأنواع الأخرى ستربتوكوكس أفيوم ***S. avium*** وستربتوكوكس جالينارم *S. gallinarum* وهما مرتبطان بالطيور وبعض الحيوانات.

مجموعة حمض اللبن السبحية Lactic Acid Streptococci

تضم نوعين هما *S. lactis* و *S. raffinolactis* تنمو عند ١٠°م أو أقل ولكن ليس عند ٤٥°م. درجة الحرارة المثلى ٣٠°م، لاتنمو عند pH ٩,٦ أو في بيئة تحتوي على ٦,٥٪ ملح طعام.

بعض العلماء يفصل *S. lactis* إلى ٣ تحت أنواع هي:

S. lactis subsp. *Lactis* و *S. lactis* subsp. *diacetylactis* و *S. lactis* subsp. *cremoris*

المجموعة السبحية اللاهوائية

هذه المجموعة تعتبر لاهوائية حتمية ومنها: ***S. hansenii, S. pleomorphus, S. morbillorum***، ومعظم أفرادها عزلت من عينات اكلينيكية من الإنسان والحيوان ومن براز الإنسان والحيوان.

بكتريا سبحية أخرى

ستربتوكوكس بوفيس ***Str. bovis*** وستربتوكوكس ثيرموفيلس ***Str. thermophilus*** وتعرف بالسبحية المحبة للحرارة Heat Loving Strep.

ومن الأنواع الأخرى التي تنتمي لجنس " ستربتوكوكس " والمهمة في مجال الأغذية *Str. plantarum* و *Str. saccharolyticus*.

وفيما يلي وصف مختصرلبعض الأنواع المهمة من الناحية الغذائية:

ستربتوكوكس بيوجينس *Streptococcus pyogenes*

توجد في فم الإنسان والصدر والقناة التنفسية والدم ومختلف التقرحات Lesion والخراجات الملتهبة وتسبب الحمى القرمزية Scarlet fever. المستعمرات غير ملونة ومخاطية Mucoid لامعة أو غير لامعة Matt. تنتمي للمجموعة الصديدية Pyogenic ومجموعة لانسفيلد أ. معظم السلالات تسبب تحللاً للدم من النوع بيتا β في بيئة آجار الدم خلال ٢٤ ساعة. معظم السلالات تفرز إنزيم (فيبرينولايسين) الذي ينشط إنزيم بروتييز الموجود في بلازما الإنسان السليم مسبباً تحللاً للخثرات. متطلبات النمو معقدة ودرجة حرارة النمو المثلى هي ٣٧°م. يمكن أن تنتقل عبر المنتجات الحليبية من متداولي الحليب المصابين.

ستربتوكوكس أجالاكتيا *Streptococcus agalactiae*

ممرضة للإنسان والحيوان، في الإنسان تسبب عددا من الأمراض، وفي الحيوان تعتبر من المسببات الرئيسية لالتهاب الضرع Mastitis. عزلت من الحليب ومن أنسجة الضرع في أبقار مصابة بالتهاب الضرع. مستعمرات بعض السلالات تنتج صبغات صفراء أو برتقالية أو حمراء طوبية. تنتمي للمجموعة الصديدية ومجموعة لانسفيلد ب. ونصف السلالات البقرية تقريباً تحدث تحللاً دموياً ضعيفاً من نوع بيتا على شكل هالة، بينما بعض السلالات يمكن أن تحدث تحللاً من النوع ألفا أو بيتا أو جاما. أما بالنسبة للبيئات الانتقائية. متطلبات النمو معقدة، ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م.

ستربتوكوكس ثرموفيلس *Streptococcus thermophilus*

بادئ محب للحرارة، يستخدم بالاشتراك مع بادئات أخرى لإنتاج الروب (الزبادي) ولإنتاج الأجبان السويسرية والإيطالية. يمكن أن تستخدم للكشف عن المواد الملوثة في الحليب لحساسيتها الشديدة للمواد المثبطة، تنتمي لمجموعة فيريدان Viridans

group. تحدث تحللاً للدم من نوع جاما على آجار الدم. تتميز بارتفاع درجة الحرارة القصوى للنمو Maximum growth temperature (تنمو عند ٥٠°م ولا تنمو عند ٥٢°م)، مقاومة للحرارة، تقاوم التسخين عند ٦٠°م لمدة ٣٠ دقيقة وتتحمل حتى ٦٥°م لمدة ٢٠ دقيقة. درجة الحرارة المثلى للنمو ٤٠-٥٠°م و درجة الحرارة الدنيا ١٩-٢١°م. لها متطلبات نمو معقدة.

ستربتوكوكس فيكاليس *Streptococcus faecalis*

كما هو واضح من إسم النوع فهي مرتبطة ببراز الإنسان والحيوان.. عزلت من أمعاء الإنسان والحيوانات. ويرتبط وجودها غالباً بالتلوث البرازي، وبالتالي يرتبط وجودها بإنخفاض المستوى الصحي في البيئة، و تعد أحيانا من الدلائل المستخدمة للحكم على جودة مياه الشرب من الناحية الميكروبيولوجية Contamination indicator، تعتبر أكثر مقاومة للتجميد وانخفاض الأس الهيدروجيني والمعاملة الحرارية المتوسطة ومقاومة الكلور من ايشريشيا كولاي *Escherichia coli*. المستعمرات ناعمة الملمس ونادراً ما تكون ملونة، ولكن قد يحدث تلون كاذب بسبب ترسب الأيونات المعدنية. المتطلبات الغذائية لها معقدة، ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م.

ستربتوكوكس لاكتس *Streptococcus lactis*

بادئ وسطي الحرارة يستخدم بمفرده أو بالاشتراك مع بادئات أخرى لإنتاج الجبن الجاف مثل التشدر والجودا وأنواع أخرى كثيرة.

تنتمي لمجموعة حمض اللبن تحدث تحللاً ضعيفاً للدم من نوع ألفا وجاما على بيئة أجار الدم. تنتج الأمونيا من الأرجنين والحمض من المالتوز ولكن لا تنتج ثاني أكسيد الكربون أو ثنائي الأستيل من السترات. بعض السلالات يمكن أن تمثل Metabolize الليوسين لإنتاج ٢-ميثيل – بيوتانول والتي تسبب نكهة الشعير المستنبت

Malty في منتجات الحليب. يمكن أن تنتج النيسين Nisin، وهو مركب له نشاط مضاد للميكروبات الموجبة لصبغة جرام، كالمكورات العنقودية *(Staph. aureus)* والبكتريا المكونة للجراثيم والبكتريا السبحية Streptococci ولاكتوباسيلس Lactobacilli. المتطلبات الغذائية معقدة، ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٠°م.

ستربتوكوكس لاكتس تحت نوع داي أستيلاكتس *Str. lactis* sub-sp. *diacetilactis*.

بادئ وسطي الحرارة، يستخدم بالاشتراك مع بادئات أخرى لإنتاج الجبن الجاف والأجبان المسواة بالفطر والأجبان الطرية المسواة وجبن الكوخ والجبن القشدي Cream cheese والزبدة المتخمرة واللبن (المتخمر) والكوارج Quarg ومنتجات أخرى عديدة.

تنتمي لمجموعة حمض اللبن لها نفس خواص ستربتوكوكس لاكتيس *S. lactis* عدا أن لها القدرة على إنتاج CO_2 وثنائي الأستيل Diacteyl من السترات، ولها القدرة أيضاً على إنتاج حمض الخل من السترات. المتطلبات الغذائية معقدة ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٠°م تقريباً.

ستربتوكوكس كريموريس *Streptococcus cremoris*

من البادئات الوسطية الحرارة وتستعمل بالاشتراك مع بادئات أخرى لإنتاج الجبن الجاف والأجبان المسواة بالفطر والأجبان الطرية المسواة و الفيتا وأنواع أخرى كثيرة من الأجبان. تنتمي لمجموعة حمض اللبن • تحدث تحللاً ضعيفاً من نوع ألفا أو جاما على أجار الدم. لا تنتج أمونيا من الأرجنين ولا حمضاً من المالتوز ولا ثاني أكسيد الكربون ولا ثنائي الأستيل من السترات. المتطلبات الغذائية للنمو تعتبر معقدة، درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٠°م تقريباً.

ستربتوكوكس بوفيس *Str. bovis*

توجد في القناة الهضمية للأبقار والأغنام والمجترات الأخرى. توجد أحيانا في براز الإنسان. قد تسبب إلتهاب الغشاء المحيط بالقلب Endocarditis . توجد في الحليب الخام ومنتجاته. من أقل السبحيات تشرطا غذائيا. درجة الحرارة الدنيا لها ٢٢°م.

أجناس البكتيريا المكونة للجراثيم (Endospore forming bacteria) Sporeformers

تتبع وفق دليل برجى القسم الثامن عشر (البكتيريا العصوية والكروية المكونة للجراثيم) ويتبعها جنسان مهمان وهما :

جنس باسيلس ***Bacillus*** وجنس كلوستريديوم ***Clostridium***

وهنـــاك جنس آخر يهمنا في الأغذية أيضا وهو ***Desulfotomaculum*** مثل ***D. nigrificans*** .

١ – جنس باسيلس *Bacillus*

عصوية الشكل مستقيمة ويمكن أن تكون على شكل فرادى أو أزواج أو سلاسل، تنتج جراثيما مقاومة للحرارة (جرثومة للخلية الواحدة)، موجبة لصبغة جرام، هوائية أو لاهوائية اختيارية. تتفاوت النواحي الفسيولوجية للأنواع فبينما معظمها وسطي التحمل للحرارة، يكون البعض منها متحمل للبرودة والبعض الآخر محب للحرارة، ومنها ماهو محب للحموضة وأخرى محبة للقلوية ومنها ماهو متحمل للملوحة بل وبعضها محب للملوحة يتطلب نموها ملوحة معينة. بعضها يكون نشيطا في تحليل البروتين Proteolytic activity وهذه الأنواع تستخدم لإنتاج انزيم الرنين البكتيري الذي يستخدم في إنتاج الأجبان كبديل لإنزيم الرنين المستخلص من معدة العجول.

معظمها ينتج إنزيم الكتاليز، موجبة الأكسيديز أو سالبة. عضوية التغذية. توجد في العديد من البيئات فهي توجد في التربة والماء والغبار وفي مختلف الأغذية. بعضها ممرضات للإنسان والحيوان. يعتبر هذا الجنس أحد الأجناس المهمة في مجال الأغذية لعدد من الأسباب هي:

١- من الأجناس الكبيرة الذي يتبعه عدد كبير من الأنواع.

٢- تنمو أفراده في مدى واسع من الظروف البيئية (حموضة، درجة حرارة، نشاط مائي....الخ)

٣- يكون جراثيما تقاوم الظروف المعاكسة من حرارة وشح عناصر غذائية وحموضة وقلوية وجفاف وتشعيع.....إلخ

٤- بعض أفراده تسبب تسمم غذائي مثل *Bacillus cereus*.

٥- بعض أفراده تستخدم في إنتاج الأنزيمات التي تستخدم في التصنيع الغذائي عن طريق التخمرات الصناعيةIndustrial fermentation.

٦- تسبب أفراده فساد الكثير من المواد الغذائية.

٧- بعض أفراده مثل *Bacillus stearothermophilus* من أكثر البكتيريا مقاومة للحرارة على الإطلاق.

بعض الأنواع المنتمية للجنس باسلس:

باسلس سبتيليس *Bacillus subtilis*

عصوية الشكل، اسطوانية انسيابية Slender ونادرا ماتكون سلاسل، هوائية، تنمو جيدا عند pH ٥,٥ ـ ٨,٥ . تكون الليفان والدكستران Levan & Dextran من السكر. تعتبر من أكثر الأنواع شيوعا فى الحليب، تسبب اللزوجة فى الحليب الخام والمبستر كما تسبب ما يعرف بالخثرة الحلوة فى الحليب Sweet Curdling، تنمو في

الأغذية غير الحامضية وتسبب فساد الخبز ويعرف هذا النوع من الفساد في الخبز "مطاطية الخبز" Ropy (slimy) bread تفرز الإنزيمات Extracellular enzymes التي تحلل البكتين والسكريات العديدة في النباتات والكازين، كما تنتج الليفان Levan خارج الخلية من السكروز والرافينوز وكذا المضاد ات الحيوية عديدة الببتيدات، وهي لا تحتاج إلى فيتامينات أو إلى أحماض أمينية للنمو الخضري. تنمو بسهولة عند ٢٠-٤٥°م.

باسلس انثراسيس *Bacillus anthracis*

تسبب مايعرف بالجمرة الخبيثة أو الفحمية Anthrax في الإنسان والحيوان. جراثيمها تبقى حية لمدة طويلة في المواد الملوثة بها كالصوف ومن هنا تاتى خطورة تداول الصوف، وهي من الميكروبات التي تستخدم في الحروب البيولوجة Biological war affair نظرا لقدرة جراثيمه على البقاء حية فترة طويلة. انتقالها عبر اللحم والحليب الملوث ممكن نظريا ولكنه نادرا مايحدث.

باسلس كوأيجولانس *Bacillus coagulans*

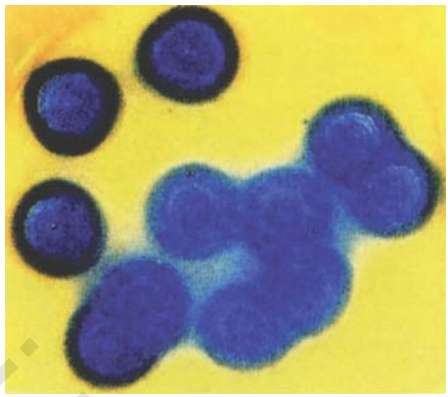
الباسلس المخثرة Curdling or coagulating تتحمل الحموضة، الأس الهيدروجيني pH الأدنى لها ٤-٥ والأمثل ٦. تعتبر التربة والنباتات مصدرا رئيسيا لهذه الميكروبات. يمكن أن توجد في عصير الطماطم المعلب وفى الحليب المركز بالتبخير المعلب Evaporated milk وفي السيلاج Silage الذى قد يكون أحد مصادر التلوث بها، تستغل تجاريا في إنتاج حمض اللبن الذى يستخدم فى تصنيع الأغذية. متطلبات النمو متفاوتة ولكن بعض الفيتامينات والأحماض الأمينية تكون ضرورية عادة. وينمو الميكروب بسهولة عند ٢٥-٥٥°م.

باسلس ستيروثيرموفيلس *Bacillus stearothermophilus*

توجد في التربة والينابيع الحارة ورمل الصحراء والمحيطات والأغذية والسماد compost، تتحمل حرارة عالية ٦٥°م ولاتتحمل الحموضة. تنتج جراثيما مقاومة للحرارة قد تفلت من عملية التعقيم ولهذا السبب تسبب فساد بعض المعلبات الغذائية منتجة مايعرف بالتحمض المستوى Flat Souring فى بعض المعلبات قليلة الحموضة كالبسلة والفاصوليا حيث لا يكون الفساد مصحوباً بإنتاج غازات وبالتالي تكون نهايات العلبة مستوية سليمة أي خالية من أي انتفاخ، ومن هنا جاء الاسم. ينمو الميكروب عند ٤٥-٦٥°م ودرجة الحرارة القصوى للنمو٧٥°م والدنيا ٣٠°م. من الصفات المميزة قدرتها على النمو جيدا عند٦٥°م وتحملها المحدود للحموضة (لا تنمو في غذاء له أس هيدروجيني أقل من ٥).

باسيلس سيريوس *Bacillus cereus*

تعتبر مهمة في مجال الأغذية لسببين أولهما أن هذا الميكروب ينتج سموماً في الغذاء Toxins عندما يتواجد بأعداد مرتفعة (أكثر من ١٠^{٦}/جرام). وسيتم تناول هذا الجانب لاحقاً في هذا الكتاب. وثانيهما أنها متجرثمة وتسبب فساد الكثير من الأغذية حيث تنتج الإنزيم المحلل للبروتين (بروتييز) خارج الخلية وفوسفولايبيز (ليسثينيز) إضافة إلى إنتاج الجراثيم المقاومة للحرارة في الحليب. تسبب جراثيم الباسيلس سيريوس المقاومة للحرارة العالية جداً فساد الحليب المعامل بالحرارة الفائقة، حيث تسبب مايعرف بالخثرة الحلوة، تنمو جيداً ما بين ٢٠-٣٥°م ولكن لا تنمو عند أقل من ١٠°م. ويبين الشكل رقم (١٤) مستعمرات باسلس سيريوس على بيئة انتقائية.



الشكل رقم (١٤). مستعمرات باسلس سيريوس على بيئة انتقائية (أكسويد).

باسلس ليتشينيفورميس *Bacillus licheniformis*

عصوية غالبا في سلاسل، تنمو على الكثير من المواد الغذائية في مدى يتراوح بين ٣٠-٥٠°م

- **باسلس ميجاتيريوم *Bacillus megaterium*** (***megaterium*** = **big beast**)
- **باسلس بولي ميكسا *Bacillus polymyxa*** منتجة اللزوجة (polymyxa = much slime).

٢- جنس كلوستريديوم *Clostridium*

عصويات ويدل اسمها الذي يعنى المغزليات (Clostridium = small spindle) على ذلك، موجبة لصبغة جرام على الأقل في المراحل الأولى للنمو، متحركة أو غير متحركة. تكون جراثيما Endospores تقاوم الظروف غير العادية. معظم الأنواع لاهوائية إجبارية، بعضها يمكن أن يتحمل وجود الأكسجين بكميات طفيفة وتنمو ولكن لا تكون جراثيم تحت هذه الظروف. جميع الأنواع لا تنتج إنزيم الكاتاليز. وتعتبر التربة المصدر الأساسي للكلوستريديا كما وأن الأعلاف ولاسيما السيلاج والسماد تعد مكامن مهمة لها. هذه الميكروبات توجد أيضا فى رواسب القاع للبحار

والمحيطات وفى القناة الهضمية للإنسان والحيوان. يضم هذا الجنس أنواعا عديدة متباينة من حيث درجة الحرارة المثلى للنمو ومن حيث المتطلبات الغذائية ومن حيث تحملها للأكسجين . بعضها ممرض للإنسان وبعضها ممرض للحيوان. وبعضها يسبب التسمم الغذائي. ويعد هذا الجنس من الأجناس المهمة في الأغذية للأسباب التالية :

١- من الأجناس الكبيرة الذي يتبعه عدد كبير من الأنواع.

٢- أفراده تنمو في مدى واسع من الظروف البيئية(حموضة ، درجة حرارة ، نشاط مائي....إلخ.

٣- يكون جراثيما تقاوم الظروف المعاكسة من حرارة وشح عناصر غذائية وحموضة وقلوية وجفاف وتشعيع.....إلخ

٤- بعض أفراده تسبب تسممات غذائية مثل *Clostridium botulinum* & *Clostridium perfringens*.

٥- تسبب افراده فساد الكثير من المواد الغذائية ولاسيما المعلبات الغذائية.

٦- بعض أفراده مثل : *Clostridium botulinum* و *Clostridium thermosaccharolyticum* من أكثر البكتيريا مقاومة للحرارة ، على الإطلاق.

من الأنواع التي تتبع هذا الجنس ما يلي :

كلوستريديوم أسيتيكم *Cl. aceticum*

جراثيمها طرفية مستديرة. درجة الحرارة المثلى ٣٠°م الأس الهيدروجيني الأمثل ٧,٥-٩,٥ ، في غياب المواد العضوية ووجود CO_2 و H_2 تنتج الخلات (Acetate) ومن هنا جاء اسم النوع *aceticum* (aceticum = related to Acetic Acid which it produce).

كلوستريديوم أسيتوبيوتيليتيكم *Cl. acetobutyliticum*

نسبة إلى كحول البيوتايل والأسيتون حيث تنتجهما مع مركبات أخرى مثل حمض الخليك وحمض اللبن وكمية كبيرة من H_2 أثناء التخمر. درجة الحرارة المثلى

للنمو ٣٧°م الجراثيم تحت وسطية Subterminal.

كلوستريديوم بوتشولينم *Cl. botulinum*

وسميت كذلك نسبة الى السجق (botulus = pertaining to sausage) يضم هذا النوع ٧ أنواع منتجة للسموم هي : A, B, C, D, E, F, & G هذه السموم تعتبر من اخطر السموم البكتيرية على الإطلاق. من أكثر مكونات الجراثيم المهمة من الناحية الغذائية مقاومة للحرارة، وتؤخذ في الحسبان عند حساب المعاملات الحرارية Thermal processing للمعلبات، ولاسيما المعلبات قليلة الحموضة(الشكل رقم ١٥). الجراثيم بيضاوية تحت طرفية، والمدى الحراري الأمثل ٢٥-٣٧°م

الشكل رقم (١٥). معلبات فاسدة بسبب سوء تقدير المعاملة الحرارية

obeikandl.com

كلوستريديوم بوتيريكم *Cl. butyricum*

يسمى النوع هكذا نسبة لحمض الزبد الذي تنتجه أثناء التخمر. الجراثيم تكون وسطية إلى تحت طرفية Subterminal، ودرجة الحرارة المثلى ٣٠-٣٧°م. يتسبب فى إفساد الأجبان ولاسيما الأجبان من نوع الإمنثال Emmenthal وجروير Gruyere حيث يسبب تحلل الدهن فى الأجبان، كما تسبب إنتاج الغاز داخل الجبن ومن ثم انفجاره. غير محللة للجيلاتين، ومنتجات تخمر السكريات تشمل حمض الخل وحمض الزبدة Butyric وكحول البيوتانول. تخمر اللاكتوز وتحمض الحليب مع تخثر مبكر، والتخمر عادة يكون عاصفياً Stormy fermentation ولا يحدث هضم للخثرة المتكونة.

كلوستريديوم بيرفرينجنس *Cl. perfringens*

الجراثيم وسطية إلى تحت طرفية وتكون طرفية وبيضاوية الشكل. يوجد منها ٥ أنواع منتجة لسموم مختلفة هي. A, B, C, D, & E.. تعد من مسببات التسمم الغذائي المهمة، وترتبط معظم الحالات بالأغذية التي تسخن على نار هادئة او التي يعاد تسخينها.

كلوستريديوم بوتريفاسينس *Cl. putrefaciens*

وسميت كذلك نسبة إلى التعفن الذي تحدثه(Putrefaciens = putrefying). درجة الحرارة المثلى للنمو ١٥-٢٢°م وتنمو جيدا عند ٢٥ و ٣٠°م ولاتنمو عند ٣٧°م.

كلوستريديوم سكارولتيكم *Cl. Saccharolyticum*

وسميت كذلك نسبة إلى قدرتها على تحليل جزيء السكر(Sugar dissolving) درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م.

كلوستريديوم ثيرموساكاروليتيكوم *Clostridium thermosccharolyticum*

عزل هذا الميكروب من الحليب المعقم، ونظراً لأنه محب للحرارة ولا هوائي فإنه لا ينمو ويسبب فساداً تحت الظروف العادية.

المستعمرات السطحية تكون دائرية منخفضة ومستوية مع الارتفاع في المركز، وشفافة وتكون رمادية اللون بسطح لامع. ووضع الجرثومة طرفي ولا تسبب تحللاً مائياً للجيلاتين، ومنتجات تخمر السكريات تشمل حمض الخل وحمض الزبد Butyric acid. تخمر اللاكتوز وتخثر الحليب تتحمل درجات حرارة عالية ٥٥-٦٢°م ويكون النمو معدوما أو قليلا عند ٣٧°م. تخمر بعض السكريات منتجة حمض الخل وحمض الزبد. تسبب الفساد الغازي للخضار المعلبة. درجة الحرارة المثلى للنمو هي ٥٥°م.

كلوستريديوم تايروبيوتيريكوم *Clostridium tyrobutricum*

تم عزل هذا الميكروب من بعض أنواع جبن الامنتال المتزنخ، ويسبب الانفجار المتأخر في الجبن Late blowing of cheese المصنوع من حليب أبقار مغذاة بالسيلاج، وانفجار جبن الجرانا Grana. هذا الميكروب يستطيع أن يتكاثر في الجبن وذلك بسبب مقاومته للأس الهيدروجيني الحمضي والأملاح. تكون المستعمرات السطحية صغيرة ودائرية ومحدبة Convex رمادية اللون وشفافة. نواتج تخمر السكريات تشمل كميات كبيرة من حمض الخل وحمض الزبدة. ودرجة حرارة النمو المثلى ٣٧°م.

كلوستريديوم سبوروجينيس *Clostridium sporogenes*

ويدل الاسم على القدرة على إنتاج الجراثيم Sporeforming. جراثيمه تكون تحت طرفيه Subterminal . يسبب تحلل الدهن فى الأجبان ولاسيما جبن الإمنثال. وتحلل الجيلاتين وتحلل البروتين وتعمل على إنتاج الأمونيا من الحموض الأمينية Deamination. كما تنتج حمض الزبد أثناء التخمر. المستعمرات السطحية كبيرة مرتفعة

ذات مركز أبيض إلى أصفر وجذيرات Rhizoids رمادية وذات حواف شبه معتمة وبسطح غير لامع Matt surface. وتنمو بصورة أفضل عند درجة حرارة ما بين ٣٠ و ٤٠°م.

كلوستريديوم تيتاني *Cl. tetani*

وتسبب المرض المعروف بالتيتانوس أوالكزاز (tetanus = tension) وليس لها أهمية غذائية تذكر.

الجنس ديسلفوتوماكولم *Desulfotomaculum*

ويدل الاسم على الشكل السجقي والقدرة على اختزال الكبريت (Sausage shaped that reduces sulfur compounds) عصوية مستقيمة أو عصوية منحنية، سالبة لصبغة جرام، متحركة، الجراثيم طرفية أو تحت طرفية، الحرارة المثلى للنمو ٣٥-٥٥°م والعظمى ٧٠°م.

ويتبع هذا الجنس النوع المعروف (نيجريفيكنس) الذي يعنى المسبب للاسوداد (blackening) ***Desulfotomaculum nigrificans***. ويسبب فساد الأغذية المعلبة، اسمها السابق ***Cl. nigrificans***، من المحبات للحرارة المرتفعة ٤٥-٧٠°م، والمثلى لها ٥٥°م.

الجنس لاكتوباسيلس *Lactobacillus*

تتبع القسم التاسع عشر "العصويات الموجبة لصبغة جرام غير المتجرثمة العادية Regular, Nonsporeforming Gram - Positive Rods" وفقاً لتصنيف برجي. وتسمى عصويات الحليب Milk Rodlets

وهي بكتيريا عصوية طولية، انسيابية Slender في الغالب، وقد تكون

عصويات مكورة قصيرة Coccobacilli أو منحنية Coryneform. تكون الخلايا مفردة أوعلى شكل سلاسل عادة، غير متجرثمة، غير متحركة عادة، موجبة الصبغة (جرام). الأيض تخمري، تحلل السكريات، وأغلب الناتج عبارة عن أملاح حمض اللبن Lactate، إضافة لبعض المنتجات الأخرى مثل الخلات، إيثانول و CO_2 وسكسنات، هوائية طفيفة Microaerophilic، لا تنتج انزيم الكاتاليز Catalase-ve، لها متطلبات نمو كثيرة أى انها متشرطة غذائيا، تنمو فى المدى الحرارى ٢٠-٥٣°م والمثلى ٣٠-٤٠°م، تتحمل الحموضة Aciduric، الأس الهيدروجيني الأمثل ٥,٥-٢,٦ ولكن يمكن أن تنمو عند pH 5 أو أقل ولكن بصورة أقل. توجد عادة في الحليب ومنتجاته والفواكه والخضار والمخللات ومنتجات الحبوب و اللحوم والأسماك والسيلاج والمياه.

تنبع أهمية هذا الجنس من أن أفراده تسبب فساد الكثير من الأغذية. كما أن الكثير منها يستخدم فى التخمرات الصناعية مثل إنتاج الروب (الزبادي)، واللبن (المتخمر)، والقشدة المتخمرة، والأجبان والمخللات وفى إنتاج بعض أنواع السجق مثل سجق الصيف Summer Sausage . ونظرا لكثرة متطلباتها الغذائية فانها تستخدم فى الكشف عن وجود بعض العناصر الغذائية مثل الأحماض الأمينية والفيتامينات وهذا مايعرف بطريقة التحليل الحيوي Bioassay .

فيما يلي أهم الأنواع المنتمية لهذا الجنس:

لاكتوباسيلس أسيدوفيلس *L. acidophilus*

بادئ محب للحرارة يستخدم لإنتاج الحليب الأسيدوفيلي Acidophilus milk كما ويستخدم مع بادئات أخرى وسطية الحرارة لإنتاج الكفير Kefir، كما وتستخدم ضمن التشكيلة الميكروبية ذات الإدعاء الطبي Probiotics (الشكل رقم ١٦) ولها

متطلبات نمو معقدة.

الشكل رقم (١٦). بعض المستحضرات التي تحتوي على خلايا بكتيريا حمض اللبن.

تنتج مركبات مضادة للميكروبات هي الأسيدوفللين Acidophillin والأسيدولين Acidolin والذي يعتبر فعالاً ضد مجموعة كبيرة من البكتريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام. تنتج حمض اللبن اليميني ولا تنتج أمونيا من الأرجنين، لها القدرة على تخمير الأميجدالين Amygdalin والسيلوبيوز واللاكتوز والساليسين والسكروز ولكن ليس المانيتول.

تتطلب بعض الفيتامينات والأحماض الأمينية كعوامل نمو. تنتمي لمجموعة ثرموباكتريوم. درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٥-٣٧ °م وتنمو عند ٤٥°م.

لاكتوباسيلس بريفيس *L. brevis*

باديء وسطي الحرارة يستخدم مع بادئات أخرى لإنتاج الكفير Kefir. المستعمرات بصفة عامة خشنة ومستوية. يمكن أن تكون شفافة، في العادة غير منتجة للصبغة، بالرغم من أن بعض السلالات يمكن أن تنتج مستعمرات برتقالية أو حمراء. تنتمي لمجموعة بيتا باكتريا Beta bacteria. تنتج الأمونيا من الأرجنين. ليس لها القدرة على تخمير الأميجدالين Amygdalin والسيلوبيوز أو الساليسين. تنمو عند ١٥°م ولكن ليس عند ٤٥°م. لها متطلبات غذائية معقدة. ودرجة الحرارة المثلى للنمو ٣٠°م.

لاكتوباسلس بولجاريكوس *Lactobacillus bulgaricus*

من البادئات المحبة للحرارة و المستخدمة على نطاق واسع حيث يستخدم بالاشتراك مع ستربتوكوكس ثيرموفيلوس *Strp. thermophilus* في إنتاج الروب (الزبادي) والأجبان السويسرية وكذا الايطالية كالجرانا Grana. لها متطلبات غذائية من الأحماض الأمينية والفيتامينات تشبه إلى حد كبير لاكتوباسيلس لاكتيس ولكن تختلف أساساً بعدم قدرتها على تخمير عدد كبير من السكريات. تخمر اللاكتوز والسيلوبيوز ولكن ليس الأميجدالين أو المالتوز أو المانيتول. درجة حرارة النمو المثلى ٤٠°م تقريباً.

لاكتوباسيلس كيزياي *L. casei*

باديء وسطي الحرارة. عزلت من الحليب ومنتجاته ، وتستخدم فى انتاج بعض منتجات الحليب مثل جبن الياكولت Yakult. تظهر المستعمرات بيضاء إلى صفراء فاتحة جداً. تنتمي لمجموعة ستربتوباكتريوم. تنتج حمض لبن يساري بكمية أكبر من حمض اللبن اليميني. لا تنتج أمونيا من الأرجنين. تخمر الأميجدالين عدا تحت النوع توليرانس *Tolerans* والسيلوبيوز والمانيتول (عدا تحت النوع توليرانس) والساليسين. من مجموعة Streptobacterium وفق تصنيف أورلا-جونسون. لاتنمو عند ٤٥°م.

لاكتوباسيلس ديلبروكياي *L. delbrueckii*

نسبة إلى العالم الألماني M. delbrück، تنمو جيدا عند ٤٥°م وكذا ٤٨-٥٢°م، تتبع مجموعة اورلا جونسون "البكتريا الحرارية Thermobacteria" وينتمي لها: ***L. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*** و ***L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*** و ***L. delbrueckii* subsp. *lactis***

لاكتوباسيلس هيلفيتيكاس *L. helveticus*

بادئ محب للحرارة يستخدم مع بادئات أخرى لإنتاج الأجبان السويسرية والإيطالية وأجبان أخرى. المستعمرات خشنة إلى متجذرة Rhizoid. قطرها ٢-٣مم وعادة بيضاء إلى رمادية خفيفة. تنتمي لمجموعة ثرموباكتريوم والمجموعة السيرولوجية أ. تنتج حمض لبن يميني. لا تنتج أمونيا من الآرجنين. تخمر اللاكتوز ولكن لا تخمر الأميجدالين أو المانيتول أو الساليسين أو السكروز أو السيلوبيوز. تتطلب بيئة معقدة، ودرجة حرارة النمو المثلى ٤٠-٤٢°م. وتنمو جيدا عند ٤٥°م. والقصوى للنمو ٥٠-٥٢°م.

لاكتوباسيلس لاكتس *L. lactis*

باديء يحب الحرارة يستخدم بالاشتراك مع البادئات الأخرى لإنتاج الأجبان السويسرية والإيطالية وأجبان أخرى. المستعمرات عادة خشنة قطرها ١-٢مم وغير منتجة للصبغة وبيضاء إلى رمادية خفيفة. تنتمي لمجموعة الثيرموباكتريام Thermobacteriam. تنتج حمض لبن D (-) لا تنتج أمونيا من الآرجنين، لها القدرة على تخمير الساليسين Salicin والسكروز والمانيتول Manitol لكن لا تخمر الأميجدالين Amygdalin أو السلوبيوز Cellobiose.

تتطلب بعض الفيتامينات والأحماض الأمينية كعوامل نمو. درجة حرارة النمو

المثلى ٤٠-٤٣°م.

لاكتوباسلس بلانتارم *L. plantarum*

تسهم في عملية تسوية الجبن. عزلت من منتجات الحليب والسيلاج . المستعمرات بيضاء لكن أحياناً تكون صفراء فاتحة أو داكنة. بعض السلالات متحركة وتستخدم فى تسوية بعض الأجبان. تتطلب بعض الأحماض الأمينية والفيتامينات.

تنتمي لمجموعة ستربتوباكتريوم Streptobacterium. لا تنتج أمونيا من الآرجنين. تخمر الأميجدالين والسيلوبيوز واللاكتوز والمانيتول والساليسين والسكروز. لها القدرة على تخمير المليبيوز والرافينوز وهذا ما يميز هذا النوع عن ***L. casei***. لا تنمو عند ٤٥°م عادة.

تتطلب بعض الأحماض الأمينية والفيتامينات للنمو، درجة حرارة النمو المثلى هي ٣٠-٣٥°م.

لاكتوباسيلس جوجورتي *L. jugurti*

تستخدم كباديء للروب. تنتمي لمجموعة ثرموباكتريوم والمجموعة السيرولوجية أ. تنتج حمض اللبن المتعادل ضوئياً ولها القدرة على تخمير اللاكتوز ولكن ليس الأميجدالين والسيلوبيوز والمانيتول والساليسين أو السكروز. بعض السلالات يمكن أن تنمو عند ٤٥°م.

جنس ليستريا *Listeria*

تتبع القسم التاسع عشر "العصويات الموجبة لصبغة جرام غير المتجرثمة العادية" Regular, Nonsporeforming Gram - Positive Rods وفقاً لتصنيف برجي.اقتبس اسم الجنس من إسم طبيب إنجليزي Lord Lister . عصوية قصيرة جدا، وبعض الخلايا يمكن أن تكون واوية، ومن المزارع السائلة تكون مكورة Coccoids، حوالي

٠,٥ ٠ ميكرون قطرا و ٠,٥-٢ ميكرون طولا، بنهايات مستديرة Rounded ends، موجبة لصبغة جرام ويمكن أن تتغير مع العمر. بعض الخلايا يمكن أن تكون منحنية وتكون مفردة أو في سلاسل قصيرة. في المزارع القديمة يمكن أن تكون خيوطا بطول ٦-٢٠ ميكرون، متحركة عند ٢٠-٢٥°م، هوائية ولاهوائية اختيارية، تظهر المستعمرات رمادية مزرقة. درجة الحرارة المثلى للنمو تتراوح بين ٣٠-٣٧°م، وتنمو في المدى من ١-٤٥°م، لاتقاوم التسخين عند ٦٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، تنمو فى مدى من الأس الهيدروجيني ٦-٩، وتنمو في وجود الملح حتى ١٠٪، موجبة الكتاليز Catalase +ve ، سالبة الأكسيديز Oxidase-ve، تنتج حمض لبن أساسا من الجلوكوز بدون غاز. تنتشر في الطبيعة في النباتات ومياه الصرف وفي براز الإنسان والحيوان. بالرغم من أن هذا الجنس معروف في أوساط الأطباء البيطريين منذ فترة طويلة إلا أن أهميته كأحد المسببات للعدوى الغذائية المعروفة Listeriosis لم تكتشف إلا في نهاية السبعينيات وبداية الثمانينات الميلادية ولا سيما النوع *Listeria monocytogenes*.

بعض الأنواع المهمة:

لستيريا مونوسايتوجينيس *Listeria monocytogenes*

أحد المسببات للعدوى الغذائية المعروفة بأنها من أخطر أنواع العدوى الغذائية. وهي تسبب إجهاضاً للنساء الحوامل، كما تسبب أعراضاً شبيهة بالحمى الشوكية. يتميز هذا النوع بقدرته على النمو في الثلاجة *Psychrotrophic* وعلى تحمل درجات حرارة عالية نسبياً بالرغم من أنه غير متجرثم.

من الأنواع الأخرى: **ليستيريا إيفانوفياي *L. ivanovii***

جنس بروبيونيباكتريوم *Proprionibacterium*

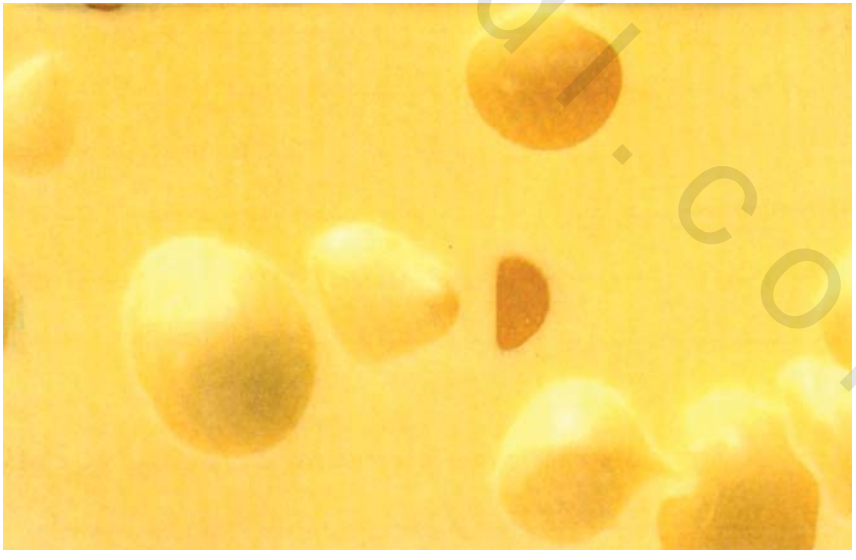
يتبع القسم العشرين "البكتريا العصوية الموجبة لصبغة جرام غير العادية" وفق دليل برجي الخلايا عصوية متغيرة الشكل Pleomorphic يصل طولها إلى ٦ ميكرون.

موجبة لصبغة جرام غير متحركة عضوية التغذية. لا هوائية إلى متحملة للهواء. عزلت بعض الأنواع من الحليب الخام ومنتجات الحليب الأخرى بما فيها الجبن. بعض السلالات لها القدرة على النمو في وجود ٦.٥٪ ملح الطعام أو ٢٠٪ أملاح الصفراء، منتجات التخمير تشمل مجموعة من الحموض العضوية (أساساً حمض البروبيونيك وحمض الخل) وثاني أكسيد الكربون. تنمو بصورة أفضل عند ٣٠-٣٧°م.

من الأنواع:

بروبيونيباكتريوم فريوندينريشياي *P. freundenreichii* تحت نوع شرمانياي *shermanii*

يمكن أن تستخدم مع اللاكتوباسلس *Lactobacillus* spp. كباديء لإنتاج الجبن السويسري أوالإمنثال Emmenthaler. يحدث تكون العيون (الشكل رقم ١٧) بسبب غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه بروبيونيباكتريوم شرمانياي *P. shermanii*



الشكل رقم (١٧). العيون في الجبن السويسري (إمنثال).

جنس ميكوبكتيريوم *Mycobacterium*

أفراد هذا الجنس عصوية منحنية قليلا الى مستقيمة. في بعض الأحيان يكون نموها على شكل خيطي أو هيفي ويعتمد ذلك على السلالات، والوسط الغذائي Filamentous forms، غير متحركة، هوائية. لاتصبغ ببساطة بإستخدام طريقة جرام ولكن تقبل الأصباغ الحمضية الساخنة كالكاربول فوكسين Carbol-fuchsin وتقاوم إزالة الصبغة Decolorisation بالحموض المعدنية القوية والكحولات، يمكن استخدام طريقة زيل نلسن للصبغ. تقاوم إزالة الصبغة الحامضية Acid fast وتعتبر هذه من الصفات المهمة التي تميزها عن غيرها من البكتريا ويعود السبب الى المواد الشمعية Waxy في الجدر الخلوية. ويعني هذا أنه بعد صبغها في بعض مراحل النمو يصعب إزالة الصبغة الحامضية حتى بالأحماض المعدنية. على الرغم من أنها لا تصبغ بسهولة بطريقة جرام إلا أنها تعتبر موجبة. الأنواع سريعة النمو تتطلب ٢-٣ أيام في بيئة عند ٢٠-٤٠°م. الاختبار التقليدي الوحيد للتعرف عليها هو المقدرة على مقاومة إزالة الصبغة بالحمض Acid fastness

من الأمثلة على هذا الجنس ميكوبكتيريوم تيوبركلوسس *M. tuberculosis* وميكوبكتيريوم بوفس *M. bovis* وتسمى عصيات السل البقرية Bovine Tuberculosis Bacillus . ممرضة للانسان وبعض الحيوانات حيث تسبب مرض السل.

ميكوبكتريوم تيوبركولوسيس *Mycobacterium tuberculosis*

تسبب السل في الإنسان ولكن غير ممرضة نسبياً للماعز والفصيلة البقرية أو الطيور المنزلية. تنمو ببطء وبعد أسبوعين على بيئة لونستاين – جنسن (L-J) تكون

المستعمرات خشنة تصبح متجعدة Wrinkled وبيضاء. ضعف القدرة على إحداث المرض Attenuation of virulence يمكن أن يحدث تلقائياً بعد الزراعة المتكررة Subculturing. نشاط الكتاليز يكون ضعيفاً نسبياً ويفقد بالتسخين عند ٦٥°م. تختزل النترات، النمو يثبطه الآيزونيازيد Isoniazid وحمض البارا أمينوساليسيليك p-amino salicylic والريفامبيسين Rifampicin بتركيز ٥ ميكروجرام/مل. النمو عند ٣٧°م يحفزه التحضين في وجود الهواء مع ٥-١٠٪ ثاني أكسيد الكربون لا يحدث النمو عند ٤٥°م أو ٢٥°م والبعض لا ينمو عند ٣٠-٣٤°م. درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٧°م.

مايكوبكتريوم بوفيس *Mycobacterium bovis*

تسبب السل في الأبقار والإنسان والخنازير ولكن ليست ممرضة لمعظم الدواجن. تحدث الإصابة للإنسان عادة بتناول الحليب ومنتجاته الملوثة. تنمو ببطء بعد ٣ أسابيع على بيئة لونستاين جنسن (يفضل عدم استخدام الجلسرول في البيئة). تظهر المستعمرات صغيرة جداً وبيضاء أو صفراء برتقالية. اختبار النياسين يعطي نتيجة سالبة. نموها يثبط بكل من حمض ثيوفين ٢-كاربوكسيليك هيدرازايد Thiophene-2 carboxylic acid hydrazide بتركيز ٠,٢ ميكروجرام/مل وأيزونيازيد Isoniazid وريفامبيسين Rifampicin بمعدل ٠,٥ ميكروجرام/مل. سالبة الكتاليز أوضعيفة ولا تختزل النترات. هوائية طفيفة Microaerophilic عند العزل الفوري، ولكن تتأقلم للظروف الهوائية بالزرع المتكرر Subculturing لا تنمو عند ٢٥°م أو ٤٥°م ولكن تنمو عند ٣٧°م و ٤٠°م.