

في عالم مليء بالتقنيات المذهلة، تبرز تقنية الاستشعار الحيوي كابتكار حديث ومذهل. حيث تعتمد على قوة الجزيئات البيولوجية، مثل الأجسام المضادة والإنزيمات والأحماض النووية، لكشف وتحليل مجموعات متنوعة من المواد. لقد شهدت أجهزة الاستشعار البيولوجية تطوراً ملحوظاً، حيث أصبحت ذات استخدامات متنوعة، خاصة في تحليل تركيزات الجلوكوز لدى مرضى السكري حيث كانت أول ثمرة للمستشعرات البيولوجية عام 1962 م، أصبح الاعتماد على هذه التقنية الحديثة والسريعة لفحص نسبة السكر بالدم بسبب قدرتها على اظهار نتيجة كاملة صحيحة فقط باستخدام المستشعرات البيولوجية بشكل فوري مستغرقة 15-30 ثانية للظهور مقارنة بالتقنيات القديمة التي كانت تستغرق وقتاً هائلاً لاعطاء النتيجة، تبرز المستشعرات البيولوجية كمفتاح سحري يمكنه التعرف على المواد المختلفة بشكل دقيق، حيث تعتمد على جزيئات بيولوجية تسمى (جزيء الاستشعار البيولوجي) Analyte الذي وباستخدام محولات الطاقة (transducer) يتم تحويل التغيرات الناتجة من عملية التعرف إلى إشارات كهربائية يمكن معالجتها لتكوين تنبيه للمستخدم بالإضافة إمكانية معالجتها والحصول على تحذير معين الذي يثبت وجود ال. analyte.

(2009) في الوضع الراهن، الحاجة الى وسائل حساسة وسريعة وفعالة من حيث التكلفة لرصد السمية الجينية واضحة، من الواضح أيضاً أنه لا يوجد اختبار واحد يمكن تقديمه للكشف عن مخاطر السمية الجينية وتقديم صورة شاملة ومحددة، قد تكون هناك الحاجة لاستعمال نهج مختلف كما هو الحال في الاختبارات الحيوية للسمية الحادة لتغطية جميع المخاطر المحتملة ولكن التكلفة قد تكون عائق لهذا النهج. (Yaakov Davidov a / 1999) وقابلية النقل، تقديم مزايا واضحة في بعض الحالات. قاعدتها البيولوجية تجعلها مثالية لقياسات السمية المناسبة لتطبيقات الصحة والسلامة. على مدى السنوات الثلاث إلى الأربع الماضية، (1995) هناك أنواع متعددة من المستشعرات البيولوجية، تُقسم إلى فئتين رئيسيتين: المستشعرات المحفزة والتي تعتمد على التفاعل الكيميائي، والمستشعرات المعتمدة على الربط، التي تتضمن الأجسام المضادة والأحماض النووية والمستقبلات. يتكون النوع الأول بشكل رئيسي من الإنزيمات، وهي تعمل في ظروف محددة ضمن عمليات تبادل المواد داخل الخلايا والأنسجة. يعتمد مبدأ استخدام الإنزيمات كمستشعرات محفزة على التفاعل بين الجزيء البيولوجي والهدف المطلوب، مما ينتج عنه تغيير في سرعة التفاعل. أما المستشعرات المعتمدة على الربط، مسببة تغييراً في إشارته. يعتمد فعالية هذه الطريقة على تقنيات التثبيت المتنوعة التي تضمن ربطاً قوياً وثباته، مما يشجع على التقارب الفيزيائي بين التغيير في الإشارة المقاسة وسطح المستشعر، مما يساعد في تمييز المواد المحللة وغيرها في العينة. (Yaakov Davidov a / 1999) النوع الأول هو الأنزيمات، الإنزيمات تعد بروتينات محفزة تلعب دوراً أساسياً في التفاعلات الكيميائية. تتفرد الإنزيمات في العمل على الركائز، وهي جزيئات تتناسب معها بشكل فريد. يتميز الإنزيم بالتفاعل مع الركيزة المحددة التي يعمل عليها. في الحالة الأولى، أما في الحالة الثانية، يتم ارتباط مادة الأساس بالإنزيم في الموقع الذي تتفاعل معه الركيزة، في الحالة الثالثة، يمكن أن يكون نشاط الإنزيم منخفضاً بسبب عدم وجود مادة أساس، أو يمكن أن يقل نشاطه بشكل كبير. (2009) في عام 1975، تم تحقيق إنجاز هائل بتطوير طريقة تمكن من تصنيع أجسام مضادة وحيدة النسيلة تقريباً، وهي تقنية تسمح بإنتاج كميات ضخمة من الأجسام المضادة من سلالة معينة، مما ساهم في تحسين سرعة الكشف والتحليل، علاوة على ذلك الأجسام المضادة تتيح قياس نشاط الإنزيمات والجزيئات الموجهه ضده بشكل دقيق، مما يساهم في تحديد وجود وكمية المواد المحللة بسرعة وكفاءة. (2009) وظائف معينة، حيث تستخدم في ال PCR ، والبكتيريا والفايروسات أيضاً. البكتيريا، هي نوع من أنواع الاستشعار البيولوجي ، فالبكتيريا المضيفة التي نراها بالأفلام قادتنا لعالم من الثورة في مجال الاستشعار البيولوجي ، من خلال نظام انزيمي معقد تستطيع البكتيريا اطلاق فوتونات في البيئة ، حيث يسهل تمييزها في مياه البحر، إضافة الى المتعة الجمالية في تألؤها البيولوجي، هنالك ميزات لهذه البكتيريا المضيفة لاستخدامها كعينة اختبار، فاستخدام ردة فعل كائن الاختبار كمؤشر على طبيعة العينة يُسهل بشكل كبير العديد من الاكتشافات والاختبارات، يمكن ان تستجيب البكتيريا بشكل سلبي (فحص معدل موت الخلايا استجابةً لسمية معينة) او ايجابية (زيادة معدل النمو او النشاط استجابةً للغذاء المضاف)، تكلفة منخفضة، أوقات رد فعل قصيرة (زمن جيل زمن) ، القدرة على الإضاءة، إضافة إلى توفرها المستمر نتيجة وجود عشائر متجانسة وكبيرة، لمساعدة البكتيريا على التكاثر بشكل جيد يجب ان توفر لها ظروف بيئية مناسبة ، كوسط غذائي و درجة حرارة مناسبة ودرجة حامضية مناسبة وأهم هذه الشروط هو وجود مصدر كربون متاح، John (1973 L). نتيجةً لزمن الجيل القصير في البكتيريا ، انتشرت البكتيريا في أنحاء العالم جميعه ، فهي موجودة في كل مكان وحتى في الماء ، بسبب قدرة البكتيريا على الإضاءة تم اكتشاف بكتيريا السالمونيلا في المياه ، قام العلماء بتطوير إختبار يقوم بفحص جودة المياه ، هذا الاختبار يسمى بإختبار أميس ، وهو اختبار بكتيري مصمم لتحديد المواد القادرة على إحداث طفرات في

الحمض النووي. ومن خلال استخدام سلالات محددة من البكتيريا، يوفر هذا الاختبار وسيلة سريعة وفعالة من حيث التكلفة لتقييم قدرة المواد الكيميائية على إحداث الطفرات. (1996 ، ٩٩٩٩٩٩ ٩٩٩٩٩٩ ٩٩٩٩٩٩) من خلال البكتيريا استطاع العلماء إكتشاف آلية عمل نظام ال (SOS) الذي يتألف تقريباً من 40 جيناً فردياً داخل جينوم البكتيريا. يعتبر هذا النظام غير منظم كـ"أوبرون" واحد، إلا أنه مُقسم إلى وحدات منفصلة يتم التحكم في كل وحدة عبر "أوبرون" خاص بها. تُعرف كل وحدة من هذه الوحدات بالـ"ريجولون"، حيث يتم مراقبة كل الجينات المرتبطة بها عن طريق وحدة مراقبة واحدة موجودة في كل ريجولون. وجدوا أن نظام التصحيح الخلوي (SOS) يمكن أن يتواجد في الخلايا في حالتين: في الحالة الطبيعية (لا يوجد مادة مسمة للجينات)، يكون بروتين LexA نشطاً، وهو يثبط مجموعة معينة من الجينات تسمى جينات (SOS)، في الحالة المستحثة (عندما يوجد مادة مسمة للجينات) والتي تنجم عن إعاقات مختلفة في تضاعف الحمض النووي، يتحلل مثبط LexA بواسطة نشاط الأنزيم البروتيني المحدد لبروتين RecA ونتيجة لذلك، يتم إلغاء الضغط على جينات SOS وتعتبر عن وظائف مختلفة يُعتقد أنها تساعد على بقاء الخلية في الحالة المستحثة، (M. Gellert 1983) تم تطوير أنظمة فحص عن طريق تعريض البكتيريا لتعديلات مفيدة لها، مثل زيادة قدرتها على التحمل والتكيف مع المواد الضارة، مثل طفرة tolC وتغيير في جينات المراسل، وإدخال جين مشفر لإنزيم محدد داخل البكتيريا لكشف المواد السامة. يتم استخدام التفاعل الحيوي كمؤشر لتنشيط الجينات، حيث يتم تحليل مثبط جينات Lex A--(SOS) وبالتالي تنشيط الاستجابة، مما يؤدي إلى إنتاج تفاعلات ملموسة مثل تغيير لون البكتيريا. بعد التعرض لعوامل التلف في الحمض النووي، تقوم البكتيريا بالتعرف على الضرر وإصلاحه، خصوصاً في حالة تعرضها لمواد كيميائية سامة أو مواد مسرطنة، أو تعرضها للإشعاع الفوق بنفسجي وتلف الحمض النووي نتيجة لذلك، مما يؤدي إلى حدوث طفرات في العديد من جينات الحمض النووي بسبب الظروف البيئية مثل درجات الحرارة العالية أو تغيرات في الحموضة (pH) المناسبة للبيئة التي تعيش فيها البكتيريا. (Yaakov Davidov a / 1999) طوّر العلماء التجارب العلمية باستخدام البكتيريا حيث استخدموا قدرة البكتيريا على الاستنساخ بسرعة وسهولة واحتوائها على بلازميد الذي يعتبر ناقل ناجع في التجارب يتكون البلازميد ثنائي الجديلة، من مجموعة من الجينات التي تضيف صفات وجينات إضافية على البكتيريا. يحمل البلازميد أجزاء أساسية مثل ORI، والذي يُعرف باسم مصدر التضاعف، الضروري لعملية تضاعف البلازميد في البكتيريا. بالإضافة إلى ذلك، يحتوي على مؤشر الانتقاء، المعروف أيضاً بجين الصمود أو الجين المخبر. حيث يجعل البكتيريا قوية ومقاومة أمام تلك المواد الكيميائية. بفضل جين الصمود، تصبح البكتيريا قادرة على البقاء والتكاثر في وجود المواد التي تهدف إلى تدميرها أما الجين المخبر، فهو يقوم بوظيفة المستشعر البيولوجي لمراقبة الجينات في البكتيريا. حيث يساهم في تحديد كيفية استجابة البكتيريا لتلك التغيرات وتكييفها مع الظروف المحيطة، بهذه الطريقة، يكون البلازميد أداة مهمة تمنح البكتيريا القدرة على التكيف والبقاء في وجه التحديات المختلفة في البيئة. يستخدم العلماء البلازميد بهدف استنساخ جين معين من خلال المراحل التالية، أولاً نقوم بقطع كل من الجين والبلازميد بواسطة نفس أنزيمات التقيد ونقوم بتحريك نواتج القطع على جل الالكتروفوريزا ومن ثم نقوم بعزل المقاطع المطلوبة وتنقيتها من الجل، ثانياً نقوم بربط المقاطع المطلوبة مع البلازميد عبر اضافتهم للجل مع الأنزيم T4 DNA Ligase ونقوم بتحريك نواتج الربط على جل الالكتروفوريزا ومن ثم نعزل البلازميد المهجن من داخل الجل وننقيه ، خلايا البكتيريا المهندسة وراثياً العديد من الميزات التي تتيح للعلماء إجراء التجارب عليها ، فمن استخداماتها ، أولاً التعرف على المواد المطفرة ، ثانياً اختبارات السمية التي لا تشير فقط للسم بل الى نوعه، ثالثاً كشف سريع وحساس لبعض المعادن الثقيلة ، رابعاً تحديد المواد العضوية ، خامساً التعرف على البكتيريا الملوثة باستخدام عاثيات معينة تسبب توهج البكتيريا المستهدفة ، إضافةً إلى ذلك مراقبة في الوقت الحقيقي لكفاءة معالجة مياه الصرف الصحي الصناعي وأخيراً مراقبة توزيع وحيوية البكتيريا الملوثة في البيئات الطبيعية، إضافةً الى استخدامات البكتيريا نستطيع بواسطة التقدم في علم الأحياء تحويل البكتيريا(العادية) إلى بكتيريا مضيئة، كذلك يمكن هندسة البكتيريا بحيث نتحكم بطريقة استجابتها، هكذا نستطيع تنشيط الجين المخبر. Reichelt & Paul (Baumann) ، تمر خلية البكتيريا خلال نموها في الوسط الغذائي (أو السام) في أربعة مراحل ، في هذه المرحلة لا يحدث ازدياد ملحوظ في عدد الخلايا وهدف هذه التجربة هو تحضير الخلايا حيث تمر بتغييرات في مبناها البيوكيميائي والتي تمكنها من استغلال المواد الغذائية الموجودة في الوسط لتمر بعملية التكاثر والانقسام ومن مميزاتها لا يوجد تكاثر وان وجد فهو قليل وحيث تمر الخلايا في تغيير في مبناها ، في نهاية التأقلم تبدأ الخلايا بالنمو حيث أنها تبدأ بالانقسام بوتيرة سريعة حيث يتعلق طول هذه المرحلة بالأساس بزمان الجيل (الزمن اللازم لمضاعفة عدد الخلايا) ومع تقدم النمو السريع تزداد كمية وكثافة الخلايا وتقل كمية

المواد الغذائية عدد الخلايا أكثر بكثير من عدد الخلايا الميتة كمية الخلايا مرتفعه ووتيرة الانقسام عالية ، في نهاية مرحلة نمو السريع تزداد كمية وكثافة الخلايا ونقل المواد الغذائية والاكسجين وتتراكم الفضلات وبهذا تصبح الظروف البيئية غير مناسبة لذلك يكون عدد الخلايا الميتة مساوٍ لعدد الخلايا المنقسمة ولذلك يكون العدد الكلي ثابت في هذه المرحلة تدهور الظروف في البيئة المحيطة نتيجة لقلة الغذاء والمنافسة ما بين الخلايا وانخفاض الاكسجين، في هذه التجربة، coli التي تم تحويلها لتكون كاشفات بيولوجية للمواد الضارة بالحمض النووي. النوع الأول، W هي النوع البري حيث بها كل الجينات سليمة ، النوع الثاني السلالة E تتميز بنفاذيتها العالية لجزيئات كبيرة. ولتعزيز نفاذية المستشعر البيولوجي للجزيئات الكبيرة والكارهة للماء، تم تحفيز تغير جيني وراثي في جين rfaE داخل البكتيريا. يُشفّر الجين rfaE الإنزيمات الأساسية لعملية بناء LPS في البكتيريا، والتي تُعتبر جزءاً من جدار الخلية الخارجي لبكتيريا من نوع gram-negative، ويشكل LPS إحدى الحواجز الأساسية لدخول المواد الكبيرة وخاصة الكارهة للماء إلى الخلية. يقلل أي ضرر في LPS بشكل كبير من انتقائية الغشاء الخارجي للبكتيريا، مما يسهل مرور مجموعة متنوعة من الجزيئات إلى الخلية. تظهر هذه البكتيريا استجابة أكبر وحساسية أعلى مقارنة بالسلالة البرية (W) التي تكون لديها LPS سليمة، النوع الثالث A سلالة تحتوي طفرة في الجين المرتبط بإصلاح الاضرار التي لحقت بال DNA يتم ترجمة هذا الجين الى بروتين قادر على تمييز خلل المبنى الثلاثي للحمض النووي . تمت التجربة عن طريق إدخال البلازميد pBRphoA. في هذا البلازميد، المركب الكاشف هو الجين Sula، والذي هو جزء من نظام الاستجابة للضرر (S). هذا لأن الجين Sula يتحكم فيه بروتين LexA، لذا، يتم التعبير عن الجين Sula فقط عندما يتراكم الضرر في الحمض النووي DNA. في البلازميد، الجين الكاشف المستخدم هو الجين الذي يشفر للإنزيم Alkaline. يمتلك الإنزيم القلوي الفوسفاتيز القدرة على التقاط وإزالة مجموعات الفوسفات من مجموعة متنوعة من المركبات. مما يغير بنيتها بعد إزالة مجموعة الفوسفات. الإشارة التي يتم قياسها لهذا النشاط يمكن أن تكون كهروكيميائية أو فلورسنتية أو غيرها من الأنواع. ولكن المادة الأساسية المستخدمة هي pNPP، لحساب النشاط الانزيمي المذكور، (Green MR, Sambrook J) ، 2020 ، حساب الفعالية الانزيمية لـ Alkaline phosphatase باستخدام pNPP كمادة أساس يتم عن طريق قياس الزيادة في الامتصاص الضوئي للمحلول الأصفر الذي يتكون عندما يتم إزالة مجموعة الفوسفات من (pNPP. Green MR, Sambrook J) ، 2020 ، هنالك العديد من المواد القادرة على تسميم الجينات أو خلايا البكتيريا ، كان تركيزنا على مادتين ، NA ناليديكسيك اسد هو مضاد حيوي من مشتقات الكوينولون، يعمل على قتل البكتيريا من خلال منع الاستنساخ الحمض النووي البكتيري ، المادة الثانية بيروكسيد الهيدروجين (H2O2) هو عامل مؤكسد خفيف ولكنه متعدد الاستخدامات وله تطبيقات واسعة في التبييض وتنقية مياه الصرف الصحي والعلاج الطبي والتخليق الكيميائي ، تعمل هذه المواد على تسميم الجينات وتفعيل نظام ال(SOS) ، هنالك الكثير من المواد التي يُعتقد أنها مسممة للجينات مثل الأندومي، للتوضيح أكثر الأندومي أو النودلز هو نوع من الطعام يتكون من نوع من العجائن المسلوق في الماء المغلي ، (T.Smith-1975). أولاً، على سبيل المثال، ثانياً، مما يعني أنها يمكن أن تبطئ نمو البكتيريا، على سبيل المثال، ثالثاً، من المحتمل أن تجعل البكتيريا ذات ضرر أقل، تعمل التوابل والزيت على تحييد السموم التي تنتجها البكتيريا، على سبيل المثال، تساعد البهارات في تحييد المكونات السامة التي تنتجها البكتيريا المسببة للتسمم الغذائي،