صناعة المنضحة

الدكتور عبد المجيد حمدى

يعتبر الجبن من المواد الغذائية الأساسية التى لاقت اهتماماً بالغا، ويرجع ذلك لعوامل عدة أهمها :

(١) ميل أغلبية المستهلكين إلى الجبن .
(٢) نجاح صناعة مختلف أنواع الجبن تحت الظروف المحلية .
(٣) تزويد السوق المحلية بحاجتها من الجبن والحد من الاستيراد .
(٤) وجود إمكانيات لتصدير الفائض من الجبن .

وقد أعدت بعض المصانع لتحويل مالايقل عن نصف كمية اللبن الواردة إليها إلى جبن ، كما فى مصنع دمياط ، ومايقدر بنحو الربع فى المصانع الأخرى .

ويبين الجدول (١) كميـــة اللبن الناتجة والمصنعة جبنا بملايين الأرطال خلال الفترة من ١٩٥٢ — ١٩٥٩ (عن نشرة الاقتصاد الزراعى ١٩٦٢) .

جدول (١)

السنة	١٩٥٢	١٩٥٣	١٩٥٤	١٩٥٥	١٩٥٦	١٩٥٧	١٩٥٨	١٩٥٩
جملة اللبن الناتج	٢١٢٣	٢١٢٤	٢١١٣	٢٢١٢	٢٣٨٦	٢٤١٠	٢٣١٩	٢٤٠٧
اللبن المصنع جبنا	٨٦٢	٨٦٠	٨٥١	٨٨٦	٩٥٠	٩٦٠	٩٢٢	٩٥٩
جملة الجبن الناتج	١٩٣	١٩٣	١٩١	١٩٤	١٦٩	١٧١	٢٠١	٢١٧

● الدكتور عبد المجيد حمدى : مدير قسم تكنولوجيا الالبان بالادارة العامة للانتاج الحيوانى ، بوزارة الزراعة .

ويعتمد اللبن فى تخثيره على المادة الخاصة المعروفة بالمنفحة ، وهى عبارة عن خلاصة من أنزيمات مجبنة يسودها الرينين ، وتعرض هذه الخلاصة فى الأسواق إما على حالة سائلة أو مجففة على هيئة أقراص أو مسحوق .

ولكل الأنزيمات المحللة للبروتين — نباتيا كان مصدرها أو حيوانياً — القدرة على تجبين اللبن بدرجات متفاوتة، وباستعراض صفات هذه المجموعة من الأنزيمات يظهر أن الرينين أفضلها فى صناعة الجبن للأسباب الآتية :

(١) الرينين هو الأنزيم الطبيعى الذى يجبن اللبن فى معدة العجل الرضيع ولذلك فالمنتظر أن يكون هو أفضل الأنزيمات لهذه العملية .
(٢) يمتاز الرينين بقدرته العالية على التجبين بالنسبة لقدرته على تحليل البروتينات .
(٣) بجانب قدرة الرينين على تجبين اللبن عند حموضته الطبيعية فإن الخثرة والجبن الناتجين منه يفضلان مثيلاتهما من الأنزيمات الأخرى .

وتشير كثير من المراجع إلى وجود عدد كبير من النباتات التى يمكن الحصول منها على مستخلصات لها القدرة على تجبين اللبن مثل نباتات الخرشوف والباباظ والبسلة والداتورة والترمس والسائل اللبنى للتين ، ولازالت هذه المستخلصات فى حاجة إلى دراسات أكثر استفاضة من الناحيتين الصناعية والاقتصادية .

وتوجد الأنزيمات المجبنة للبن فى بعض أجزاء الجهاز الهضمى للحيوانات، إلا أن تركيزها يزيد فى المعدة ، ولذلك جرت العادة على تحضير مستخلص المنفحة من بعض تلك الحيوانات كالعجول والأغنام والماعز .

وحيث إن أنزيم الرينين هو المستعمل الآن فى صناعة الجبن بطريقة سائلة ، ويزيد تركيز هذا الأنزيم فى معدة العجول الرضيعة (البتلو) لذلك تعتبر هذه المعدة هى المصدر الرئيسى لتحضير الرينين على هيئة المستخلص المعروف بالمنفحة .

الأنفحة ومدى احتواء أجزائها المختلفة على الرينين :

من المعروف أن الأنفحة — وهى المعدة الرابعة للحيوانات المجترة — هى المعدة الأساسية للحيوانات الرضيعة التى تتغذى على اللبن ، ففى هذه الفترة من عمر

الحيوان يكون حجم المعدة كبيرا إذ يبلغ نصف حجم الكرش والفلنسوة مما (بدر الدين ١٩٥٠) .

وتقتصر محتويات الأنفحة من الأنزيمات المجبنة فى هذا السن أساسيا على أنزيم الرينين، وكلما كبر الحيوان وقلت تغذيته على اللبن زادت نسبة البيبسين فى الأنفحة وقلت نسبة الرينين ، هذا بخلاف الحيوانات ذات المعدة الواحدة ، كما يظهر من نتائج Holter and Anderson (١٩٣٤) التى تشير بأن الأنزيمات المعدية لا تختلف كثيرا فى معدات صغار أو كبار الإنسان والكلاب ، وكما يتضح مما أورده Tauber (١٩٤٩) عند اختباره للغشاء المعدى للخنازير والأرانب الكبيرة خلوه من الرينين الذى ظهر فى أباوات العجول الرضيعة مصحوبا بكمية قليلة من البيبسين يتعذر فصلها عنه ، هذا وقد أشار Davis (١٩٥٥) أيضا إلى أن أنامح العجول الرضيعة تحتوى على كمية من الرينين تقدر بحوالى سبعة أمثال الموجودة منها فى الماشية الكبيرة .

وتعرف منطقة اتصال الأنفحة بالورقية بالنهاية الفؤادية ، وباتصالها بالاثنى عشر بالنهاية البوابية . ولقد أشار Dukes (١٩٤٣) إلى أن الأنفحة تنقسم إلى قسمين رئيسين هما :

(ا) القسم القاعى Fundic region .

(ب) القسم البوابى Pyloric region .

ويحتوى كل منهما على نوع خاص من الغدد المعدية Fundic and pyloric glands وقد ذكر Holwerda (١٩٢٣) أن النهاية الفؤادية Cardiac end للغشاء المخاطى غنية بأنزيم الرينين ، بينما وجد Tauber and Kleiner (١٩٣٢) أن القسم البوابى Pyloric region فى الغشاء المخاطى الطازج أفقر فى نسبة الرينين وأغنى فى كمية المخاطين ولكن باستعمال هذا الغشاء مجففا حصل Heekma and Brouwer (١٩٢٢) على نسبة أعلى باستعمال الجزء البوابى ، بينما حصل Leitch (١٩٣٧) على مستخلصات من المنفحة ذات قوة متوسطة باستعمال النهايات البوابية فقط ، وذكر فهمى وعامر (١٩٦١) أنه على مايبدو فإنه ليس من السهل تحديد أى المناطق أغنى بالأنزيم فى معدات البتلو .

وقد أجرى الكاتب بحثاً فى هـذا الشأن لمعرفة مدى احتواء الأجزاء المختلفة من المعدة على الأنزيم فأخذت أنفحة البتلو وبعد تجفيفها وتسويتها فصل الجزء البوابى منها على بعد ٥ سم من فتحة البواب ، وكذا الجزء الفؤادى على نفس البعد من الفتحة الفؤادية ، أما الجزء الأوسط فترك فى قسم ثالث ، وقطع كل قسم على حدة ، كما سيأتى فيما بعد ، ونقع فى محلول الاستخلاص ، وقدرت مدة التجبن يوميا وحسبت منها مدة التجبن النسبية ، وكررت التجربة أربع مرات وأخذ المتوسط المدون فى الجدول (٢) ، ومنه يتضح أن الجزء البوابى للمعدة وهو المتصل بالأمعاء فقير فى الأنزيم ، يليه فى ذلك الجزء الأوسط ، ثم الفؤادى ، فبينما بلغت مدة التجبن باستخدام المستخلص الناتج من الجزء الفؤادى ١٠٠ بعد ستة أيام بلغت بمثيله الناتج من الجزء الأوسط ١٥٠ ومن الجزء البوابى ٤٧٥ ، وقد يرجع ذلك إلى قلة وجود الخلايا المفرزة للأنزيم فى الجزء البوابى .

ونظراً لضآلة كمية الأنزيم فى الجزء البوابى عن الأباوة ، يرى الكاتب استبعاده عن النقع للحصول على مستخلصات قوية باستخدام الأجزاء المركزة بالأنزيم من جهة ولتوفير تكاليف عملية الاستخلاص من هذا الجزء .

جدول (٢)

مدة الاستخلاص باليوم	متوسط مدة التجبن النسبية لأربع تجارب		
	البوابى	الأوسط	الفؤادى
١	٧٣٠	٢١٠	١٥٠
٢	٦٢٠	١٨٥	١٣٥
٣	٥٨٠	١٧٥	١٢٥
٤	٥٦٠	١٦٥	١١٠
٥	٥٠٠	١٥٠	١٠٠
٦	٤٧٥	١٥٠	١٠٠

إعداد المنافح لاستخلاص الأنزيم :

لما كان الغشاء المخاطى mucosa للأنفحة هو الطبقة الداخلية لجدار

المعدة التى يفرز فيها الأنزيم ، وحيث إن الأغشية المعدية الأخرى وما يلتصق بالخارجية منها من أنسجة لا علاقة لها بالأنزيم ، يصبح من الضرورى إزالتها بقدر الإمكان للتغلب على ما تسببه من صعوبات فى عملية الاستخلاص والترشيح .

ولهذا فقد لجأ بعض الباحثين إلى تشريح معدات العجول وفصل الغشاء المخاطى منها ، واستخدامه فى تجاربهم ، فاستعمل Fenger (١٩٢٣) هذا الغشاء مسحوقا بعد تجفيفه ، واستعمله كذلك Tauber and Kleiner (١٩٣٢) طازجاً بعد فرمه .

ونظراً لأن هذه الطريقة — وهى الاقتصار على الغشاء المخاطى — يكتنفها صعوبات عملية ، لما تحتاجه من وقت طويل ودقة ومهارة فى التشريح ، فإنها لا تتبع فى الطرق التجارية .

واستعمل Keil (١٩٤٤) المعدات الطازجة بعد فرمها كلها فى تحضير المنفحة ، ولكن يعاب أيضا على هذه الطريقة كثرة المخاطين mucin الذى ينتج أثناء فترة الاستخلاص وما يسببه من صعوبة فى التصفية أو الترشيح ، ولذلك فإن المعدات الجافة هى الأكثر استعمالا فى هذه الصناعة ويتم إعدادها كما يلى :

١ — تؤخذ المعدات بعد ذبح الحيوانات مباشرة ، ثم تزال الأغشية الدهنية الموجودة على السطح الخارجى للمعدات ، وتخلى من بقايا اللبن المتجبن الموجود داخلها بالضغط عليها ابتداء من فتحة البواب حتى الجزء الملتصق بالورقية والفتحة الفؤادية ، ثم تقلب المعدة ويزال منها ما تبقى من لبن وتعاد إلى ما كانت عليه وتنظف من الخارج بالماء لإزالة الشوائب .

٢ — يملح من الخارج بالملح الخفيف ، ثم تربط بالقرب من الفتحه الفؤادية وتنفخ من فتحة البواب ، وبعد عملية النفخ تربط الفتحة البوابية .

٣ — تترك المعدات معلقة حتى يتم جفافها ، وقد تستغرق مدة التجفيف من أسبوع إلى شهر أو أكثر ، ويلاحظ فى مكان التجفيف ما يلى :

(ا) ألا تكون الأنافح معرضة للضوء المباشر لما له من أثر ضار على الأنزيم .
(ب) أن يكون جافا لإسراع عملية التجفيف وتلافيا لفساد الأنفحة .
(حـ) كونه مناسبا فى درجة حرارته ، بحيث تتم العملية بأسرع ما يمكن بأقل تلف فى المنافح .

وتتوقف المدة اللازمة لعملية التجفيف على :

(١) درجة حرارة مكان التجفيف .
(٢) سرعة مرور الهواء والرطوبة النسبية به .
(٣) طريقة تحضير المنافح ، فالمنفوخ منها يجف أسرع من غير المنفوخ ، وغير المملح يجف أسرع من المملح .

(٤) بعد جفاف المعدات تبدأ عملية التسوية ، فخلايا أنسجة النبات والحيوان تحتوى على بعض الأنزيمات الداخلية التى من وظائفها هضم مواد هذه الأنسجة عقب موتها ، وهو ما يعرف بالتحلل الذاتى . ولما كان التحلل الذاتى يؤثر على جدر الخلايا بما يسهل عملية استخلاص الأنزيمات ، فإن البعض يلجأ إلى تخزين المنافح المجففة فترة من الزمن قد تستغرق بضعة أشهر لزيادة ما يحصل بها من تحلل ذاتى ، وتسمى هذه العملية بتسوية المنافح .

(٥) بعد انقضاء فترة التسوية تخزن المنافح بالضغط عليها لإخراج ما بها من هواء لتقليل الحيز اللازم لتخزينها ، ثم ترص فى طبقات داخل صناديق أو أقفاص تسمح باستمرار التهوية كأقفاص الجريد ، وتحفظ فى مكان جاف ، جيد التهوية بعيداً عن فعل الآفات والحشرات وغير معرض للضوء المباشر .

وغالبا ما تتم هذه العملية عند تصدير المنافح أو تخزينها لحين استعمالها ، وتعتبر مدة التخزين امتداداً لفترة التسوية ، فكلما طالت زادت درجة التسوية وساعدت على سهولة استخلاص الأنزيم .

الاستخلاص : والغرض من هذه العملية هو نقل الأنزيم من الأغشية وإذابته فى وسط مناسب لاستخلاصه ، وتشمل هذه العملية النقط التالية :

(١) إعداد المنافح : تجهز المعدات لعملية الاستخلاص عقب جفافها وتسويتها بفصل الأطراف المربوطة الزائدة عن المعدة لقلة أنزيم الرينين بها ، ثم تقطع المنافح بمقص مناسب أو بماكينة تقطيع إلى قطع صغيرة عرضها نحو سنتيمتر وطولها ٢ — ٥ سم ، تسهيلا لعملية تقليبها وعصرها أثناء عملية الاستخلاص .

(٢) تحضير محلول الاستخلاص : يعتبر تكوين محلول الاستخلاص من أهم نقط هذه الصناعة ، إذ عليه تتوقف درجة تركيز وصفات الأنزيم الناتج ، ولهذا كان من الضرورى توفر الشروط الآتية فى محاليل الاستخلاص .

ا — خلوها من المواد ذات التأثير الضار بالأنزيم .

ب — أن تكون على درجة من الـ pH ملائمة لاستمرار نشاط الأنزيم وعدم ترسيبه .

حـ — أن تكون ذات تأثير حافظ المساعدة على إطالة مدة حفظ المنفحة دون تلف .

و — عدم احتوائها على مواد تكسب الجبن الناتج صفات غير مرغوب فيها .

وقد استخدم كثير من الباحثين محاليل مختلفة لاستخلاص الأنزيمات ، فاستخدم Tauber (١٩٤٩) محلول ٥ر٠ ٪ حمض أيدروكلوريك أو ١ ٪ حمض فوسفوريك، واستخدم Allais (١٩٥٥) محلول مكون من ١٠ ٪ كلوريد صوديوم مع إضافة حمض الأيدروكلوريك حتى بلغ pH المحلول ٥ر٠٠ واستعمل كل من Vander Burg (١٨٨٥) ، Blumenthal (١٩٢٣) ، Holworda and Vander Scheer (١٩٣٧) Hankinson and Palmer (١٩٤٢) حمض البوريك فى استخلاص الأنزيمات المجبنة للبن بتركيزات مختلفة من هذا الحمض . كما استعمله Soxlet (١٩١١) بنسبة ٤ ٪ و Leitch (١٩٢٣) بنسبة ٢ — ٣ ٪

وقد قارن فهمى وعامر (١٩٦٢) بين استخدام حمض البوريك بنسبة ٢ ، ٤ ، ٦ ٪ ، ووجد أن أفضل النتائج ما حصل عليها فى المحاليل ذات تركيز ٤ ٪ للأسباب الآتية .

(ا) لم يحدث تغيير فى رائحة المحلول بعكس محلول الاستخلاص المحتوى على ٢ ٪ حمض بوريك ، فقد ظهرت فيه رائحة خفيفة نتيجة للانحلال البكتريولوجى .

(ب) انخفاض مدة التجبن عند الاستخلاص بمحلول حمض البوريك ٤٪ عن النسبتين الأخريين ، فقد كانت هذه المدة ١٢٦ و١١٩ و١٣٦ عند استعمال النسب ٢ و ٤ و ٦٪ حمض بوريك على التوالى .

(حـ) ملاءمة pH المحلول لتنشيط مولد الأنزيم وتحويله إلى رينين . ولما كان احتواء هذا المستخلص على حمض بوريك بنسبة ٤٪ حمض بوريك يتعارض مع المرسوم الصادر فى ١٩٥٣/١٢/٢٦ بشأن المواد الحافظة التى يسمح بإضافها إلى المواد الغذائية حيث ينص على ألا تزيد نسبة حمض البوريك فى محلول الأنفحة عن ٣ جرام فى كل مائة جرام، لذلك رأى الباحث إجراء دراسة لاختيار أنسب محاليل الاستخلاص ، وقد قارن الكاتب بين محاليل حمض البوريك بتركيزات ٢ و٣ و٤٪ وظهر منها أن تركيز ٣٪ يعطى محلولا أكثر تركيزا للأنزيم إلا أنه سريع التلف فلم تزد مدة حفظه فى الجو العادى عن سبعة أيام ، بدأت قوته تضعف بعد ذلك ثم تلف تماما بعد ٤٥ يوما .

أما عند حفظه فى الثلاجة فقد ظهر عليه التلف بعد شهرين ولم يعد صالحا للاستعمال ، إلا أن قوته بدأت فى التناقص بعد ثلاثة أسابيع بدرجة كبيرة .

ولما كان الغرض الأساسى من الحمض هو الحصول على أيونات الأيدروجين عند pH ٤و٥ تقريبا ، حتى يمكن تحويل مولد الرينين pro-rennir إلى الأنزيم نفسه أى تنشيط الأنزيم Lundsteen (١٩٥٥) لذلك رأى الكاتب الاستفادة من المحاليل المنظمة التى تعطى رقم ٤و٥ تقريبا فى عملية الاستخلاص .

ومن المعروف أن أنسب المحاليل المنظمة التى تعطى pH الملائم لاستخلاص الأنزيم وهو ٤و٥ هى المحاليل المكونة من حمض الخليك وخلات الصوديوم أو المكونة من سترات ثنائى الصوديوم وسترات ثلاثى الصوديوم .

ولما كان حمض الخليك وملحه الصودى من المواد الحافظة المصرح باستعمالها فى المواد الغذائية ، لذلك رأى الباحث استخدامه فى عمليات الاستخلاص .

وقد أجريت التجربة بتحضير محلول منظم من حمض الخليك وخلات الصوديوم

يأخذ ١٤٥ ملليلتر من حمض الخليك ١و٠ عيارى أضيف إليها ٨٥٥ ملليلتر من محلول خلات الصوديوم ١و٠ عيارى ثم أضيفت قطع المنفحة بنسبة ١٠٠ جرام منفحة لكل لتر من المحلول وقلبت المنفحة فى المستخلص يوميا لمدة سبعة أيام . وقد حضر محلول آخر من المستخلص الأنزيمى المكون من ٤ ٪ حمض بوريك و٥و٠ ٪ بنزوات صوديوم وقد قورنت مدة التجبن فى المستخلصين . ويظهر فى الجدول (٣) وحدات الرينين فى كل المحلولين .

جدول (٣)

مدة الاستخلاص باليوم	محلول حمض الخليك		محلول حمض البوريك والبنزوات	
	مدة التجبن النسبية	وحدات الرينين	مدة التجبن النسبية	وحدات الرينين
١	١٥٤	٢٦	١٨٠	٢٣
٢	١٤٦	٢٨	١٦٠	٢٥
٣	١١٨	٣٤	١٣٤	٣٣
٤	١٠٤	٣٨	١٢٠	٣٣
٥	١٠٢	٣٩	١١٦	٣٤
٦	١٠٠	٤٠	١١٤	٣٥
٧	١٠٠	٤٠	١١٢	٣٥
pH المحلول	٥,٤٥		٥,٤٠	

ويتضح من هذا الجدول :

(١) أن مدة ستة أيام كانت كافية تماما للاستخلاص فى المحلول المكون من حمض الخليك وخلات الصوديوم ، وتتفق هذه المدة بذلك مع الفترة اللازمة للاستخلاص بمحلول حمض البوريك وبنزوات الصوديوم .

(٢) احتوى محلول الاستخلاص الأول على وحدات من الرينين أكثر من الثانى ، فكان عدد الوحدات فى المحلول المنظم (حمض الخليك + خلات الصوديوم)

هو ٤٠ وحدة فى المليلتر بعد ستة أيام من بدء الاستخلاص . أما المحلول الثانى فقد احتوى على ٣٥ وحدة بعد ستة أيام من بدء عملية الاستخلاص .

(٣) كان رقم الـ pH من كل من المحلولين متقاربا ، فكان فى الأول ٥,٤٥ وفى الثانى ٥,٤٠

جدول (٤)

مدة الحفظ باليوم	الحفظ فى الجو العادى		الحفظ فى الثلاجة	
	مدة التجبن النسبية	النسبة المئوية للزيادة فى مدة التجبن النسبية	مدة التجبن النسبية	النسبة المئوية للزيادة فى مدة التجبن النسبية
عند بدء الحفظ	١١٨	—	١١٨	—
بعد ٧ أيام	١٢٠	١,٥	١٢٠	١,٥
١٥ يوما	١٣٠	١٠	١٢٤	٥
٢٢ يوما	١٣٨	١٧	١٣٠	١٠
٣٠ يوما	١٥٠	٢٧	١٣٦	١٥
٤٥ يوما	١٦٠	٣٤	١٤٤	٢٢
٦٠ يوما	تلف	—	١٥٢	٢٩
٧٥ يوما	—	—	١٦٠	٣٤
٩٠ يوما	—	—	١٨٠	٥٢

إن من أهم الشروط الواجب توافرها فى المنفحة السائلة الجيدة احتفاظها بقوتها عند تخزينها بجانب نقاوتها ، ولذلك تطرق الكاتب إلى دراسة أثر التخزين على احتفاظ المستخلص الأنزيمى (المنفحة) بقوته عند تخزينه ، ولإجراء هذا أخذ المستخلص السابق وقسم قسمين ، حفظ الأول على درجة حرارة الغرفة ووضع الثانى فى الثلاجة على درجة ٥° مئوى ، ويبين الجدول (٤) نتائج هذه التجربة التى يظهر منها أن تخزين المستخلص على درجة حرارة الغرفة قد أفقده ١٠٪ من قوته بعد ١٥ يوما ، وازداد هذا النقص فى قوة الأنزيم التجبنية فأصبح ١٧٪

بعد ٢٢ يوما ، وبلغ ٢٧٪ بعد ٣٠ يوما ، وكان ٣٤٪ بعد ٤٥ يوما ، وعند إجراء اختبار قوة المنفحة بعد ٦٠ يوما من مدة الحفظ ظهرت رائحة كريهة .

وأمكن إطالة مدة حفظ المستخلص الأنزيمي إلى ثلاث شهور دون تغير فى رائحته بحفظه على درجة ٥°م بالثلاجة ، وبلغ مقدار النقد فى قوة الأنزيم التجبنية خلال هذه الفترة ٥,١و٥و١٠و١٥و٢٢و٢٩و٣٤و٥٢٪ من قوته خلال فترات التخزين وهى ٧و١٥و٢٢و٣٠و٤٥و٦٠و٧٥و٩٠ يوما على التوالى .

ويتضح من النتائج السابقة أن محلول المنفحة يبدأ فى التغيير وضعف قوته بعد فترة قصيرة من الزمن ، وهذا ماحدا بالكاتب إلى دراسة استعمال مواد حافظة أخرى بجانب الملح وحمض الخليك وخلات الصوديوم الموجودة فى المستخلص.

وتنقسم المواد الكيميائية المستخدمة فى الحفظ إلى قسمين : الأول مواد حافظة تسبب ارتفاعا فى الضغط الأسموزى للمواد الغذائية فتثبط عمل الأحياء الدقيقة ومثلها ملح الطعام والمواد السكرية ، والأخيرة لاتستعمل فى صناعة المنفحة لعدم ملاءمتها لذلك ، أما ملح الطعام فقد ذكر فهمى وعامر (١٩٦١) أنه غير قادر على حفظ المستخلص الأنزيمى بمفرده . وذكر عارف (١٩٤٦) أن المقدار اللازم لمنع الفساد البكتريولوجى لايتوقف فقط على درجة تركيز الملح ، بل على ظروف الوسط من حيث : نسبة الرطوبة ، نوع التلوث ، رقم الـ pH ، درجة الحرارة ، درجة تركيز المواد المنتشرة ، مدى وجود المواد المثبطة لنمو الأحياء الدقيقة .

أما القسم الثانى من المواد الكيماويه الحافظة فهى تلك التى تضاف إلى الأغذية وتكون صالحة لإيقاظ أو تثبيط أو الحد من التلف نتيجة تأثيرها القاتل على الأحياء الدقيقة ، ومن أهم هذه المواد الأحماض المختلفة أو أملاحها ، وأكثرها استعمالا الصودية منها . ويختلف تأثير الأحماض على الأحياء الدقيقة باختلاف طبيعتها فيرجع التأثير القاتل للأحماض القوية إلى انخفاض pH المحلول الذى يصبح غير صالح لنمو هذه الأحياء. أما الأحماض الضعيفة التأين فيرجع الجزء غير المتأين للحمض .

ومن أهم المواد المستعملة فى الحفظ حمض البوريك والبنزويك والسوربيك وبنزوات الصوديوم .

وطبقا للمرسوم الصادر فى ٢٩ ديسمبر ١٩٥٣ يجب ألا تزيد نسبة حمض البوريك المستخدم فى حفظ محلول الأنفحة عن ٣ جرامات لكل مائة جرام مع وجود ملح الطعام . ووجد Harris (١٩٤٣) من دراسته على أثر حمض البوريك فى حفظ المستخلص الأنزيمى لمعدات الأبقار أن استعمال هذا الحمض بنسبة ١ ٪ لا يساعد على حفظ المستخلص .

ودرس فهمى وعامر (١٩٦١) أثر استخدام بنزوات الصوديوم بنسبة ٥ر٠٪ على حفظ المنفحة ووجدا أنه يمكن حفظ المستخلص المضاف إليه هذا الملح بالنسبة السابقة لمدة شهرين على درجة حرارة الجو العادى فى وجود حمض البوريك بنسبة ٤٪ ، وقد درس الكاتب أثر كل من حمض البوريك وبنزوات الصوديوم وحمض السوربيك وحمض البنزويك فى حفظ المستخلص الأنزيمى على درجات الحرارة العادية ، وفى الثلاجة وفى التجميد ، فاتضح من هذه الدراسة أن استخدام حمض السوربيك بنسبة ١ر٠٪ مع بنزوات الصوديوم بنسبة ٢ر٠٪ يطيل مدة حفظ المستخلص، ويمكن من تخزينه على درجة الحرارة العادية دون الحاجة إلى وضعه فى الثلاجة ودون أن يفقد من قوته أكثر من ١٨٪ وقد يرجع السبب فى زيادة مدة الحفظ عند استعمال حمض السوربيك وبنزوات الصوديوم معا إلى زيادة التأثير الحافظ للحمض بوجود هذا الملح ، فقد وجد Costilow (١٩٥٥) أن إضافة ملح الطعام بتركيز ٨٪ عند حفظ الأغذية بحمض السوربيك يرفع من التأثير القاتل له إلى أربعة أضعافه ، وأيد ذلك Waughn & Emard (١٩٣٧) وعلل Souci (١٩٥٨) قوة هذا الحمض فى حفظ الأغذية إلى تأثيره على الأحياء الدقيقة ، وعلى بعض الأنزيمات التى تسبب تلفا للغذاء والتى أهمها السكتاليز .

ويعتقد محمد وآخرون (١٩٦٣) أن فعل حمض السوربيك ضد الأحياء الدقيقة يرجع إلى احتوائه على رابطة مزدوجة الوضع بين الكربونين الألفا والبتيا ، فيؤدى إلى تثبيط نازع الأيدروجين Dehydrogenase system وهو ضرورى لحياة الفطر ، كما أنه يقلل سرعة التنفس ومقدار الأوكسجين فى الخميرة ، بجانب تدخله تدخلا ضارا فى بناء حامض الستريك فى الخلايا .

ويمتاز حمض السوربيك عن باقى المواد الحافظة بأنه يهدم فى جسم الإنسان مكونى ثانى أكسيد الكربون والماء .

أثر إضافة كلوريد الكالسيوم أثناء الاستخلاص على قوة المستخلص الأنزيمى:

استعمل بعض الباحثين Leich (١٩٢٣) وسليم (١٩٤٣) كلوريد الكالسيوم عند استخلاص الأنزيمات المجبنة للبن ، وقد أجرى الكاتب هذه التجربة لمعرفة مدى تأثير استخدامه فى استخلاص الأنزيمات من معدات البتلو وأحسن النسب الواجب إضافتها من هذا الملح . وقد ظهر من هذا البحث أن أفضل نسبة من كلوريد الكالسيوم تضاف عند الاستخلاص هى ٠,٥٪ وبذلك يكون محلول الاستخلاص مكونا ٠,٩٪ حمض خليك + ١,٦٪ خلات صوديوم + ٠,٥٪ كلوريد كالسيوم + ٠,٢٪ بنزوات صوديوم + ٠,١٪ حمض السوربيك .

ترويق المستخلص الأنزيمى Clarification :

بعد تمام استخلاص الأنزيم يصفى المستخلص خلال قماش واسع الثقوب لفصل قطع أنسجة المنفحة إلا أن المحلول بعد التصفية لا يزال عكرا ، وبذلك يصبح من الضرورى التخلص من الشوائب المتبقية فيه ، حتى لا تكون سببا فى سرعة فساد المستخلص ، وتستعمل فى ذلك طرق ميكانيكية أو تضاف مواد مرسبة أو مروقة للمحلول، وتعتبر المواد المرسبة أفضل من الطريقة الأولى وقد نالت هذه المواد نصيبا وافرا واهتماما أشار به العالمان Vander Burg and Vander Scheer (١٩٣٧) وهى تعديل pH المستخلص بعد تمام عملية الاستخلاص إلى ٤,٧ — ٥ بإضافة ٠,٢٪ كبريتات البوتاسيوم والألومنيوم، وبعد التقليب يترك لمدة ٤ أيام تنشيطا لمولد الأنزيم، يضاف بعدها إلى المحلول كمية أخرى من الشب بمعدل ٠,٦ — ٠,٧٪ بعد إذابتها جيدا ، ثم تضاف كمية من فوسفات ثنائى الصوديوم قدرها حوالى ١,٦ — ١,٨٪ من المحلول لخفض حموضته مابين pH ٥,٣ إلى pH ٦,٣ ، وبعد إذابتها جيدا يترك المستخلص ساكنا ، وعندما ترسب المواد الهلامية العالقة يسحب المحلول الرائق ثم يرشح المتبقى من المستخلص .

ويرى Berridage (١٩٥٥) أن الدور الذى يقوم به شب البوتاسيوم والألومنيوم فى طريقة Vander Burg and Vander Scheer (١٩٣٧) هو تكوين راسب جيلاتينى دقيق من إيدركسيد الألومنيوم يحتجز داخله كل جزئيات

البروتين المترسب وعلى سطحه يحصل ادمصاص Adsorption لكل الأنزيم وعند إضافة فوسفات ثنائى الصوديوم يتحرر الرينين المدمص ويذوب فى المحلول وبالترشيح تفصل المواد المترسبة الأخرى . وذكر Berridge أيضا أن هذه الطريقة فى ترويق المستخلص تعطى محلولا رائقا ذا قوة عالية .

وقد قام فهمى وسالم (١٩٦١) باتباع الطريقة السابقة فى ترويق المنفحة بإضافة ٠,٨ جم من شب البوتاسيوم والألومنيوم لكل ١٠٠ ملليلتر من المستخلص مع تقليبه جيدا وهادئا لبضع دقائق ، وبذلك ينخفض رقم الـ pH المستخلص إلى حوالى pH ٤ . ثم بعد ذلك أضافا ١,٦ جم فوسفات ثنائى الصوديوم لكل ١٠٠ ملليلتر من المستخلص مع التقليب الجيد وبهدوء كذلك لبضع دقائق ، وبذلك يعود pH ٤ المحلول بهذه المعاملة الأخيرة إلى ماكانت عليه قبل إضافة الشب ، أى نحو pH ٥,٥ ثم تركا المحلول ساكنا مدة يومين لترسيب المواد العالقة ، ثم سحبا المحلول الرائق وصفى المتبقى بشاش ضيق الثقوب .

وقد نالت عملية الترويق اهتمام الكاتب فأجرى بعض الدراسات عليها واستخدم الشب (كبريتات البوتاسيوم والألومنيوم) وفوسفات ثنائى الصوديوم وبديله فوسفات ثلاثى الصوديوم ، ويتضح من هذه التجارب التى لخصت فى الجدولين رقمى ٥ و ٦ الآتى؛

(١) تبلغ نسبة الوحدات الفاقدة من الأنزيم عند ترويقه بالشب وفوسفات ثنائى الصوديوم ٨ ٪ .

(٢) يساعد استعمال فوسفات ثلاثى الصوديوم عند الترويق على تقليل الفاقد من الأنزيم إذ يبلغ الفاقد من الأنزيم عند استخدام هذا الملح فى الترويق ١,٥ ٠/٠ ، كما يؤدى استخدام هذا الملح كبديل للفوسفات الثنائى على زيادة عدد الوحدات بالمستخلص الرائق وقلته بالراسب . فبينما يحتوى الراسب عند استعمال فوسفات ثنائى الصوديوم على ٢٨٦٠ وحدة والمستخلص الرائق على ١٢٢٢٧ وحدة نجد أنه فى حالة فوسفات ثلاثى الصوديوم يحتوى المستخلص الرائق على ١٣٢٣٣ وحدة والراسب ٢٨٤٣ وحدة .

جدول (٥)

مقارنة بين استخدام فوسفات ثنائى الصوديوم وثلاثى الصوديوم فى الترويق

البيان		فوسفات ثنائى الصوديوم	فوسفات ثلاثى الصوديوم
كمية المستخلص قبل الترويق	ملليلتر	٥٠٠	٥٠٠
كمية المستخلص بعد الترويق	»	٤٥٠	٤٧٠
كمية الراسب	جرام	٦٤٫٥	٦١٫٧
وحدات الرينين بالملليلتر فى المستخلص قبل الترويق	وحدة	٣٢٫٢	٣٢٫٢
وحدات الرينين بالملليلتر فى المستخلص الرائق	وحدة	٢٧٫٢	٢٨٫٢
وحدات الرينين بالجرام فى الراسب	وحدة	٤٣٫٨	٤٦٫٣
وحدات الرينين بالمستخلص قبل الترويق	وحدة	١٦٣٧٥	١٦٣٧٥
وحدات الرينين بالمستخلص بعد الترويق	وحدة	١٢٢٢٧	١٣٢٣٣
وحدات الرينين بالراسب	وحدة	٢٨٦٠	٢٨٤٣
وحدات الرينين بالراسب والمستخلص بعد الترويق	وحدة	١٥٠٨٧	١٦٠٧٦
المتخلف من وحدات الرينين	وحدة	١٢٨٨	٢٩٩
نسبة المتخلف من وحدات الرينين		٨٪	١٫٥٪
النسبة المئوية لوحدات الراسب بالنسبة للمستخلص الرائق		٢٣	٢٢

جدول رقم (٦)

أثر إضافة فوسفات ثلاثى الصوديوم قبل الشب عند ترويق المنفحة

البيان		الشب أولا	الفوسفات أولا
كمية المستخلص قبل الترويق	بالمليلتر	١٠٠	١٠٠
كمية المستخلص بعد الترويق	بالمليلتر	٩١	٩٤
وزن الراسب	بالجرام	١٦٫٩٥	١٠٫٩٦
وحدات الرينين بالمليلتر من المستخلص قبل الترويق	وحدة	٣٨٫٧	٣٨٫٧
وحدات الرينين بالمليلتر من المستخلص بعد الترويق	وحدة	٣٣٫٤	٣٥٫٠٠
وحدات الرينين بالجرام الواحد من الراسب	وحدة	٤٥٫٢	٤٢٫٣
وحدات الرينين بالمستخلص الكلى قبل الترويق	وحدة	٣٨٦٩	٣٨٦٩
وحدات الرينين بالمستخلص الرائق الكلى	وحدة	٣٠٠٤	٣٢٧٤
وحدات الرينين بالراسب الكلى	وحدة	٧٩٥	٤٩١
وحدات الرينين بالمستخلص الرائق والراسب	وحدة	٣٧٩٩	٣٧٦٥
الوحدات المفقودة من الأنزيم	وحدة	٧٠	١٠٤
نسبة الفاقد من الأنزيم للمستخلص الأصلى		٪٢	٪٣
نسبة الأنزيم فى الراسب بالنسبة للمستخلص الأصلى		٢٥٫٧	١٤٫٣
وحدات الأنزيم المفقودة + الموجودة بالراسب	وحدة	٨٦٥	٥٩٥
نسبة وحدات الأنزيم الموجودة بالراسب + الفاقدة بالنسبة للمستخلص الأصلى		٪٢٢٫٥	٪١٥
رقم الـ pH قبل الترويق		٥٫٤	٥٫٤
رقم الـ pH بعد إضافة الفوسفات		٥٫٤	٦٫٤
رقم الـ pH بعد إضافة الشب		٤٫٦	٥٫٤
رقم الـ pH بعد الترويق		٥٫٤	٥٫٤

ومن ذلك يحسن استخدام فوسفات ثلاثى الصوديوم بنسبة ٠,٨ جرام لكل ١٠٠ لتر مستخلص ، وذلك كبديل لفوسفات ثنائى الصوديوم عند إجراء عملية الترويق تقليلا للفاقد من الأنزيم وتوفيرا فى نفقات الترويق حيث يبلغ ثمن الوزن المستعمل من فوسفات ثلاثى الصوديوم نصف ثمن الوزن الواجب استعماله من فوسفات ثنائى الصوديوم .

(٣) يلاحظ أن إضافة فوسفات ثلاثى الصوديوم قبل الشب، عند الترويق يساعد على تقليل كمية الراسب وما به من أنزيم ، فبينما نجد أن وزن الراسب فى هذه الحالة ١٠,٩٦ جرام ويحتوى على ١٤,٣ ٪ من وحدات الأنزيم الموجودة بالمستخلص الرائق . نجد عند إضافة الشب أولا ثم الفوسفات أن وزن الراسب يبلغ ١٦,٩٥ جرام ويحتوى على ٢٥,٧ ٪ من وحدات الأنزيم الموجودة فى المستخلص الرائق .

إلا أنه يعاب على هذه الطريقة قلة شفافية المحلول بالنسبة لمثيله المروق بإضافة الشب أولا .

الفحص الميكروبيولوجى للمستخلص الأنزيمى :

لاتخلو معدات الحيوان من البكتريا التى يسبب وجودها فى المستخلص الأنزيمى للأنفحة ضعفا فى قوته بجانب تأثيرها على الجبن الذى تعتبر المنفحة من المواد الأساسية لصناعته ، لذلك كان من الضرورى التخلص من هذه الأحياء لضمان :

١ ـــ احتفاظ المستخلص بقوته عند حفظه .

٢ ـــ عدم انتقال هذه الأحياء إلى الجبن عند إضافة المنفحة إلى اللبن لتجبينه فتسبب عيوبا فى طعم أو مظهر الجبن

وقد اقترح Davis (١٩٤٠) أن المستخلص الأنزيمى للمنفحة يجب أن يكون خاليا من بكتريا القولون والكلوستريديوم والخائر والفطر .

ولما كان الكاتب قد اقترح طريقه لاستخلاص المنفحة وصناعتها من معدات البتلو ، فقد أجرى تحليل بكتريولوجى لهذا المستخلص بمعمل الميكروبيولوجى التابع لمدرسة الألبان بكلية العلوم بنشاسى لمعرفة محتوياته من البكتريا الضارة وتظهر نتائج هذا التحليل فى الجدول (٧) ويتضح منه :

١ — بلغ العد الكلى للبكتريا فى المليلتر الواحد من المستخلص الأنزيمى لمعدات البتلو ٧٥٠٠ ، وهو عدد قليل نسبيا إذا ما قورن بالعدد الموجود فى المستخلص الذى اقترحه فهمى وسالم (١٩٦٢) إذ بلغ عدد البكتريا فى المليلتر الواحد من المستخلص الأخير ٤٨٠٠٠

٣ — انعدمت بكتريا القولون وكذا البكتريا المكونة للاندول أو المحللة للدهون والفطر وأنواع الكلوستردیوم .

جدول (٧)

نتائج التحليل الميكروبيولوجى لمستخلصات البتلو

البيان	مستخلص البتلو
العد الكلى	٧٥٠٠
البكتريا المقاومة للحرارة	موجود
بكتريا القولون	—
البكتريا المكونة للأندول	—
أشيرشيا القولون	—
البكتريا المكونة لغاز CO_2	١٠٠٠
البكتريا المحللة للكاربوزات	٧٠٠٠
البكتريا المحللة للدهون	—
الفطر	—
أنواع الكلوستردیوم	—

ويمكن تلخيص عملية صناعة المنفحة السائلة فى النقاط الآتية :

١ — تؤخذ المنافح عقب ذبح العجول الرضيعة مباشرة ويزال ماعليها من أغشية مخاطية وأنسجة دهنية وما بداخلها من لبن متجبن أو مواد سائلة . ثم تغسل المنافح بالماء من الخارج فقط لإزالة ماقد يكون عليها من شوائب ثم تقلب ويزال

جميع مابها من قطع لبنية متجبنة وتعاد إلى وضعها الأصلى بعد ذلك . يلى ذلك نفخ المنافخ من الطرف الضيق بعد ربطها بدوبارة من الناحية التى كانت متصلة بالورقية ثم تربط وترشح بالملح من الخارج منعاً لتعرضها لسرعة التلف وحماية لها من الفيران والحشرات الأخرى أثناء مدة التخفيف .

٢ — بعد انتهاء مدة التجفيف والتسوية التى قد تستمر إلى شهرين تقطع المنافخ إلى قطع صغيرة بواسطة مقص أو سكين خاص إلى شرائح ١ × ٢ سم

٣ — يحضر محلول الاستخلاص المكون من :

٠,٠٩ ٪ حمض خليك .

١,١٦ ٪ خلات صوديوم .

٠,٥ ٪ كلوريد كالسيوم .

٠,٢ ٪ بنزوات صوديوم .

٠,١ ٪ حمض سوربيك .

رقم الـ pH ٥,٤ تقريبا .

يوضع محلول الاستخلاص فى أوان معتمة كالفخارية المزججة من الداخل ، ثم توضع قطع النفحة بمعدل ١٠٠ جرام لكل لتر من محلول الاستخلاص وتقلب فيه جيداً ثم تحفظ فى مكان بعيد عن الضوء .

٤ — تقلب قطع المنفحة وتعصر جيداً (تدهك) فى المحلول يومياً ولمدة ستة أيام يصفى بعدها بمصفاة أو قماش ذات ثقوب واسعة لحجز قطع الجلد من المحلول ثم يعاد تصفية المحلول بقماش أضيق ثقوب .

٥ — يروق المستخلص بإضافة ٨ جم فوسفات ثلاثى الصوديوم مذابة فى ٤٠ ملليلتر من الماء لكل لتر من المستخلص ، ثم يقلب جيداً وهينا فى المستخلص ثم يضاف نفس الوزن من كبريتات البوتاسيوم والألومنيوم مذابا فى خمسة أمثاله من الماء ويقلب جيداً وهيناً ، بعدها يطرد المستخلص مركزيا لمدة خمسة دقائق بسرعة ٣٨٠٠ دورة فى الدقيقة .

٦ — يعبأ المستخلص فى أوان معتمة ويحفظ لحين الاستعمال .

المراجع

(١) محمد يوسف سليم (١٩٤٣) الألبان ومنتجاتها . القاهرة، مطبعة الاعتماد ص ٢٠١

(٢) حسين عارف (١٩٤٦) علم الصناعات الزراعية . القاهرة ، مطبعة الاعتماد . ص ٨٦

(٣) على حسن فهمى وسالم نصر عامر (١٩٦١)دراسة فى تحضير المنفحة ، الجزء الأول مجلة العلوم الزراعية ، المجلد الرابع عشر ، العدد الأول ، ص٩٣

(٤) على حسن فهمى وسالم نصر عامر (١٩٦٢) دراسة فى تحضير المنفحة ، الجزء الثانى . مجلة العلوم الزراعية ، المجلد الخامس عشر ، العدد الأول ، ص ١

(٥) مصطفى صفوت محمد ومحمد حسيب وحافظ رجب ومحمد بسيونى زويل (١٩٦٣) كيمياء وتحليل الأغذية . القاهرة ، دار المعارف ص ٦٩٤

(6) Allais, C. (1935) Extrait des Technologie Livraison, 1: 173.

(7) Berridge, N. J. (1955) Purification and assay of renin. **IN** Methods in enzymology, edited by S. P. Colowick and N. O. Kaplan. New York: Academic Press. Part 2, p. 69.

(8) Costilow, R. N. (1955) Appl. Microbiol., 3: 341.

(9) Davis, J. G. (1940) Canad. Dairy & Ice Cream Jour.

(10) Davis, J. G. (1955) Dictionary of Dairying. London: Leonard Hill.

(11) Hankinson, C. L., and L. S. Palmer (1942) Jour. Dairy Sci., 25: 277.

(12) Harris, J. A. (1943) Chem. Abstrs., 37: 2089.

(13) Holter, H., and B. Anderson (1934) Biochem. Z., 145: 269-285.

(14) Holwarda, B. J. (1923) Biochem. Z., 134: 380-381.

(15) Keil, H. L. (1944) U.S. Patent 2, 339, 931. (Jan. 25).

(16) Leich, R. H. (1923) Internat. Dairy Congr. Proc.

(17) Leich, R. H., **et al** (1937) Congr. Internat. Tech. Chem. Ind. Agric. Compt. Rend., 2: 304.

(18) Lundsteen, E. (1934) Biochem. Z., 145: 259, 271.

(19) Tauber, H., and I. S. Kleiner (1932) Jour. Biol. Chem., 96: 745.

(20) Tauber, H. (1949) The chemistry and technology of enzymes. New York: J. Wiley & Sons, Inc. p. 135.

(21) Van Der Burg, B., and Van Der Scheer, S. F. (1937) Congr. Internat. Tech. Ind. Agric. Compt. Rend., 2: 321.