جامعة الانبار
كلية الزراعة
قسم علوم الاغذية

المحاضرة الثانية

التخمرات الصناعية :Industral Fermentation

هي التغيرات الحيوية المسؤولة عن تحول المواد الكاربوهيدراتية والمواد المشابهة لها تحت ظروف هوائية او لاهوائية بفعل الاحياء المجهرية الدقيقة مما تحتويها من انزيمات وحوامض عضوية وكحولات مثبطة او قاتلة لبعض الاحياء المجهرية حيث تعمل هذه المواد على اعطاء الطعم والرائحة واللون والقوام الخاص بحيث تجعل المنتوج مختلفا عن المادة الاولية

اهم انواع التخمرات :

اولاً: التخمر الكحولي:

هذا التخمر يعتبر الاساس في :

1- صناعة البيرة والنبيذ اذا يمكن انتاج الكحول من عصائر بعض الفواكه مثل العنب او مستخلص الشعير .

2- يعد المرحلة الاولى لصناعة الخل .

يتم تحويل السكر الى كحول عن طريق التخمر الذي تحدثه الخميرة من جنس Saccharomyces تحت الظروف اللاهوائية ويتوقف اختيار النوع التابع للجنس السابق على نوع المادة الاولية المستخدمة في الصناعة التحويلية .

عند استخدام الحبوب كمادة اولية يستخدم نوع S. cervisiae

عند استخدام عصير التفاح يستخدم نوع S.moli

شروط نوع الخمرة ما يأتي :

1- تمتاز بكفائتها العالية على تحويل السكر الى تركيزات مختلفة من الكحول.

2- ذات صفات ثابتة

3- سهلة الترسيب بعد أستخدام عملية التخمر مما يسهل عملية فصلها .

الملاحظات الواجبة في التخمر الكحولي :

1- يستخدم المحلول السكري بتركيز 10-18%ويفضل ان يكون 12% لان زيادة التركيز عن ذلك يؤدي الى تثبيط نمو الخمرة ويؤدي ذلك الى بقاء السكر بدون تخمر، اما انخفاض التركيز يؤدي الى انخفاض اقتصادية التصنيع .

2- يجب ان تكون الظروف لاهوائية لان الظروف الهوائية تسبب انخفاض الكحول المتكون .

3- ضبط الحرارة باستمرار اثناء عملية التخمر وجد ان 1 غم من السكر يؤدي الى اطلاق كمية من الحرارة تقدر 120كالوري مما يؤدي الى تثبيط الخميرة وزيادة نشاط بكتريا حامض اللاكتيك ، يمكن السيطرة على الحرارة بأستخدام اجهزة التبريد او عن طريق رش الماء على المسطح الخارجي للصهريج .

4- زيادة نسبة الكحول المتكون في نهاية التخمر يضاف CS_2 او احد املاحه بنسبة ppm125 قبل اضافة بادئ الخمرة (الة المادة الخام) حيث يساعد على اتمام عملية التخمر ويمنع نمو الفطريات والخمائر المتوحشة وبكتريا الخليك واللاكتيك ويسرع نمو الخمائر المرغوبة .

خطوات التخمر الكحولي :

1- تكون سريعة جدا وتستغرق 3-6 أيام حيث يتم خلالها تجويل معظم المادة السكرية الى كحول وثاني اوكسيد الكاربون ، تمتاز الظروف المرافقة لهذا التخمر عدم حدوث تلوث بكائنات حية دقيقة غير مرغوبة .

2- تكون بطيئة مقارنة بالخطوة الاولى تستغرق مدة زمنية بين 2-3 أسابيع مما يزيد من خطورة حدوث تلوث بالاحياء الدقيقة مثل بكتريا حامض الخليك وبكتريا اللاكتيك مما يؤدي الى بطئ التخمير ، وبالتالي يجب اتخاذ التدابير لمنع حدوث التلوث مثل تهوية المحلول وتقوية الخمرة وزيادة درجة الحرارة وخاصة بالاشهر الباردة ودرجة الحرارة المثلى لمنو الخميرة 23.8-26.7 مْ .

وفق المعادلات الاتية :

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

سكر سداسي ⟵ (تخمر لاهوائي بوجود خمرة الخبز) ثنائي اوكسيد الكاربون + كحول اثيلي

تمتاز المنتجات الغذائية المخمرة كحوليا بقابليتها الجيدة للحفظ بسبب:

1- ارتفاع نسبة الكحول وحاصة اذا اجريت لها عملية بسترة بسيطة وفي عبوات محكمة الغلق ,

2- يقطر الكحول بعد التخمر ويستعمل لاغراض صناعية وطبية .

3- يقطر مستخلص المولت والنبيذ وتضاف له مركبات عطرية لانتاج مشروبات عالية التركيز 55% كما في صناعة الويسكي .

ثانياً: التخمر الخليكي :

تكون تحت ظروف هوائية ويتم فيها اكسدة الكحول الناتج خلال التخمر الكحولي الى حامض الخليك بوساطة بكتريا حامض الخليك Acetobecter وتسمى ام الخل ويجب اختيار الانواع التي تمتاز بقدرتها على اكسدة الكحول الى حامض الخليك واستبعاد الانواع التي تمتاز بقدرتها على احداث الاكسدة

الكاملة حيث ان وجودها يؤدي الى نقص كمية الخل المفترض الحصول عليها من الناحية النظرية تصل نسبة حامض الخليك من الخل الناتج 5% وبهذه يثبط نمو الاحياء المجهرية المسببة للتلف.

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{Acetobecte}} 2CH_3COOH + H_2O$$

العوامل التي تتوقف عليها كمية الخل :

1- مدى نشاط البكتريا ونقاوتها .

2- نسبة الكحول في المحلول .

3- درجة الحرارة المثلى 30مْ.

4- نسبة السطح المعرض للهواء من المحلول الكحولي الى كمية المحلول بأكملها وقد تصل نسبة حامض الخليك في الخل الناتج الى 5% وبهذا يكون ذو قابلية حفظ عالية بعد البسترة والقضاء على المحتوى الميكروبي.

أهم انواع الخل :

1- خل العنب (خل النبيذ) 2- خل الكحول من المولاس والمواد النشوية

3- خل المولت من الشعير المنبت 4- خل السيدر ويحضر من التفاح.

مراحل صناعة الخل :

1- فصل الكحول الناتج من التخمر الكحولي المتكون في البراميل للتخلص من الخميرة المترسبة لان بقاءها في المحلول الكحولي يؤدي الى ظهور روائح غير مرغوبة وظهور بكتريا حامض اللاكتيك التي تتداخل مع البكتريا حامض الخليك وتسمى عملية الفصل <Racking

2- تركيز الكحول يكون 10-12% لان الزيادة عن هذا المستوى يؤدي الى عدم اكسدة الكحول بشكل كامل حيث تبقى كمية من الكحول دون اكسدة، اما انخفاض نسبة الكحول تؤدي الى اكسدة الكحول اكسدة كاملة الى CO2 وماء الذي يؤثر على اقتصاد عملية التصنيع .

3- الاسراع في عملية الاكسدة الخليكية مباشرة بعد فصل الكحول لان التأخير يؤدي الى نمو البكتريا ويؤدي الى انخفاض الكحول وانخفاض جودة الخل الناتج . تبدأ عملية الاكسدة الخليكية بأضافة بكتريا حامض الخليك Acetobecter مع مراعاة تركيز الكحول من 10-12% بوجود الهواء .

4- ترويق الخل : للتخلص من العكارة ويتم عن طريق الترشيح او Fining بواسطة غراء السمك او الكازين او الجيلاتين او تراب البنتونيت.

5- بسترة الخل على 60مْ لمدة 3-5 ثواني ويمكن اتمام البسترة بعد التعبئة عن طريق غمر العبوة بماء ساخن على درجة 60مْ.

6- تخفيف الخل 4-6% حامض الخليك ان الخل المنتج بالطريقة السريعة يكون تركيزة 10%

7- تعبئة الخل : يعبأ في قناني زجاجية او براميل قبل التسويق .

8- تعتيق الخل : الخل الناتج يكون من الطرق السريعة يكون خشن يسمى Harsh نتيجة لاحتوائه على نسبة عالية من الكحول والاستالدهايد . يكون التعتيق بوضع الخل في براميل لمدة 6-12شهر حيث تتلاشى الرائحة الخشنة باتحاد حامض الخليك مع الكحول وتكوين خلات الاثيل المرغوبة .

الكشف عن الغش في الخل :

يصعب التمييز بين الخل الطبيعي والصناعي لكن تقدير بعض المركبات من حيث وجودها او عدم وجودها كمركب Acetyl Methyl Carbinol (الاسيتن) الذي يوجد في الخل الطبيعي ولايوجد في الخل الصناعي ، ووجود حامض الفورميك في الخل الصناعي وكلا الطريقتين يحتاجان الى طرق خاصة لتقديرها .

طرق تصنيع الخل Methods of vinegar manufacture

يستخدم الخل القديم كمصدر لبكتريا حامض الخليك الذي يضاف الى العصير المتخمر كحوليا وبنسبة 10-12% حجما بطريقة الوجبات ، بينما بطريقة المستمرة مولدات الخل Vinegar generator حيث يمرر العصير المتخمر كحوليا على نشارة الخشب المحتوية على بكتريا حامض الخليك مع وجود تهوية جيدة ومستمرة لكي تحدث الاكسدة السريعة ونحصل على الخل خلال ساعات .

تقسم الطرق المتبعة في تصنيع الخل الى طريقتين:

اولاً : الطرق البطيئة Slow methods

يجب أولا التعرف على الملامح العامة لهذه الطرق والتي تتلخص في النقاط التالية:
1- السائل الكحولي لا يتحرك أثناء تحوله إلى خل.
2 - يتم في هذه الطرق استخدام عصائر الفواكه المتخمرة أو محاليل المولت لإنتاج الخل

3- لا يتم في هذه الطرق إضافة مواد مغذية للبكتريا حيث أن عصير الفواكه أو مستخلص المولت المستخدمة قادرة على إمداد البكتريا بما تحتاجه من مواد غذائية.

هذا وتتضمن الطرق البطيئة مايلي:

1- **طريقة Let-alone**: تعتمد هذه الطريقة على إحداث عملية التخمر والأكسدة ذاتيا وذلك بالاعتماد على الخميرة وبكتريا حمض الخل الموجودة بشكل طبيعي في عصير الفواكه, حيث تترك البراميل الحاوية على العصير مملوءة جزئيا مع ترك السدادة مفتوحة حتى يتحول العصير إلى خل ويتكون على السطح غشاء أم الخل mother of vinegar الناتج عن بكتريا حمض الخل.

وفي المقابل نلاحظ أن هذه الطريقة غير اقتصادية حيث أن الخل الناتج يكون قليل بالنسبة لكمية الكحول المنتجة بواسطة الخميرة ويمكن إرجاء هذا الأمر إلى السببين التاليين:

أ- غياب الأنواع النشطة من بكتريا حمض الخل والتي تمتاز بمقدرتها على الإنتاج العالي لأن هذه الطريقة تعتمد على التواجد الطبيعي لبكتريا حمض الخل وليس على السلالات المنتخبة.

ب- أكسدة حمض الخل الناتج بواسطة بكتريا حمض الخل أو بسبب نمو بعض أنواع من الخمائر و الفطريات على السطح والتي تؤدي إلى انخفاض كمية حمض الخل الناتج

2- **طريقة Oreleans أو الطريقة الفرنسية**: تمتاز هذه الطريقة باعتبارها طريقة مستمرة على الرغم من إجرائها ضمن براميل وتتلخص هذه الطريقة باستخدام السائل الكحولي الناتج من عملية التخمر الكحولي والذي يوضع داخل براميل خشبية سعتها 200 لتر تملأ إلى ثلاثة أرباعها ويتم وضع هذه البراميل بشكل أفقي بغرض زيادة السطح المعرض ثم يضاف للسائل الكحولي كمية من الخل الطازج والذي يعتبر كبادئ بحيث تصبح نسبته 3% كحول إلى 3% حمض خل كما أن هذا الخل يساعد على تواجد الحموضة المطلوبة والتي تمنع نمو الأحياء الدقيقة غير المرغوبة, ثم يترك المحلول ليتخمر لمدة خمسة أسابيع, وقبل أن تقوم البكتريا بأكسدة كامل السائل الكحولي يسحب منه أسبوعيا نحو 10-14 لتر من فتحة متوضعه في أسفل البرميل ويوضع عوضا عنها سائل كحولي جديد وهكذا.

ويجب مراعاة عدم تخريب غشاء أم الخل المتوضع على سطح السائل عند إضافة السائل الكحولي الجديد لذلك يتم إضافة الكمية الجديدة من السائل الكحولي بواسطة قمع في أعلى البرميل بحيث يصل امتداد أنبوبة القمع إلى ماتحت سطح الغشاء, كما تم تزويد البراميل بفتحات مغطاة بسلك معدني لمنع دخول الحشرات ولتسهيل تبادل الهواء اللازم لعملية الأكسدة.
وبشكل عام تمتاز هذه الطريقة بإنتاج خل جيد النكهة حيث يجري تعتيق الخل أثناء إنتاجه أيضا.

3- **الطريقة الفرنسية المعدلة: Pasteur of modified franch process**تم ابتكار هذه الطريقة من أجل التغلب على أهم مشاكل الخل بالطريقة السابقة والتي تتمثل في حدوث انخفاض في نشاط بكتريا أم الخل عند كل إضافة للمحلول الكحولي الجديد وذلك عن طريق عمل إطار داخلي من سدابات خشبية (قاع كاذب) يعمل كحامل لغشاء أم الخل, كما يمكن التغلب على هذه المشكلة بإضافة المحلول الكحولي الجديد بواسطة قمع يصل امتداده لأسفل غشاء أم الخل كما سبق ذكر ذلك, ثم تتم عملية إنتاج الخل بشكل مماثل للطريقة السابقة.

ثانيا: الطرق السريعة

تعتمد هذه الطرق على مبدأ أن زيادة السطح المعرض للهواء تؤدي إلى زيادة كمية الخل الناتجة, وبالتالي يمكن تلخيص الملامح العامة لهذه الطرق في النقاط التالية:

-1السائل الكحولي المستخدم في إنتاج الخل دائم الحركة.

-2يتم في هذه الطرق استخدام المحاليل الكحولية لإنتاج الخل

-3عند استخدام الطرق السريعة لا بد من إضافة مواد مغذية للبكتريا مثل اليوريا والنشاء و الأسباراجين و الغلوكوز.

تتضمن الطرق السريعة ما يلي:

1- **الطريقة الألمانية أو طريقة شويتزنباخ** :Schutzenbach تعتبر من أقدم الطرق السريعة و تعتمد هذه الطريقة على استخدام المولدات وهي عبارة عن خزانات خشبية ذات أحجام مختلفة تتوضع بشكل عمودي, وقد تم تقسيم هذه الخزانات من الداخل إلى ثلاثة أقسام, القسم العلوي لدخول المحلول الكحولي على شكل رذاذ بواسطة موزع أو رشاش متوضع داخل القسم العلوي, والقسم الأوسط والذي يعتبر أكبر هذه الأقسام فيملأ عادة بنشارة الخشب أو قوالح الذرة أو البلاستيك أو أي مادة تعطي مساحة مسطح كبير لحمل بكتريا حمض الخل على أسطحها وفي نفس الوقت لا تنقل مواد غير مرغوبة للخل الناتج حيث تساعد هذه الرقائق على زيادة السطح المعرض والذي يغطى بأم الخل وبالتالي فعند مرور رذاذ السائل الكحولي من الجزء العلوي فوق طبقات الرقائق المتراصة في القسم الثاني وفي وجود الهواء تتم عملية الأكسدة بواسطة بكتريا حمض الخل, ويوجد في نهاية القسم الثاني قاع كاذب يسمح بمرور الخل إلى القسم الثالث والذي يعتبر أصغر الأقسام حيث يتجمع فيه الخل الناتج والذي يعاد دورانه إلى أعلى وبذلك يزداد تركيز حمض الخل بعد كل دورة في الصهريج, أما الهواء فيتم دخوله من خلال فتحات موجودة في القاع الكاذب ونتيجة ارتفاع الحرارة بسبب الأكسدة الحاصلة يتصاعد الهواء ومن ثم يستمر في الحركة, وبشكل عام يجب مراعاة عدم ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير. تبلغ فترة التخمر هذه نحو أسبوع, ويتراوح قطر الخزانات من 0,8- 2 متر وارتفاعها من 5.1- 8 أمتار والبكتريا المستخدمة هنا هي بكتريا الطريقة السريعة أو. A. schutzenbachii

2- **طريقة ماكين** :Mackin method يتم في هذه الطريقة تجهيز محلول كحولي مخفف ومدعم بالمواد الغذائية اللازمة لنمو بكتريا حمض الخل حيث يضخ على هيئة رذاذ بواسطة عمود رشاش قرب قمة حيز يسمح بسقوط الرذاذ على هيئة ضباب حيث يقابله الهواء ثم يمر إلى الجزء الثاني من الصهريج حيث تتم أكسدته ثم ينتقل إلى الجزء الثالث حيث يبرد ويعاد دفعه تحت ضغط مرة أخرى حتى يتم تحويله بشكل كامل إلى خل.

3- **. طريقة المولدات المغمورة :Dipping generators** يتألف الجهاز المستخدم في هذه الطريقة من صهريج بداخله قفص معبأ برقائق الخشب والتي تعمل كحامل لأم الخل, وهذا القفص مصمم بشكل يسمح له بالحركة نحو الأعلى والأسفل, فعند غمره في الصهريج الممتلئ

بالكحول ثم عند رفعه إلى أعلى سطح السائل يتخلله الهواء فتحصل عملية الأكسدة وهكذا حتى يتحول كامل الكحول إلى خل.

4- **طريقة مولدات فرنغس**: تعتبر طريقة فرنغس طريقة محسنة للطريق الألمانية حيث يتم في هذه الطريقة استخدام المولدات نفسها ولكن بعد تزويدها بمضخات لضغط الهواء ومنظم لقياس سرعة التهوية وأنابيب للتبريد باعتبار أن عملية الأكسدة تعطي كميات كبيرة من الحرارة وبالتالي يجب السيطرة عليها وإبقائها في حدود 39مْ وإلا أثرت على نشاط بكتريا حمض الخل, كما تم تزويد هذه المولدات بمضخات لضخ الخل الناتج وغير كامل الأكسدة. يحتوي المصنع عادة على عدة مولدات تعمل بصورة متتالية حيث يمر السائل الكحولي خلال المولد فيتأكسد جزئيا وينتج كمية من الحمض, أما الكمية المتبقية من الكحول فيتم أكسدتها في المولد التالي وهكذا حتى يتم أكسدة كامل كمية الكحول. وتمتاز هذه الطريقة بإنتاج الخل بصورة أسرع مقارنة مع الطريقة الألمانية حيث يبلغ ناتج المتر المكعب من الجهاز نحو 8-12 كيلو يوميا

5- .الطريقة العميقة: تعتمد هذه الطريقة على عمل تهوية شديدة للسائل الكحولي أثناء أكسدته, ويتم في هذه الطريقة استخدام جهاز عبارة عن خزان كبير لا يحتوي على نشارة الخشب ومجهز بأجهزة لضغط الهواء وتوزيعه عن طريق ثقوب في أنابيب التهوية التي توضع بشكل حلزوني بالإضافة إلى أنابيب أخرى لتنظيم درجة حرارة السائل الكحولي الذي يتراوح تركيزه بين 8 – 12% كحولاً والذي يتم تلقيحه ببادئ من بكتريا حمض الخل النقية, ويتم التخمر على درجات حرارة تتراوح بين 24 – 29مْ وتنمو البكتريا في معلق السائل المتخمر نفسه المحتوي على فقاعات هوائية ناتجة عن دفع الهواء داخله.
وتحتوي المصانع عادة على عدة خزانات وتمتاز هذه الطريقة بسرعة الإنتاج حيث ينتج المتر المكعب من الجهاز نحو 23 كيلو من الخل يوميا.

أهم العمليات التي تتم على الخل المنتج بالطرق السريعة:

1- يمتاز الخل المنتج بواسطة الطرق السريعة باحتوائه على 10% حمض الخل لذا يجري عليه عملية تخفيف حتى تركيز 4-6% ليصبح صالح للاستهلاك, ويعود السبب في إنتاج الخل بهذا التركيز المرتفع هو للحد من مخاطر تلوث الخل بأحياء دقيقة غير مرغوبة وبخاصة بعض أنواع الخمائر والبكتريا الضارة والتي يمكن أن تنمو على تراكيز 5-6% حمض خل.
2- . يجب إجراء عملية تعتيق للخل المنتج بالطرق السريعة من أجل أن تتكون مواد النكهة المرغوبة, لذا لابد من تخزين الخل المنتج لمدة زمنية تتراوح بين عدة أسابيع إلى عدة شهور وذلك ضمن براميل مملوءة تماما تلافيا لوجود الهواء

ترويق وترشيح الخل:

من الأمور الهامة والواجب توافرها في الخل الجيد أن يكون رائقا وشفافا مما يحتم إجراء عملية ترويق وترشيح للخل من أجل إزالة المواد العالقة, ويتم ذلك باستخدام إحدى المواد التالية:

1- غراء السمك Isinglas fish glue: يتم إذابته في ماء محمض بحامض نتريك بكمية مكافئة لوزن الغراء, ثم يضاف إلى الخل مع الرج ثم يغلق البرميل لمدة 7-10 أيام وبعد ذلك يسحب الخل الرائق.
2- الكازين Casein: يتم استخدامه بصورة كازين ذائب في الماء أو على صورة كازينات صوديوم, ويتم إضافتها الى الخل مع الرج ثم يترك مدة أسبوع لترسيب المواد العالقة ثم يسحب الخل الرائق
3- الجيلاتين والتانين Gelatin and Tannin: يتم استخدامهما عن طريق إذابة التانين أولا في الخل ويخلط مباشرة معه أما الجيلاتين فيتم إذابته في ماء ساخن قبل استخدامه, حيث تستخدم كميات متساوية من التانين و الجيلاتين وتخلط مع الخل وتترك للترسيب لمدة 5-7 أيام ثم يسحب الخل الرائد.
4- تراب البنتونت High grade bentonite clay: يتم استخدامه عن طريق نقعه لمدة أيام في الماء أو الخل ثم يرج هذا المحلول من أجل الحصول على محلول يحتوي 5% من الطين, ثم

يضاف 1.5 جالون من المحلول السابق لكل 100 جالون من الخل ثم يترك المحلول فترة زمنية تتراوح من 1-2 أسبوع لترسيب المواد العالقة ثم يسحب الخل الرائق.

كما يمكن ترشيح الخل باستخدام جهاز الترشيح ذو ألواح الأسبستوس تحت الضغط, حيث يمر الخل خلال مرشحات الأسبستوس والتي تعمل على حجز المواد العالقة في الخل.

وفي المقابل نلاحظ أنه بعد إتمام عملية الترشيح يمكن أن يحتوي الخل على عكارة ناتجة عن نمو بكتريا حمض الخل ويمكن التغلب على هذه المشكلة ببسترة الخل المرشح على درجة حرارة 140ف لمدة 3-5 ثواني.

عيوب الخل وأمراضه: Vinegar Defects&Spoilage

1- المعادن: يؤدي وجود آثار من الحديد في الخل الناتج بسبب تأثير الآلات المستخدمة إلى حدوث دكانه في لون الخل نتيجة أكسدة أيون الحديدوز إلى أيون الحديديك حيث يتفاعل الأخير مع التانينات أو الفوسفات أو البروتينات مكونا راسب يؤدي إلى حدوث تعكير في الخل مع تغير لون الخل إلى اللون الغامق, لذا يفضل استخدام الأجهزة الخشبية أو الأجهزة المصنوعة من المعدن الغير قابل للصدأ, كما يمكن أن تتشكل العكارة في الخل نتيجة لوجود أملاح القصدير والنحاس.
2- ذبابة الدروسوفيلا Drosophila: وهي حشرة صغيرة تنمو في الخل وتتغذى على البكتريا, كما أنها غير مرغوبة من الناحية النفسية للمستهلك وتسبب مضايقات للعمال عند كثرتها, ويمكن التخلص منها عن طريق الالتزام بالشروط الصحية للمصانع.

3- سوس الخل: يمكن أن يتواجد في الخل عن طريق فتحات التهوية في البراميل, وتساعد الحرارة الدافئة والرطوبة على نشاط السوس والذي يؤثر على جودة الخل الناتج.

4- دودة الخل: وهي من ديدان النيماتودا Anguillula aceti: لونها أبيض ويمكن مشاهدتها بالعين المجردة بصعوبة, وتمتاز أنها تتكاثر بسرعة في المحلول حيث تعطي الدودة الواحدة خلال أسبوع نحو 50 دودة والتي تصل إلى نموها الكامل بعد شهر حيث تهاجم غشاء أم الخل, ونلاحظ تواجدها في حالة الإنتاج بالطرق البطيئة مما يؤدي إلى إنتاج خل رديء النوعية, ويمكن تلافيها عن طريق منع التهوية في آواني التعبئة نظرا لحاجتها للهواء, كما يمكن القضاء عليها بواسطة البسترة على درجة حرارة 130فْ وإزالتها بعد ذلك بواسطة الترشيح.

5- وجود أجناس :Lactobacillus & Leuconostocحيث أن تواجدهما في عصير العنب أو مستخلص المولت أو السيدر المستخدمة لإنتاج الخل يؤدي إلى إعاقة التخمر الكحولي ونمو الخميرة, كما أنها تنتج مواد ذات رائحة كريهة وذلك تحت الظروف اللاهوائية, ويمكن التغلب على هذه الظاهرة بإضافة ثاني أكسد الكبريت للعصير قبل إجراء عملية التخمر الكحولي . ولكن يجب التنويه هنا أن هذه الإضافة تعيق نمو بكتريا حمض الخل لذا يجب التخلص منها قبل إجراء التخمر الخلي.

ومن الجدير ذكره في هذا المجال أن أحد عيوب الخل يكمن في بكتريا حمض الخل نفسها حيث أن بعض الأنواع تقوم بأكسدة الحمض الناتج (الأكسدة الكاملة) كما سبق وأن ذكرنا ذلك, كما أن بعض الأنواع تكون مواد مخاطية لزجة تعمل علىGluconobacter oxydans انسداد فتحات جهاز التخمير مثلاً.