الإنزيمات المقيدة وتطبيقاتها الغذائية

أ.د. يحيى عبد الجليل محمود

2018-10-24

استخدمت الإنزيمات الجامدة أو المقيدة لأول مرة منذ أكثر من سبعين عاماً، ولكن المفهوم النظري والعملي لاستخدامها يسير بخطى بطيئة وبتقدم إلى حد كبير منتظم.

ولعل التطور في هذا المضمار ارتبط ببعض المجالات الأخرى مثل كيمياء البوليمرات، معرفة التركيب الإنزيمي، هندسة التفاعل، التركيب العضوي للمواد الماصّة. والتطور الأساسي في تكنولوجيا تثبيت أو تجميد الإنزيم والتي حدثت في منتصف الستينات من القرن الماضي كانت مرتبطة بشكل كبير بالتطور الملحوظ للعمليات الصناعية والتي تستخدم هذه العوامل. أي أنه في نهاية الستينات كان العمل على الإنزيمات الجامدة مكثف في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا وزادت أعداد البحوث والتقارير بشكل كبير، هذا بالإضافة إلى نشر العديد من المنشورات في هذا المجال لدرجة أنه أصبح الاعتقاد السائد في أماكن كثيره أن تكنولوجيا الإنزيمات الجامده هي موجة المستقبل.

التعريف بالإنزيمات الجامدة

هي الإنزيمات التي قيدت أو حددت حركتها الحرة بطريقة ما ويمكن استخدمها باستمرار أو بتكرار، وبالتالي عند حدوث التفاعل بين المواد المتفاعلة والإنزيم في مفاعل شبه غشائي عالي التقنية تؤدي نهاية التفاعل إلى الناتج بشكل مستمر بدون ترسيب للأنزيم من المفاعل وهذا يعتبر نوع من أنظمة الإنزيمات الجامدة.

ولعل مصطلح الإنزيم الجامد تم تعريفة بالمؤتمر الهندسي عام 1971م بالأنزيم الأولفي وقبل هذا الوقت كان يسمى بعدة مصطلحات مثل الإنزيم المذاب بالماء، والأنزيم المحصور (المحجوز) والأنزيم غير المتحرك.

طرق تثبيت الإنزيمات

يمكن تلخيص طرق التثبيت للإنزيم في ثلاث طرق رئيسية

1. طريقة ربط الإنزيم بالحامل Carrier Binding Methods

وتتلخص بربط الإنزيم بحوامل غير ذائبة في الماء وتنقسم بدورها إلى ثلاث عمليات:

- الإدمصاص على البوليمرات العضوية، والزجاج والأكسيدات المعدنية والمواد السليكونية مثل البنتونيت والسيلكا.
- الربط الأيوني
- الربط التساهمي

2- طريقة الوصل التقاطعي Cross- Linking Methods:

وتتلخص هذه الطريقة في الربط التقاطعي لجزيئات الإنزيمات بواسطة مفاعلات ثنائية أو متعدده الوظائف.

3- طريقة الحصر أو الحجز Entrapping methods:

وتتلخص في دمج الإنزيمات في شكل شبكة من مادة لزجة (Gel) شبه منفذة أو حصر الإنزيم في غشاء بوليميري شبه منفذ.

مميزات الإنزيمات الجامدة أو المثبتة

يجب أن يلائم نظام الإنزيم المثبت المتطلبات من حيث الثبات والنشاط وخصائص الأس الهيدروجيني وخصائص أخرى يجب أخذها في الاعتبار. ولخاصية الإنزيمات الثابتة أهمية صناعية كبيرة وهي السهولة التي يمكن من خلالها فصلها عن مخلوطات التفاعل، على النقيض من الأنظمة التي تحتوي

على إنزيمات قابلة للذوبان - يمكن إيقاف التفاعل عن طريق الإزالة الفيزيائية للإنزيم الثابت - دون الحاجة إلى إجراءات مثل تثبيط الحرارة التي قد تؤثر على نواتج التفاعل. علاوة على ذلك، سيظل الإنزيم نشطًا وغير ملوث إلى حد كبير ، لذلك يمكن استخدامها مرة أخرى. ولهذه الأسباب ، تعتبر الإنزيمات المستقرة مثالية للاستخدام في العمليات التي يتم تشغيلها باستمرار في الوقت الحالي ، عمليات صناعية مستمرة.

أ- استخدام الإنزيم في صناعة الأغذية والمشروبات

1. استخدام الخمائر (مثل Saccharomyces carlsbergensis) في صناعات الخبز والتخمر - لأنها تحتوي على الإنزيمات اللازمة للتخمر الكحولي؛ استقلاب السكريات السداسية لإنتاج البيروفات؛ ولكن ، في حين أن الحيوانات تحول هذا إلى اللاكتات تحت الظروف اللاهوائية، فإن المنتج النهائي اللاهوائي في الخمائر هو الإيثانول، مع تطور ثاني أكسيد الكربون.
2. إن ترويق أو توضيح عصير التفاح والخمور وعصائر الفاكهة (مثل التفاح) يتم تحقيقه عادة عن طريق المعالجة باستخدام البكتيناز الفطرية Pectinases وهي مجموعة من الإنزيمات بما في ذلك polygalacturonases ، التي تكسر سلاسل البكتين الرئيسية، و pectinesterases ، التي تحلل استرات الميثيل. يقوم عملهم بإطلاق الجسيمات المحتبسة ويسمح لهم بالتلبد (يلعب البكتين من الفاكهة والخضروات دورًا مهمًا في صنع المربى والعمليات الأخرى عن طريق جلب تكوين الهلام).
3. إنتاج الجبن ينطوي على تحويل بروتين الحليب، K-casein ، إلى الكازينين بواسطة تحلل مائي محدد بواسطة (chymosin (rennin منذ أن تم استخراج chymosin فقط من العجول التي قُتلت قبل فطامتها (pepsin أنتجت بدلاً من chymosin بعد الفطام) - نقص في الإنزيم - أيضا القضايا الأخلاقية، كان هناك بحث واسع النطاق لبديل مقبول Protetes من الحيوانات (البيبسين) ، والنباتات (ficain و papain) وأكثر من ألف ميكرو- تمت تجربة الكائنات الحية ، إما من تلقاء نفسها أو مختلطة مع chymosin العجل.
4. يتم استخدام Papain أحياناً كمفرض للحوم وقد قام بعض السكان الأصليين في أمريكا الجنوبية بلف لحومهم في أوراق البابايا، وهي الفاكهة التي يستخرج منها غراء البابين. كما يمكن أن يستخدم البابايين (وغيرها من البروتياز Protease) في صناعة التخمير لمنع تهدئة البرودة، التي يسببها ترسب معقد من البروتين والتانين في درجات الحرارة المنخفضة.

ب- التطبيقات الصناعية الأخرى

1. مساحيق الغسيل التي تحتوي على بروتياز بكتيرية: تضاءلت الأهمية التجارية بسبب المخاوف من تأثير غبار الإنزيم على الجهاز التنفسي، ولكن تم التغلب على هذه المشكلة عن طريق الاحتواء في حبيبات تمزق فقط عند ملامسة الماء الإنزيمات المعنية والسيتيتيسين من طفيل Bacillus subtilis ، مستقر إلى القلوي، ودرجة الحرارة العالية (على سبيل المثال 65 درجة مئوية) ، والمنظفات والمبيضات. سوف يهاجمون الدم وبقع البروتين الأخرى.
2. وتستخدم أيضا البروتياز البكتيرية في الصناعات الجلدية والنسيجية لتخفيف الشعر (أو الصوف) وتمكينه من الانفصال عن الاختباء.

قد تساعد تقنية الإنزيم المستقرة في المستقبل على اندماج المعالجة الحيوية مع المعالجة النهائية مع محاولة لزيادة الإنتاجية مع تقليل تكلفة استرداد المنتج. قد تكون تقنية الإنزيمات المستقرة مفيدة أيضًا في الإنزيمات غير المائية، ليس فقط من حيث استقرار الحفازات الحيوية ولكن أيضاً في تطوير المفاعلات الحيوية المستمرة. إحدى المناطق الناشئة بسرعة في مجال أجهزة الاستشعار وهي تطوير أجهزة الاستشعار البيولوجي للتحكم في العمليات الصناعية، حيث يكون لتقنية تجميد الأنزيم دورًا محوريًا. وبالتالي، هناك إمكانيات مثيرة للاهتمام في هذا المجال من الانزيمات الثابتة ويصبح في المستقبل القريب العديد من التطبيقات التي يمكن ان يحل محلها العديد من الأنظمة الجديدة التي ربما تكون مجدية تجاريا.

البريد الالكتروني للكاتب: yehiamah@gmail.com