

تأثير المبيدات الحشرية على المنتجات الزراعية والمواد الغذائية

ناجية ابراهيم الغراري

الاكاديمية الليبية

najia@academy.edu.ly

الملخص

شهدت العقود الأخيرة نموًا كبيرًا في استخدام المواد الكيميائية في جميع أنحاء العالم ، لتعظيم إنتاج الغذاء لسكان يتزايد عددهم بسرعة. ومع ذلك ، فإن الاستخدام العشوائي لهذه المواد خاصة المبيدات أدى إلى تراكم المخلفات السامة في الغذاء والتربة والهواء والماء ، فضلاً عن تطور مقاومة الآفات. علاوة على ذلك ، تؤثر المبيدات الحشرية على إنزيمات التربة ، وهي محفزات أساسية تتحكم في جودة التربة. من أجل تحقيق الأمن الغذائي ، من الضروري إنتاج المزيد من الغذاء بشكل مستدام وآمن ، في منطقة متناقصة من الأراضي الصالحة للزراعة المتاحة ومع انخفاض موارد المياه. تساهم المبيدات في الزراعة الحالية لتلبية الحاجة إلى زيادة عدد السكان. لا تقتصر استخدامات مبيدات الآفات على الزراعة ، ولكنها تستخدم أيضًا للسيطرة على الآفات المنزلية وناقلات الحشرات المرضية والبستنة المنزلية. لكنها شديدة السمية بطبيعتها وتشكل مخاطر شديدة على صحة الإنسان والبيئة. لقد أثروا سلبيًا على العمال الزراعيين وأثروا صراعات اجتماعية عند توظيفهم على نطاق واسع وبدون تدابير السلامة. علاوة على ذلك ، فإن لها أيضًا آثارًا سلبية على المجتمعات المجاورة. بشكل رئيسي ، تتسبب هذه المبيدات في تهديد خطير لصحة الإنسان مثل مرض السكري والاضطرابات الإنجابية والخلل العصبي والسرطان واضطرابات الجهاز التنفسي.

بالنظر إلى هذا الوضع ، هناك اهتمام متزايد باستخدام مواد بديلة للكيمياء الزراعية الاصطناعية التي تشكل مخاطر أقل على البيئة وصحة الإنسان مع زيادة سلامة الأغذية. تم الحصول على نتائج واعدة باستخدام مركبات مشتقة من النباتات العطرية لمكافحة الآفات الزراعية. يمكن أن تكون مثل هذه المركبات ذات الأصل النباتي فعالة للغاية ، مع آليات عمل متعددة ، بينما في نفس الوقت لها سمية منخفضة تجاه الكائنات غير المستهدفة. ومع ذلك ، فإن استخدام هذه المواد على نطاق واسع لمكافحة الآفات محدود بسبب ضعف استقرارها وقضايا تكنولوجية أخرى. من خلال هذه الخلفية ، يناقش هذا البحث التصنيف والآليات والفوائد والتأثيرات الضارة لمبيدات الآفات على كل من الإنسان والبيئة. وجهات نظر استخدام المركبات ذات الأصل النباتي ، وكذلك الاستراتيجيات التي تستخدم تقنيات التغليف التي يمكن أن تساهم في تطوير أنظمة لاستخدامها في الممارسات الزراعية المستدامة. يناقش هذا البحث أيضًا بعض التدابير العلاجية للتخفيف من سميتها. في المستقبل ، هناك حاجة إلى البحث لتطوير أفكار مبتكرة في الزراعة الحالية قادرة على تقليل استخدام مبيدات الآفات الكيميائية.

مقدمة

تعتمد الممارسات الزراعية الحالية بشكل كبير على المدخلات الكيميائية (مثل الأسمدة ومبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب ، وما إلى ذلك) والتي تسبب تأثيرًا ضارًا على القيمة الغذائية للمنتج الزراعي وصحة المزارعين والمستهلكين. أدى الاستخدام المفرط والعشوائي لهذه المواد الكيميائية إلى تلوث الأغذية ومقاومة الأعشاب الضارة والأمراض ونتائج بيئية سلبية لها تأثير كبير على صحة الإنسان. يؤدي استخدام هذه المدخلات الكيميائية إلى تعزيز تراكم المركبات السامة في التربة. يتم امتصاص المركبات الكيميائية من قبل معظم المحاصيل من التربة. تحتوي العديد من الأسمدة الاصطناعية على جذور حمضية ، مثل الهيدروكلوريد وجذور الكبريت ، وبالتالي تزيد حموضة التربة وتؤثر سلبيًا على التربة وصحة النبات. يمكن أيضًا أن تمتص بعض النباتات مركبات شديدة المقاومة. يمكن أن يؤدي الاستهلاك المستمر لهذه المحاصيل إلى اضطرابات عديدة لدى البشر. هناك عدد لا بأس به من مبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب التي لها إمكانية التسبب في الإصابة بالسرطان. أدى الوعي المتزايد بالتحديات الصحية

نتيجة استهلاك المحاصيل ذات النوعية الرديئة إلى البحث عن تقنيات جديدة ومحسنة لتحسين كل من كمية ونوعية المحاصيل دون تعريض صحة الإنسان للخطر.

بدل موثوق لاستخدام المدخلات الكيميائية هو اللقاحات الميكروبية التي يمكن أن تعمل كأسمدة حيوية ، ومبيدات حشرية حيوية ، ومبيدات آفات حيوية ، وعوامل تحكم بيولوجية. الكائنات الدقيقة قادرة على تعزيز نمو النبات ومكافحة الآفات والأمراض والأعشاب الضارة. الملقحات الميكروبية هي كائنات دقيقة يتم اضافتها للتربة أو النبات من أجل تحسين الإنتاجية وصحة المحاصيل. الملقحات الميكروبية هي منتجات طبيعية تستخدم على نطاق واسع لمكافحة الآفات وتحسين جودة التربة والمحاصيل ، وبالتالي صحة الإنسان. تشمل اللقاحات الميكروبية على مزيج من الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل مع التربة لتحسين خصوبة التربة وصحتها وبالتالي تحسين صحة الإنسان. تتمتع اللقاحات الميكروبية بالقدرة على تقليل التأثير السلبي للمدخلات الكيميائية وبالتالي زيادة كمية ونوعية المنتجات الزراعية. تعتبر اللقاحات الميكروبية صديقة للبيئة وتوفر المغذيات النباتية للنباتات بطريقة أكثر استدامة. يمكن أن تساعد اللقاحات الميكروبية في تقليل استخدام الأسمدة الكيماوية. يمكن أن تشمل اللقاحات الميكروبية البكتيريا والفطريات والطحالب. يلخص هذا البحث تأثير المدخلات الكيميائية الزراعية على صحة الإنسان. [1]

أدى ظهور النظام الصناعي للزراعة الذي يتضمن استخدام المواد الكيميائية والمواد الحافظة والهرمونات والمضادات الحيوية إلى زيادة نمو الأغذية وإنتاجها [2]. تنتج هذه التقنية الجديدة المحاصيل والثروة الحيوانية بكميات أكبر من الزراعة المستدامة التي كانت تمارس في الماضي [3]. تتميز الزراعة الصناعية بالزراعة الأحادية ، حيث يزرع نفس المحصول موسمًا بعد موسم. يقلل المحصول الأحادي من قدرة التربة على القضاء على الآفات بشكل طبيعي وتجديد العناصر الغذائية [4].

لمكافحة هذا الخطر ، تستخدم الزراعة الصناعية جرعات كبيرة من الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات [4]. تُستخدم الكيماويات الزراعية بشكل شائع في الإنتاج الزراعي للسيطرة على الأمراض والآفات والأعشاب أو الوقاية منها من أجل الحفاظ على الجودة العالية للمنتجات الزراعية والقضاء على خسائر الغلة أو تقليلها. مع هذا النظام الصناعي ، يتم إنتاج الغذاء بتكاليف منخفضة وبالتالي يحصل المزارعون على أرباح أعلى من مزارعتهم ، ولكن أثرت مخاوف جدية بشأن المخاطر الصحية الناتجة عن المخلفات في مياه الشرب والغذاء ومن التعرض المهني [5,2] ، تؤكد أن الجرعات الثقيلة من الأسمدة الكيماوية ، على الرغم من أنها تؤدي إلى الاعتماد على الذات في إنتاج الغذاء ، تسبب آثارًا ضارة على الكائنات الحية وتؤدي أيضًا إلى إهلاك البيئة. إمدادات المياه ملوثة بالمبيدات الحشرية السامة ومبيدات الأعشاب والأسمدة الكيماوية المستخدمة [2].

أحد العوامل التي تزيد من تعرض عمال المزارع للتأثيرات الضارة للمواد الكيميائية الزراعية تشمل حاجز اللغة. معظم المزارعين المحليين أميون ؛ هذا يعيق فهمهم واعتماد احتياطات السلامة على الملصقات والتدريب على ممارسات العمل المناسبة. قد يؤدي الافتقار إلى الخلفية في الزراعة من قبل معظم عمال المزارع المعينين الذين يستخدمون العمالة في القطاع الزراعي كوظيفة على مستوى الدخول إلى زيادة مخاطر الصحة والسلامة في مكان العمل الزراعي. لذلك من الضروري البحث عن تقنية بديلة من شأنها تعزيز إنتاج الغذاء لتلبية الاحتياجات الغذائية لسكان العالم المتزايدين باستمرار مع تقليل المخاطر الصحية التي تشكلها على البيئة والبشر وحيوانات المزرعة.

تشير الملقحات الميكروبية إلى تركيبات تتكون من كائنات دقيقة مفيدة تلعب دورًا مهمًا في النظم البيئية للتربة من أجل الزراعة المستدامة. اللقاحات الميكروبية صديقة للبيئة وهي بديل محتمل للأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات [6]. وهي تتكون من سلالات نشطة من الكائنات الحية الدقيقة التي تحفز بشكل مباشر أو غير مباشر النشاط الميكروبي وبالتالي تحسين حركة العناصر الغذائية من التربة [5]. يمكن أن تكون منبهات نباتية أو أسمدة حيوية أو عوامل تحكم حيوية ميكروبية. إنها توفر الحماية ضد مجموعة من مسببات الأمراض المختلفة وهي مبيدات أعشاب حيوية فعالة [2].

مشكلة البحث:

المشكلة التي تطرقت لها هذه الورقة البحثية هي ما مدى تأثير المبيدات الحشرية على المنتجات الزراعية والمواد الغذائية ومدى تأثير ذلك على صحة الانسان.

تساؤلات البحث:

1. ما هو دور المبيدات الكيميائية في الأنشطة الزراعية وما الانواع المستخدمة ؟
2. ما هي التأثيرات لهذه المبيدات على الهواء والتربة والماء وسلامة الغذاء ؟
3. هل هذه المبيدات لها تأثير فعال على صحة الانسان ؟

أهمية البحث:

تكمن اهمية البحث في الاتي:

1. التعريف بالمبيدات الكيميائية.
2. دور المبيدات في الأنشطة الزراعية.
3. مدى الاستفادة من هذه المبيدات في زيادة المنتجات الزراعية.
4. التعرف على التأثيرات المختلفة لهذه المبيدات على التربة والماء والهواء وصحة الانسان.
5. الخروج ببعض المقترحات التي ربما تساعد المسؤولين على القطاع الزراعي والصحي على ايجاد بدائل طبيعة لهذه المبيدات.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

1. معرفة المبيدات الكيميائية وما هي الاستفادة منها.
2. تسليط الضوء على بعض الآثار السلبية لهذه المبيدات.
3. الوقوف على بعض الحلول البديلة الطبيعية المستخدمة في عمليات التسميد ونتاج الغذاء.
4. الوقوف على بعض الاتجاهات المستقبلية في ما يخص الزراعة المستدامة.

منهجية البحث:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي الذي يهدف إلى تجميع البيانات والمعلومات الكافية حول موضوع الدراسة وذلك من خلال وصف الحالة وأهميتها فضلاً عن استخدام المراجع والكتب والمجلات والبحوث المرتبطة بها، والاطلاع على الدراسات والتقارير والمنشورات المشابهة، واستخدام شبكة الانترنت في البحث. وقد تم تقسيم هذا البحث إلى أربعة مباحث : المبحث الأول تطرق إلى نبذة تاريخية عن استخدام ودور المبيدات في محاربة الآفات وانواع المبيدات المستخدمة. المبحث الثاني تطرق إلى التلوث الناتج عن استخدام المبيدات وتأثيره على البيئة الطبيعية. المبحث الثالث تطرق إلى تأثير المبيدات على المحاصيل الزراعية ومن ثم التأثير على صحة الانسان. المبحث الرابع تطرق إلى بعض الاتجاهات المستقبلية فيما يخص الزراعة المستدامة.

المبحث الأول:

وجهات نظر تاريخية لاستخدام مبيدات الآفات

يمكن تقسيم تاريخ استخدام مبيدات الآفات إلى ثلاث فترات زمنية. خلال الفترة الأولى قبل سبعينيات القرن التاسع عشر ، تم مكافحة الآفات باستخدام مركبات طبيعية مختلفة. كان أول استخدام مسجل للمبيدات الحشرية منذ حوالي 4500 عام من قبل السومريين [7]. استعملوا مركبات الكبريت لمكافحة الحشرات. منذ حوالي 3200 عام ، استخدم الصينيون الزئبق ومركبات الزرنيخ للسيطرة على قمل الجسم. لم تكن هناك صناعة كيميائية ، لذا فإن جميع المنتجات المستخدمة مشتقة مباشرة من مصادر

حيوانية أو نباتية أو معدنية متاحة بسهولة. على سبيل المثال ، غالبًا ما يتم استخدام المواد المتطايرة عن طريق "التدخين". وكان المبدأ هو حرق القش أو الأسماك أو الروث أو غيرها من المنتجات الحيوانية ، بحيث ينتشر الدخان ، ويفضل الرائحة الكريهة ، في جميع أنحاء البستان ، المحصول ، أو كرم العنب [7] وكان من المفترض عمومًا أن مثل هذا الدخان سيقضي على العفن الفطري.

كما تم استخدام الدخان ضد الحشرات. يتحكم الناس في الأعشاب الضارة بشكل رئيسي عن طريق إزالة الأعشاب الضارة يدويًا ، بينما تم الإبلاغ أيضًا عن طرق كيميائية مختلفة [8]. يتم الحصول على بيريثروم من الزهور المجففة لأقحوان ، "أقحوان بيريثروم" ، وقد تم استخدامه كمبيد حشري لأكثر من 2000 عام.

خلال الفترة الثانية ، بين عامي 1870 و 1945 ، بدأ الناس في استخدام المواد الاصطناعية غير العضوية. في نهاية القرن التاسع عشر ، استخدم الناس في السويد مركبات النحاس والكبريت ضد هجوم الفطريات على الفاكهة والبطاطس [9]. منذ ذلك الحين ، استخدم الناس العديد من المواد الكيميائية غير العضوية ، بما في ذلك خليط بوردو ، الذي يعتمد على كبريتات النحاس والزرنيخ الجير كمبيدات للآفات ، ولا تزال تستخدم لمنع العديد من الأمراض الفطرية [10].

بدأت الفترة الثالثة بعد عام 1945 [7] ، وتمثل في استخدام مبيدات الآفات الاصطناعية مع اكتشاف تأثيرات ثنائي كلورو ثنائي الفينيل ثلاثي كلورو الإيثان ، الألدرين ، الديلدرين ، الإندرين ، الكلوردان ، الباراثيون و الكابتان [11]. كانت عيوب العديد من هذه المنتجات في معدلات استخدامها العالية ، وقلة الانتقائية ، والسمية العالية. على سبيل المثال ، تم استخدام مادة الـ دي.دي.تي على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم نظرًا لأنها منخفضة السمية للتديبات ، كما أنها قللت من الأمراض التي تنقلها الحشرات ، مثل الملاريا والحمى الصفراء والتيفوس [12 ، 13]. تم حظر مادة الـ دي.دي.تي في عام 1972 في الولايات المتحدة بسبب ضررها على النباتات والحيوانات غير المستهدفة ، فضلاً عن مشاكل قدرتها الكبيرة على التراكم في الأنسجة والاستمرار ، مما تسبب في أضرار طويلة المدى [14]. بين سبعينيات وتسعينيات القرن الماضي ، تم إدخال عائلات جديدة من المواد الكيميائية ، مثل مبيدات الأعشاب تريازولوبيريبيدين ، وتريكينتون وإيزوكسازول ، ومبيدات الفطريات ستروبيلورين وأزولون ، وكلورونيكوتينيل ، وسببسين ، وفيرولي دياسيل هيدرازين ، والمبيدات الحشرية الفوسفاتية العضوية ، ويمكن أن يتم طرح معظم المواد الكيميائية الجديدة. تستخدم بالجرام بدلاً من الكيلوجرامات لكل هكتار [10،13].

في الزراعة الحديثة ، يحاول العلماء تطوير المحاصيل المعدلة وراثيًا المصممة لإنتاج المبيدات الحشرية الخاصة بهم أو إظهار مقاومة لمبيدات الأعشاب واسعة النطاق أو الآفات. هذه الإدارة الجديدة للآفات يمكن أن تقلل من استخدام المواد الكيميائية وتأثيراتها السلبية على البيئة [10].

دور المبيدات

تم تحقيق فوائد أولية هائلة باستخدام أنواع مختلفة من مبيدات الآفات في مجموعة من المجالات ، بما في ذلك الصحة العامة والأنشطة الزراعية [15]. فيما يتعلق بالصحة العامة ، تستخدم المبيدات الحشرية في الحياة اليومية لقتل الآفات ، بما في ذلك البعوض والقراد والجرذان والفئران في المنازل والمكاتب ومراكز التسوق والشوارع. نتيجة لذلك ، تم تقليل العبء الهائل للأمراض التي تسببها هذه النواقل أو تم القضاء عليه [16 ، 17 ، 18]. غالبًا ما تكون المبيدات الحشرية هي الطريقة الأكثر عملية للسيطرة على الحشرات التي يمكن أن تنتشر الأمراض الفتاكة مثل الملاريا ، مما قد يؤدي إلى وفاة عدد يقدر بنحو 5000 حالة وفاة على مستوى العالم كل يوم [12]. بالإضافة إلى ذلك ، المبيدات الحشرية لا غنى عنها في الإنتاج الزراعي. لقد تم استخدامها من قبل المزارعين للسيطرة على الحشائش والحشرات في الزراعة ، وقد تم الإبلاغ عن زيادات ملحوظة في المنتجات الزراعية نتيجة لاستخدام المبيدات الحشرية [19،10]. لمواكبة النمو الديموغرافي ، كانت هناك زيادة كبيرة في العائد الزراعي منذ بداية القرن العشرين. في غضون قرن واحد ، زاد النمو السكاني من 1.5 مليار في عام 1900 إلى حوالي 6.1 مليار في عام 2000 ، وهو ما يعادل معدل نمو سكاني عالمي أكبر بثلاث مرات مما كان عليه خلال تاريخ البشرية بأكمله. منذ عام 2003 ، زاد عدد سكان العالم بمقدار مليار آخر ، وبالنظر إلى معدلات النمو الحالية ، فمن المتوقع أن يصل إلى 9.4-10 مليار بحلول عام 2050 [20]. لم تكن الزيادة في عدد سكان العالم في القرن العشرين ممكنة بدون زيادة موازية في إنتاج الغذاء. على الرغم من أن الزيادات في إنتاجية الغذاء ترجع إلى عدة عوامل ، بما في ذلك استخدام المواد الكيميائية ، وأنواع النباتات الأفضل ،

واستخدام الآلات ، فقد كانت المبيدات جزءًا لا يتجزأ من العملية من خلال الحد من خسائر الحصاد التي تسببها الأعشاب والأمراض والآفات الحشرية [15]. يتم إنتاج حوالي ثلث المنتجات الزراعية باستخدام مبيدات الآفات. بدون استخدام مبيدات الآفات ، سيكون هناك خسارة 78٪ من إنتاج الفاكهة ، 54٪ خسارة إنتاج الخضار ، و 32٪ خسارة إنتاج الحبوب [19]. لذلك ، تلعب مبيدات الآفات دورًا مهمًا في الحد من الأمراض وتحسين زيادة غلة المحاصيل في جميع أنحاء العالم. وبالتالي ، فقد ساهموا بشكل كبير في التخفيف من الجوع وتوفير الوصول إلى إمدادات وفيرة من الغذاء عالي الجودة.

إن السيطرة على آفات المراعي ستجلب فوائد إنتاجية كبيرة للماشية. على سبيل المثال ، قد يكلف رش المبيدات الحشرية 10 دولارات أمريكية للهكتار للتحكم في عث الأرض ذي الأرجل الحمراء في البرسيم ، ومع ذلك ، يمكن لمربي الأغنام في أستراليا زيادة قيمة محصول الصوف بمقدار 50 دولارًا أمريكيًا للهكتار [21]. مثال آخر هو أن زيادة الإنتاجية الزراعية باستخدام مبيدات الآفات المناسبة قد تزيد بشكل كبير من دخل الأسر الزراعية [22]. تساهم قيمة الغذاء المغذي والأمن والميسور التكلفة في متوسط العمر المتوقع كمحفز للصحة [23].

أنواع المبيدات المستخدمة

يتم تصنيف مبيدات الآفات حسب مصطلحات التصنيف المختلفة مثل الفئات الكيميائية ، والمجموعات الوظيفية ، وطرق العمل ، والسمية [18]. أولاً ، يتم تصنيف المبيدات حسب الأهداف المختلفة للآفات ، بما في ذلك مبيدات الفطريات ومبيدات الحشرات ومبيدات الأعشاب ومبيدات القوارض.

على سبيل المثال ، تستخدم مبيدات الفطريات لقتل الفطريات ، والمبيدات الحشرية تستخدم لقتل الحشرات ، بينما تستخدم مبيدات الأعشاب لقتل الأعشاب الضارة [16،24]. من حيث الفئات الكيميائية ، يتم تصنيف مبيدات الآفات إلى مكونات عضوية وغير عضوية. تشمل مبيدات الآفات غير العضوية كبريتات النحاس ، وكبريتات الحديدوز ، والنحاس ، والحير ، والكبريت. تعتبر مكونات المبيدات العضوية أكثر تعقيداً [17]. يمكن تصنيف مبيدات الآفات العضوية وفقاً لتركيبها الكيميائي ، مثل المبيدات الحشرية الكلوروهيدروكربونية ، ومبيدات الحشرات الفوسفورية العضوية ، ومبيدات الحشرات الكرباماتية ، ومبيدات الآفات الحشرية الاصطناعية ، ومبيدات الأعشاب التناظرية والهرمونية ، ومبيدات الأعشاب البوريا الاصطناعية ، ومبيدات الأعشاب التريازين ، ومبيدات الفوسفور الفوسفاتية ، ومبيدات الآفات الحشرية ، ومبيدات الأيض والهرمونات. مجموعة مبيدات القوارض المحتوية على فيتامين د.

المبحث الثاني:

تلوث المبيدات وآثاره الضارة على البيئة الطبيعية

يساهم النمو السكاني وتغير المناخ بشكل أساسي في زيادة استخدام مبيدات الآفات [25-26] ، ويُقدر إنتاج مبيدات آفات عالمياً أعلى في المستقبل. على الرغم من أن مبيدات الآفات تلعب دوراً مهماً في تحسين غلة المحاصيل وإنتاج غذاء ميسور التكلفة وعالي الجودة ، فإن الاستخدام المتزايد لمبيدات الآفات يجلب أيضاً عدداً من الآثار السلبية على البيئة وصحة الإنسان [26]. تُستخدم مبيدات الآفات لقتل الآفات ومكافحة الحشائش كوظيفة لمكوناتها الكيميائية ، وبالتالي ، يمكن أن تكون أيضاً سامة للكائنات الأخرى ، بما في ذلك الطيور والأسماك والحشرات المفيدة والنباتات غير المستهدفة [15،27،28] ، فضلاً عن الوسائط البيئية المختلفة ، بما في ذلك الهواء [29-30] الماء والتربة والمحاصيل [17،31]. تؤثر هذه المخلفات الكيميائية على صحة الإنسان من خلال البيئة وتلوث الأغذية. علاوة على ذلك ، فإن التلوث بالمبيدات يبتعد عن النباتات المستهدفة ، مما يؤدي إلى تلوث البيئة. تنتقل مبيدات الآفات بعدة طرق ، بما في ذلك الهواء ، عبر تيارات الرياح ، إلى الماء ، من خلال الجريان السطحي أو الترشيح ، وإلى النباتات والحيوانات والبشر [32،33].

1. التأثير على الماء

تم اكتشاف العديد من المواد الكيميائية ، بما في ذلك بعض المبيدات ، في المياه السطحية والجوفية [33]. من المقبول على نطاق واسع أن مبيدات الآفات تدخل كل من المياه السطحية والمياه الجوفية عن طريق التطبيق المباشر لمكافحة الأعشاب المائية والحشرات المائية ، والتسلل والجريان السطحي من حقول الإنتاج الزراعي ، والانجراف من مياه الصرف الصناعية المرتبطة بالزراعة ، والتصريف من مياه الصرف الصحي من معدات التنظيف المستخدمة في صياغة وتطبيق مبيدات الآفات الترسيب في الغلاف الجوي ، وتبادل الهواء / الماء [34]. تتلوث المياه الجوفية عندما تتسرب المبيدات من الحقول المعالجة أو مواقع الخط والغسيل أو مناطق التخلص من النفايات. أنظمة المياه السطحية ، بما في ذلك الأنهار والبحيرات والجدول والخزانات ومصبات الأنهار ، معرضة بشكل خاص لتراكم المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية الأخرى [34] لأنها أحواض صغيرة أسيرة للمنتجات الثانوية للأنشطة البشرية.

ترتبط أنظمة المياه السطحية بكل من المياه الجوفية والمياه الجوية من خلال الدورة الهيدرولوجية. علاوة على ذلك ، يمكن نقل مبيدات الآفات الموجودة في المياه السطحية إلى المياه الجوفية من خلال نضح التربة. كما أنها تدخل الغلاف الجوي من خلال التبخر والنتح [35]. يمكن لمياه الغلاف الجوي والمياه الجوفية أيضًا إعادة شحن المياه السطحية.

يؤدي تنقل المبيدات في الماء إلى تلوث مبيدات الآفات لموارد المياه [33]. يعتبر تلوث المياه السطحية والجوفية الناجم عن مبيدات الآفات من القضايا الخطيرة والعاجلة في المياه العذبة والنظم البيئية الساحلية في جميع أنحاء العالم [15]. علاوة على ذلك ، نظرًا لارتفاع التكاليف ومتطلبات التكنولوجيا العالية ، من الصعب معالجة المياه السطحية الملوثة ، وخاصة المياه الجوفية الملوثة [15].

هناك العديد من التقارير حول تلوث المياه السطحية والجوفية بالمبيدات في جميع أنحاء العالم. على سبيل المثال ، وجدت هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) العديد من مبيدات الآفات في أكثر من 90٪ من عينات المياه والأسماك التي تم جمعها من الجداول الأمريكية [36]. أشارت نتائج الدراسة إلى أنه تم الإبلاغ عن تلوث بالمبيدات في المياه السطحية في بحر بوهاي ونهر يونغ دينغ في الصين ، وتفاوتت مستويات التلوث في هذه المناطق في المواسم المختلفة. أشار أحد التقارير إلى أن ارتفاع تركيز الغليفسات خلال المواسم الجافة قد يكون بسبب انخفاض التخفيف من الترسيب. وفقًا لتقرير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2001) ، تساهم الزراعة في الاتحاد الأوروبي بنسبة 40-80٪ من إجمالي النيتروجين و20-40٪ من الفوسفور في تلوث المياه السطحية. مثال آخر هو أن مبيدات الأعشاب قد لوثت 37000 إلى 500000 متر مربع من الأراضي الرطبة في ساسكاتشوان (كندا) ، وتجاوزت مستويات التلوث المعيار الوطني [37].

2. التأثير على التربة

إن قدرة التربة على تصفية المبيدات ، وتحطيمها ، وإزالة السموم منها هي وظيفة أو جودة التربة. يؤدي تدهور المبيدات الحشرية إلى إنتاج مخلفات تستمر وتتحوّل ليس فقط في النظم البيئية المائية ولكن أيضًا في المناطق البرية لسنوات ، مما يشكل تهديدًا للبيئة. في الواقع ، كان تلوث التربة والرواسب بمبيدات الآفات مشكلة واسعة الانتشار في كثير من المناطق والتي تسببت في آثار سلبية على جودة الغذاء والاستدامة الزراعية. علاوة على ذلك ، في بعض المناطق ، نظرًا لأن التربة تكشف عن قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالمبيدات في هيكلها عن طريق الامتصاص ولكن أيضًا إعادة انبعاث الملوثات العضوية القديمة في الغلاف الجوي والمياه الجوفية والكائنات الحية كمصدر ثانوي ، فإن التربة هي المستودع الرئيسي للبيئة بمبيدات الآفات ، تلعب دورًا مهمًا في التوزيع العالمي ومصير التلوث [38].

إن استمرار وجود بقايا مبيدات الآفات في التربة له علاقة وثيقة جدًا بخصائص المبيدات ، بما في ذلك قابلية الذوبان في الماء ، وثابت امتصاص التربة (Koc) ، ومعامل تقسيم الأوكتانول / الماء (Kow) ، والعمر النصفي في التربة. المبيدات التي ترتبط بشدة بالتربة لها قيم عالية لمعامل تقسيم الأوكتانول / الماء مما يؤدي إلى ارتفاع قيم ثابت امتصاص التربة ، وتؤدي كلا الخواص إلى امتصاص قوي للمادة العضوية في التربة. وبالتالي ، فإن مبيدات الآفات المصنفة على أنها كارهة للماء وثابتة ومتراكمة بيولوجيًا من المتوقع أن تتراكم وتستمر في التربة [15]. على سبيل المثال ، ترتبط بعض مبيدات الآفات ، مثل مادة الكلور

العضوي DDT ، والإندوسلفان ، والأندرين ، وسباعي الكلور ، والليندين ، بشدة جزيئات التربة بسبب ثباتها ، وبالتالي تم التخلي عنها في العديد من البلدان ، بما في ذلك الصين.

بعض مبيدات الآفات الأخرى ، بما في ذلك الكربامات ومبيدات الفطريات وبعض المبيدات الحشرية الفسفورية العضوية ليست ثابتة في التربة ، ولكنها قد تخضع لعمليات مختلفة أثناء الجريان السطحي والرشح في الأوساط البيئية المختلفة. لذلك ، تشكل التربة الملوثة بمبيدات الآفات تهديداً واسع النطاق للمياه والسلسلة الغذائية.

يتم تحديد سلوك التحول لمبيدات الآفات في التربة من خلال التفاعلات بين مصفوفة التربة ، بما في ذلك محتوى المادة العضوية ودرجة الحموضة ودرجة الحرارة والرطوبة وأنواع الكائنات الحية الدقيقة وأنماط الري وتحولات العشب ومبيدات الآفات بما في ذلك الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

3. التأثير على الهواء

يعد تلوث الهواء بمبيدات الآفات عامل تلوث كبير يسبب أضراراً خطيرة على النباتات والحيوانات وكذلك صحة الإنسان. دائماً ما يتم رش المبيدات الحشرية المستخدمة في الأنشطة الزراعية في الهواء ، كما أن بقايا المبيدات في الهواء ناتجة بشكل أساسي عن استخدام مبيدات الآفات أو عن طريق التطاير من التربة أو النباتات [39]. رش المبيدات هي إحدى طرق استخدام المبيدات. يتم إسقاطها بشكل أساسي بواسطة مروحة كقطرات ماء ، وبعد عملية مضطربة عندما تمر عبر المظلة ، يتم إجبارها على الأرض عن طريق الجاذبية بالإضافة إلى الانجراف بسبب الأنشطة الجوية مثل الرياح. الرش تحت السطح والرش السطحي والرش الجوي هي ثلاث طرق مهمة للرش تستخدم على نطاق واسع في عملية التنمية الزراعية الحديثة. ومع ذلك ، لا يزال الرش اليدوي سائداً في العديد من البلدان النامية. من المحتمل أن تكون جميع طرق رش المبيدات غير فعالة وتتسبب في تلوث الهواء بالإضافة إلى تعريض عامة الناس لمبيدات الآفات [15]. تتطاير بقايا مبيدات الآفات وتنشئت وتنتقل لمسافات طويلة وبالتالي فهي تخضع لعملية إعادة التدوير البيئي بين الهواء والبيئة الأرضية. يمكن أن يمثل انجراف المبيدات ما يقرب من 2% إلى 25% من فقد مبيدات الآفات أثناء الانجراف. هذه العملية لا تنتج فقط التلوث المحلي للبيئة ولكنها تحدث أيضاً تأثيرات ضارة على البيئة العالمية [17]. على سبيل المثال ، تم استخدام مبيدات الآفات بما في ذلك سداسي كلورو حلقي الهكسان (HCHs) ، والكلوردان ، والتوكسافين في الحقول في جنوب الولايات المتحدة الأمريكية ، حيث تم تطايرها ونقلها عن طريق عمليات الغلاف الجوي ، ثم تكثيفها في المناخات الباردة ، وترسب من الغلاف الجوي على الأرض. وبالتالي ، من الصعب تقييم تلوث الهواء الناجم عن المبيدات.

4. التأثير على سلامة الغذاء

أثار الجمهور وصناع السياسات قلقاً كبيراً بشأن مبيدات الآفات السامة في الغذاء بسبب أثارها السلبية على الصحة والبيئة. تلوث الأغذية ليس فقط نتيجة لرش المبيدات للنباتات غير المستهدفة ولكن أيضاً بسبب سلوك المبيدات في البيئة ، مثل التطاير من المنطقة المعالجة إلى الهواء والتربة والنباتات غير المستهدفة والمبيدات المتبقية المنقولة من التربة والمياه للمحاصيل والخضروات والفواكه [20، 11]. يؤدي هذا السلوك البيئي للمبيدات ومخلفاتها إلى تلوث الأغذية وإلحاق الضرر بالنباتات. على سبيل المثال ، يمكن أن يقلل التعرض لمبيد الأعشاب كلوبيبيراليد من غلة نباتات البطاطس . تطاير 1% فقط من الكلوبيبيراليد المستخدم يكفي لإتلاف النباتات غير المستهدفة [15].

في بعض المناطق ، تجاوزت بقايا مبيدات الآفات في المحاصيل والخضروات معايير منظمة الصحة العالمية للتلوث الغذائي القصوى [15]. على سبيل المثال ، تقرير لدراسة تلوث الفواكه والخضروات بمبيدات الآفات وآثارها الصحية في غانا ، مشيراً إلى أن جميع الفواكه والخضروات التي خضعت للدراسة تقريباً تحتوي على بقايا مبيدات آفات أعلى من الحدود القصوى للمخلفات. قام باحثون بتقييم مستوى بقايا مبيدات الآفات في الخضروات في منطقة ألماتي في كازاخستان.. وأفادوا أن أكثر من نصف العينات (59%) تحتوي على 29 مبيدًا للآفات ، منها 10 لم يتم تسجيلها في كازاخستان ، وتتراوح من 0.01 إلى 0.88 مجم / كجم ، و 28% أعلى من الحد الأقصى لمستويات المخلفات . اظهرت الدراسة أن المبيدات المكتشفة تجاوزت حدود مخلفاتها بمعدل 48% (الأسواق المحلية) و 35% (محلات السوبر ماركت) للكربن الصيني و 71% (الأسواق المحلية) و 55% (محلات السوبر ماركت) لباك تشوي.

المبحث الثالث:

تأثير المدخلات الزراعية (الأسمدة والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب) على صحة الإنسان

نظرًا لتزايد أعداد الناس في الزراعة ، بالقرب من مناطق الزراعة ومستهلكي المنتجات الزراعية الملوثة ، أصبحت المدخلات الكيميائية الزراعية حاليًا من مشكلات الصحة العامة الرئيسية [3]. الجريان السطحي للكيمائيات الزراعية هو مساهم رئيسي في تلوث المياه السطحية . يؤدي الاستخدام المفرط والخطأ للأسمدة الكيماوية إلى غسل التربة وتلوث المياه الجوفية والجدول المائية والبحر. تكتسب المدخلات الكيميائية الزراعية إمكانية الوصول إلى أنظمة جسم الإنسان من خلال ثلاث وسائل رئيسية: (1) الابتلاع عن طريق الفم ، (2) التسلل عبر الجلد ، و (3) التنفس. أظهرت المبيدات الحشرية مقاومة طويلة الأمد في الأطعمة بما في ذلك الخضروات واللحوم والفواكه ، وفي جسم الإنسان. يتأثر عدد كبير من الناس سلبيًا بالتعرض طويل الأمد للمواد الكيميائية الزراعية ، حتى عند المستويات المنخفضة. تتراوح الأمراض من اضطرابات الجهاز التنفسي وأمراض الجهاز العضلي الهيكلي إلى الأمراض الجلدية والقلبية. يواجه أصحاب المزارع والمشغلون وأفراد الأسرة والموظفون هذه الأمراض.

العوامل التي كانت مسؤولة عن تعرض أصحاب المزارع والعاملين للتسمم الكيميائي الزراعي تشمل عدم كفاية الملابس الواقية وأنظمة السلامة ، ونقص المعرفة بكود التحذير للمواد الكيميائية الزراعية الخطرة. كما أكدت الدراسة التي أجريت في نيبال ، الهند أن 2.33٪ فقط من أصحاب المزارع والعاملين تلقوا تدريبات على التأثيرات الخطيرة للمواد الكيميائية الزراعية والتدابير الوقائية لحماية أنفسهم.

علاوة على ذلك ، في البلدان النامية حيث يتم استهلاك أقل من 20٪ من إنتاج الكيمائيات الزراعية في العالم ، تم الإبلاغ عن أن المواد الكيميائية الزراعية مسؤولة عن 70٪ من حالات التسمم الحاد بين السكان العاملين (وكالة حماية البيئة الأمريكية في نيجيريا). العوامل التالية على أنها عوامل تؤدي إلى تفاقم المخاطر الصحية الناجمة عن استخدام مبيدات الآفات ؛ (1) استخدام أنواع مبيدات الآفات الأرخص ثمنًا والأكثر فتكًا (من حيث الثبات والسمية) ؛ (2) التثقيف السيئ بشأن مبيدات الآفات مما يؤدي إلى سوء الاستخدام على نطاق واسع ؛ (3) بقايا مبيدات الآفات على المنتجات المستهلكة محليًا ، (4) وسوء التشريعات وعدم إنفاذ التشريعات المتاحة ؛ (5) عدم كفاية المعلومات والوعي والمعرفة بالمخاطر الكامنة في مبيدات الآفات وأوجه القصور في الاعتراف الطبي والاستجابات للتسمم بمبيدات الآفات وفشل النظم التنظيمية.

تم ربط سرطان الثدي وسرطان البروستاتا باستهلاك لحوم البقر التي يتم تربيتها في ظل أنظمة الألبان الصناعية حيث يتم إعطاء هرمونات النمو الاصطناعية مثل هرمون النمو البقري المؤتلف (rBGH) للحيوانات. في الزراعة المكثفة ، يتم إعطاء المضادات الحيوية لحيوانات المزرعة بمستويات غير طبيعية وقد تم الإبلاغ عن أن هذا مسؤول عن بعض الإصابات المتعلقة بالأغذية في الإنسان .

الملقحات الميكروبية كأسمدة حيوية لنمو النبات والمحاصيل وتحسين الجودة الغذائية

إن الحاجة إلى زيادة الإنتاج الزراعي لتلبية الاحتياجات الغذائية لسكان العالم المتزايدين باستمرار تجعل الصيانة المستمرة لخصوبة التربة أمرًا ضروريًا. الأسمدة الحيوية التي تتكون من ميكروبات نشطة هي تقنية بديلة قابلة للتطبيق لزيادة إنتاج الغذاء دون تعريض صحة الإنسان والبيئة للخطر [4]. تشمل الأسمدة الحيوية جميع الكائنات الحية التي توفر العناصر الغذائية المختلفة للنباتات. ومن الأمثلة مثبتات النيتروجين ، ومذبيبات الفوسفور ، ومذبيبات البوتاسيوم ، ومذبيبات الكبريت ، والفطريات الفطرية ، وما إلى ذلك.

تم الإبلاغ عن مساهمة كبيرة من الأسمدة الحيوية في الصيانة المستدامة لصحة الإنسان. تعمل الأسمدة الحيوية على تحسين الخصائص الغذائية للخضروات الطازجة عن طريق الزيادة في النشاط المضاد للأكسدة ، إجمالي المركبات الفينولية والكوروفيل. تم العثور على السبانخ الملقح بأسمدة حيوية مختلفة يحتوي على 58.72 و 51.43٪ أعلى من المحتوى الفينولي الكلي مقارنة بالضوابط غير الملقحة. تلعب هذه المستقبلات الثانوية أدوارًا وقائية من أمراض السرطان ، والتكس العصبي ، واضطرابات القلب والأوعية الدموية [1] .

اللقاحات الميكروبية كعوامل للمكافحة الحيوية (مبيدات الآفات الحيوية ، مبيدات الأعشاب الحيوية ، مبيدات الفطريات الحيوية)

تظهر العديد من الكائنات الحية الدقيقة نشاطاً مضاداً للفطريات والبكتيريا ، وبالتالي فهي تستخدم كمبيدات حيوية . تلعب اللقاحات الميكروبية دوراً مهماً في تكنولوجيا مكافحة الحيوية المستخدمة في النظم البيئية الزراعية. يمكن أن تُعزى آليات المكافحة الحيوية التي تمارسها معظم اللقاحات الميكروبية إلى إطلاق إنزيمات التحلل المائي خارج الخلية ، والتنافس على العناصر الغذائية والمستقلبات الثانوية السامة لمسببات الأمراض النباتية بتركيزات منخفضة جداً ، بينما يحفز بعضها استجابات دفاعية مثل النظامية. اكتساب المقاومة في النباتات المضيفة. تساعد هذه الكائنات الحية في تقليل الأضرار التي تلحق بالنباتات من العوامل المسببة للأمراض ويمكنها أيضاً تعديل مستويات بعض الهرمونات النباتية مثل الإيثيلين والأوكسين. تشمل التأثيرات المفيدة للتفحيج الميكروبي على النباتات السيطرة على الالتهابات الفطرية . تشمل أنشطة المكافحة البيولوجية التي تظهرها بعض اللقاحات الميكروبية نشاط مبيدات الأعشاب. من الأمثلة على ذلك المبيد الفطرية للأوراق المخملية ، مبيد فطري حيوي . (ومبيدات الفطريات الفطرية لستريجا. عن طريق إنتاج المضادات الحيوية المتطايرة يمنع تعفن الأخشاب ومسببات الأمراض الفطرية الأخرى بنسبة تصل إلى 60 % [1].

اللقاحات الميكروبية في معالجة الأغذية

يتم استخدام اللقاحات الميكروبية في معالجة الأغذية لتحسين القيمة الغذائية وخصائص الطعام مثل الرائحة والذوق والملبس والسلامة وفترة الصلاحية. تستخدم اللقاحات الميكروبية أيضاً في تخمير الطعام وحفظه. يتم إنتاج عدد لا بأس به من المنتجات ذات القيمة المضافة مثل الفيتامينات ومركبات النكهة والإنزيمات والأصباغ والمكونات الغذائية عن طريق استخدام اللقاحات الميكروبية. يتم أيضاً إنتاج بعض الجزيئات الدوائية المهمة باستخدام اللقاحات الميكروبية.

يؤدي استخدام اللقاحات الميكروبية في العمليات الغذائية إلى تحسين كفاءة العملية من خلال تعزيز التحكم في العملية ، والسلامة ، وجودة المنتج ، والمحصول ، والاتساق. تم الإبلاغ عن العديد من الكائنات الدقيقة لاستخدامها في صناعات معالجة الأغذية والأدوية . العديد من الميكروبات الأخرى قادرة على إنتاج الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة وعوامل النكهة المستخدمة في التركيبات الغذائية وبعض الكربوهيدرات المعقدة والأحماض الأمينية مثل حمض اللايسين والجلوتاميك (منظمة الأغذية والزراعة ، 2010). يتم الحصول على المزيد من المزايا مثل انخفاض تكاليف الإنتاج ، وإمكانية الإنتاج على نطاق واسع في المخمرات الصناعية ، وإمكانية التلاعب الجيني ، وتطوير الاستزراع السريع من الإنزيمات التي يتم الحصول عليها من الميكروبات أكثر من تلك الموجودة في الخضروات والحيوانات [1] .

أشكال وطرق تطبيق اللقاحات الميكروبية في إنتاج الغذاء

يمكن أن توجد اللقاحات الميكروبية في أشكال مختلفة مثل الصلبة أو السائلة. يمكن أن تتكون من البكتيريا أو الفطريات.. يمكن أن تكون هناك ناقلات مختلفة مثل الخث والطين والرماد المتطاير والفحم وغبار المنشار ونخالة القمح والخث المضاف إليه مواد تحتوي على الكيتين والمواد غير العضوية مثل الفيرميكوليت والبيرلايت والسيليكات والكاولين والبيتوني. يجب تصميم المواد الحاملة لتحضير اللقاح لتوفير بيئة ميكروبية مواتية لـ PGPM لضمان صلاحيتها ومدة الصلاحية الكافية لتركيبية اللقاح (يفضل شهرين أو أكثر في درجة حرارة الغرفة). يجب أن يكون الناقل المرغوب متاحاً بسهولة ، ومستقرًا ، واقتصاديًا ، وصادقًا للبيئة ، وسهل التطبيق ، ولديه قدرة جيدة على الاحتفاظ بالرطوبة. يحدد نوع الناقل أيضاً شكل اللقاح (صلب أو سائل). في حالة اللقاح الصلب ، قد يختلف حجم الحبيبات أو الحبيبات المستخدمة لتثبيت الميكروب من 75 إلى 250 ميكرومتر. يمكن أن تكون اللقاحات السائلة عبارة عن مزارع مرق ، أو معلقات في محاليل حمض الهيوميك ، أو معلقات في زيوت معدنية أو عضوية أو معلقات زيتية - ماء. يمكن استخدام اللقاحات السائلة أو من نوع المسحوق لتغليف البذور ، لغمس الجذور في وقت زرع الشتلات ، أو يمكن وضعها مباشرة في الأخدود (أو أحواض البذور) أو كزاد ورقي [1] .

المبحث الرابع:

الاتجاهات المستقبلية في الزراعة المستدامة

يظل استخدام مبيدات الآفات الاصطناعية هي التقنية الرئيسية لمكافحة الآفات والأمراض في الزراعة التقليدية ، ولكن من المسلم به أن الإنتاج الزراعي سيتعرض لتهديد خطير إذا لم يتم اعتماد التقنيات المستدامة. أظهرت العديد من الدراسات أن الاستخدام المكثف للمواد الكيميائية الاصطناعية يؤدي إلى ضرر لا رجعة فيه لبنية التربة وبيئتها ، مع آثار سلبية على الكائنات الحية الدقيقة. في المقابل ، كانت هناك دراسات قليلة ولا يُعرف سوى القليل عن تأثيرات مبيدات الآفات النباتية على ميكروبات التربة. يُعتقد خطأً أنه نظرًا لأنه يتم الحصول على مبيدات الآفات النباتية من مصادر طبيعية ، فهي بالتالي ليست سامة تجاه الكائنات غير المستهدفة ودائمًا ما تكون أكثر أمانًا من مبيدات الآفات الاصطناعية.

عادة ما تظهر مبيدات الآفات النباتية مجموعة واسعة من مضادات الميكروبات ، في معظم الحالات يكون غير انتقائي ، لذلك يمكن أن يؤثر بشكل محتمل على سكان ميكروبيوتا التربة. ومع ذلك ، كما نوقش سابقًا ، توفر هذه المركبات مزايا كبيرة ، مقارنة بالمركبات الاصطناعية المستخدمة حاليًا ، وهي واعدة للاستخدام في الزراعة المستدامة. يمكن أن يساعد انهيارها السريع في البيئة ، جنبًا إلى جنب مع انخفاض تراكم المواد العضوية في التربة ، في تقليل تدهور التربة الزراعية وقد ثبت أن مبيدات الآفات النباتية توفر تحكمًا فعالاً في أنواع مختلفة من الآفات الزراعية ، وفي كثير من الحالات كانت أكثر فعالية من المواد الكيميائية الاصطناعية ، بسبب آليات عملها المتنوعة. ومن النقاط المهمة أنه يمكن للمنتجات التجارية الجديدة (باستخدام ، على سبيل المثال ، تقنيات النانو) تعزيز أداء هذه المركبات الطبيعية ، وتقليل كل من الجرعات المطلوبة وسميتها تجاه الكائنات غير المستهدفة ، وخاصة ميكروبيوتا التربة.

على الرغم من أنه ثبت أن المواد النانوية توفر أداءً فائقًا في العديد من مجالات العلوم ، فإن العمليات المستخدمة لإنتاجها يمكن أن تؤدي إلى توليد نفايات خطيرة ، في حين أن المواد الخام قد تكون موارد غير متجددة. ومن ثم ، كانت هناك جهود كبيرة للحد من توليد النفايات السامة والتخلص منها في البيئة ، وكذلك لتطوير طرق إنتاج أكثر كفاءة في استخدام الطاقة ، بما يتوافق مع مبادئ الكيمياء الخضراء. الهدف من تقنية النانو الخضراء (مزيج من تقنية النانو وممارسات الكيمياء الخضراء) هو تطوير وتصنيع مواد نانوية أكثر أمانًا مع إنتاج صفر أو الحد الأدنى من النفايات الخطرة. تعد تقنية النانو الخضراء أحد مفاتيح التنفيذ الناجح للزراعة المستدامة في القرن الحادي والعشرين ، ولها ثلاثة مبادئ أساسية: (1) استخدام مذيبات متوافقة حيويًا وغير سامة ؛ (2) استخدام المواد الخام الطبيعية. و (3) استخدام العمليات الموفرة للطاقة.

بالنسبة للتطبيقات في الزراعة المستدامة ، يفضل تصنيع أنظمة الإطلاق المستدام باستخدام بوليمرات طبيعية قابلة للتحلل البيولوجي ، بدلاً من البوليمرات الاصطناعية. تمت دراسة السكريات الطبيعية مثل الألبينات والشيتوزان والسيلولودكسترين ، من بين أمور أخرى ، على نطاق واسع لإنتاج أنظمة إطلاق مستدامة للاستخدام في الزراعة ، نظرًا لأنها قابلة للتحلل البيولوجي ، ومتوافقة حيويًا ، وذات سمية منخفضة تجاه الثدييات. يستخدم الشيتوزان في الزراعة لإدارة الإجهاد الحيوي واللاأحيائي. بالإضافة إلى النشاط المضاد للميكروبات ، يُعتقد أن الشيتوزان يعزز المقاومة النظامية للنباتات ضد مسببات الأمراض ، وكذلك لزيادة وتنظيم النمو والتطور ، وإنتاجية المحاصيل ، وتنشيط بعض الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

يمكن أيضًا استخدام الأنظمة ذات البنية النانوية لحل مشكلة رئيسية في الزراعة المستدامة ، وهي وجود الملوثات في التربة ، من خلال الكشف عن هذه المواد ومراقبتها وإزالتها. هذا مهم بشكل خاص بسبب الخسائر في المناطق الزراعية المنتجة بعد تدهور التربة على نطاق واسع. إن تبني ممارسات زراعية أكثر استدامة هو الطريقة الوحيدة القابلة للتطبيق لزيادة الإنتاجية دون التسبب في آثار سلبية على البيئة وعلى صحة الإنسان ، ويمكن أن يساهم استخدام المبيدات النباتية في النظم الزراعية في تحقيق هذا الهدف. يمكن اكتساب المزيد من المزايا من خلال تنفيذ تقنيات استخدام المبيدات النباتية بالاشتراك مع المواد النانوية المنتجة وفقًا لمبادئ الكيمياء الخضراء. توفر هذه الأنظمة الواعدة طرقًا فعالة وأكثر استدامة من الناحية البيئية للحد من هجوم الآفات وبالتالي زيادة إنتاجية المحاصيل إلى الحد الأقصى. ومع ذلك ، من الواضح أنه ستكون هناك حاجة إلى مزيد من العمل للحصول على فهم أفضل للمصير والسلوك لهذه المواد في البيئة.

لجعل مبيدات الآفات النباتية ذات الكبسولة النانوية أقرب إلى التطبيق في الظروف الميدانية ، يجب معالجة بعض القضايا. تحتاج الدراسات التي تنطوي على سمية هذه الأنظمة للإنسان والكائنات الدقيقة في التربة والنباتات إلى دراسة وفهم أفضل من أجل التنبؤ بالآثار السامة المحتملة لهذه الأنظمة عند ترسيبها في النظام البيئي. بالإضافة إلى ذلك ، ركزت الدراسات على توضيح كيفية تصرف هذه الأنظمة فيما يتعلق بالتغيرات المناخية ، وتكوين التربة وبنيتها ، والتفاعل / الامتصاص والانتقال في النباتات ذات أهمية قصوى لفهم كيفية تصرف هذه التركيبات النانوية في ظل ظروف مختلفة ودرجات مختلفة من الشدة. على سبيل المثال ، سوف تتصرف هذه التركيبات النانوية بنفس الطريقة في المناخ الاستوائي بالمقارنة مع المناخ المعتدل؟ وتجدر الإشارة إلى أن هذه الدراسات لا يمكن حصرها فقط في النطاق المخبري ، من خلال الاختبارات المعملية. بعد الحصول على نتائج مرضية في المختبر ، من المتوقع أن يتم إجراء هذه الدراسات في ظل الظروف الميدانية في نطاق صغير أو في الصوبات الزراعية ، من أجل جعل هذه المنتجات مغلقة للتسويق.

حقيقة مهمة أخرى تحتاج إلى تحليل من خلال الدراسات المستقبلية في الإطلاق المستمر لمبيدات الآفات النباتية هي ارتباط مركبين مختلفين في نفس نظام الجسيمات النانوية. يمكن اشتقاق هذه المركبات من زيت أساسي من نفس النوع أو من أنواع مختلفة. من المعروف بالفعل أن ارتباط المركبات المختلفة التي تنشأ من الزيوت الأساسية قد يكون له تأثيرات مضافة أو تآزرية أو معادية في آفة معينة. ومع ذلك ، تم إجراء هذه الدراسات إلى حد كبير فقط باستخدام مبيدات الآفات النباتية غير المغلفة. من الأهمية بمكان تحليل ما إذا كانت الكبسولة النانوية لهذه المركبات ، وكذلك الإطلاق المستمر لها لا يغير أنماط التأثير في الآفات. على سبيل المثال ، قد يكون للمركبين اللذين يظهران تأثيرات معادية عند ارتباطهما تأثيرات تآزرية أو مضافة عند تغليفهما بكبسولة نانوية؟ تعد التأثيرات التآزرية بين مبيدات الآفات النباتية واعدة جدًا لاستخدام هذه المركبات في الزراعة. نظرًا لأن تقوية التأثير ينتج عنه استخدام تركيزات أقل من هذه المركبات لمكافحة الآفات ، وبالتالي ، سيؤدي إلى تأخير ظهور الأنواع المقاومة لمبيدات الآفات النباتية.

أخيرًا ، هناك اتجاه آخر في مجال تقنية النانو يجب دراسته على نطاق واسع للتطبيقات الزراعية وهو تطوير أنظمة إطلاق مستدامة "ذكية" والتي تغير نمط إطلاق المادة وفقًا لمحفز معين. في الزراعة ، على سبيل المثال ، يمكن أن تكون أنظمة الإطلاق الحساسة للتغيرات في الأس الهيدروجيني والملوحة ودرجة الحرارة وغيرها مرشحة قوية لزيادة الإنتاجية الزراعية [40].

النتائج

من خلال هذه الدراسة لتأثير المبيدات على الزراعة وكذلك الصحة العامة للإنسان يمكن استخلاص النتائج التالية:

1. استخدام الكيماويات الزراعية مثل مبيدات الآفات والأسمدة غير العضوية ومبيدات الأعشاب وما إلى ذلك لها تأثيرات مدمرة للصحة الناتجة عن استهلاك المنتجات الغذائية .
2. يعتبر إنتاج الغذاء عن طريق استخدام اللقاحات الميكروبية بديلاً قابلاً للتطبيق. تلعب دورًا حيويًا في استخدامها في الزراعة المستدامة.
3. يمكن تجنب استخدام المواد الكيميائية في الزراعة وبالتالي يمكن إزالتها من النظم الغذائية البشرية.
4. يمكن تحقيق مكافحة الآفات والأعشاب الضارة من خلال استخدام اللقاحات الميكروبية كعوامل للمكافحة الحيوية ومبيدات الأعشاب الحيوية.
5. تسخير الموارد الطبيعية بما في ذلك الكائنات الحية الدقيقة المستفيدة أحد أكثر الأساليب فعالية لتحسين إنتاجية المزارع وجودة الغذاء بطريقة مستدامة.
6. بسبب تغير المناخ ، فإن الاستخدام المتزايد للمبيدات الحشرية يزيد من التعرض والمخاطر على صحة الإنسان من تلوث مبيدات الآفات.

التوصيات:

مما تقدم فإنه يمكن أن يستفاد من بعض التقنيات الحديثة واستخدام الأسمدة العضوية في إنتاج الغذاء مما يحافظ على البيئة وصحة الإنسان ويمكن تحقيق ذلك من خلال الآتي:

1. الاستفادة من تكنولوجيا التلقيح الميكروبي لضمان امن غذائي صحي للسكان بالمستقبل.
2. من الضروري السيطرة على تلوث مبيدات الآفات وتأثيرها السلبي على الكائنات الحية البيئية وغيرها من الكائنات غير المستهدفة.
3. اجراء دراسات اضافية وذلك لتقييم المخاطر الصحية ذات الصلة لمبيدات الآفات من أجل فهم استخدام مبيدات الآفات وإدارتها بشكل أفضل في المستقبل.
4. لتقليل التأثير السلبي لتلوث مبيدات الآفات على البيئة والكائنات غير المستهدفة ، منهجية علمية جديدة وتكنولوجيا وتدابير مفيدة ، مثل الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) ، والقوانين التي تحظر المبيدات ذات المخاطر العالية.
5. يجب ايجاد وتطوير خطة وطنية للحد من الآثار السلبية لمبيدات الآفات على غرار ما هو معمول به في بعض دول العالم.
6. من الأهمية بمكان نقل النتائج العلمية المتحصل عليها وتقييمات مخاطر الصحة المهنية والبيئية وذلك لتوفير التدريب العلمي للتطبيق الصحيح لمبيدات الآفات ، ومنع الآثار الصحية الضارة لاستخدام مبيدات الآفات ، وتعزيز السلامة لمستخدميها وللمجتمع بشكل عام.
7. تقترح أيضاً أن على رأس السلطة مراجعة قوانين مبيدات الآفات لتعزيز الإشراف الفعال على جودة مبيدات الآفات ومراقبة القوانين الحالية بشأن استخدام الكيماويات الزراعية.
8. هناك حاجة أيضاً لتنقيف المزارعين حول الخطر المرتبط بالاستخدام العشوائي للكيماويات الزراعية. لدعم التنمية المستدامة. يجب أيضاً تطوير المبيدات الحيوية جنباً إلى جنب مع مبيدات الآفات الكيميائية لتقليل التلوث بالمبيدات.

المراجع

1. Elizabeth Temitope Alori¹ and Olubukola Oluranti Babalola^{2*}, “ Microbial Inoculants for Improving Crop Quality and Human Health in Africa”, *frontiers in microbiology*, September 2018 | Volume 9 | Article 2213
2. Gilchrist, M., Greko, C., Wallinga, D., Beran, G., Riley, D., and Thorne, P. (2007). The potential role of concentrated animal feeding operations in infectious disease epidemics and antibiotics resistance. *Environ. Health Perspect.* 115,313–316. doi: 10.1289/ehp.8837
3. Alori, E. T., Glick, B. R., and Babalola, O. O. (2017b). Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Front. Microbiol.* 8:971. doi: 10.3389/fmicb.2017.00971
4. Alori, E. T., Dare, M. O., and Babalola, O. O. (2017a). “Microbial inoculants for soil quality and plant fitness,” in *Sustainable Agriculture Review*, ed. E. Lichtfouse (Berlin: Springer), 181–308. doi: 10.1007/978-3-319-48006-0
5. Suyal, D. C., Soni, R., Sai, S., and. Goel, R (2016) “Microbial inoculants as biofertilizer,” in *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*, ed. D. P. Singh (New Delhi: Springer India), 311–318. doi: 10.1007/978-81-322- 2647-5_18
6. Babalola, O. O., and Glick, B. R. (2012). The use of microbial inoculants in African agriculture: current practice and future prospects. *J. Food Agric. Environ.* 10, 540–549.
7. Unsworth, J. *History of Pesticide Use*. IUPAC-International Union of Pure and Applied Chemistry, Mai. 2010. Available online: http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31 (accessed on 10 May 2010).

8. Council, N.R. The Future Role of Pesticides in US Agriculture; National Academies Press: Cambridge, MA, USA, 2000.
9. Sheail, J. The regulation of pesticides use: An historical perspective. In Innovation and Environmental Risks; Belhaven Press: London, UK, 1991; pp. 38–46.
10. Bernardes, M.F.F.; Pazin, M.; Pereira, L.C.; Dorta, D.J. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment; IntechOpen: London, UK, 2015; pp. 195–233.
11. Zhang, Q.; Xia, Z.; Wu, M.; Wang, L.; Yang, H. Human health risk assessment of DDTs and HCHs through dietary exposure in Nanjing, China. *Chemosphere* **2017**, *177*, 211–216.
12. Ross, G. Risks and benefits of DDT. *Lancet* **2005**, *366*, 1771–1772.
13. Zhang, K.; Zhang, B.-Z.; Li, S.-M.; Zeng, E.Y. Regional dynamics of persistent organic pollutants (POPs) in the Pearl River Delta, China: Implications and perspectives. *Environ. Pollut.* **2011**, *159*, 2301–2309.
14. Barnhoorn, I.E.J.; Bornman, M.; Van Rensburg, C.J.; Bouwman, H. DDT residues in water, sediment, domestic and indigenous biota from a currently DDT-sprayed area. *Chemosphere* **2009**, *77*, 1236–1241.
15. Aktar, W.; Sengupta, D.; Chowdhury, A. Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdiscip. Toxicol.* **2009**, *2*, 1–12.
16. Amaral, A.F.S. Pesticides and Asthma: Challenges for Epidemiology. *Front. Public Health* **2014**, *2*, 6.
17. Kim, K.-H.; Kabir, E.; Jahan, S.A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci. Total Environ.* **2017**, *575*, 525–535.
18. Zhang, C.; Sun, Y.; Hu, R.; Huang, J.; Huang, X.; Li, Y.; Yin, Y.; Chen, Z. A comparison of the effects of agricultural pesticide uses on peripheral nerve conduction in China. *Sci. Rep.* **2018**, *8*, 9621.]
19. Lamichhane, J.R. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. *Crop. Prot.* **2017**, *97*, 1–6.
20. Carvalho, F.P. Pesticides, environment, and food safety. *Food Energy Secur.* **2017**, *6*, 48–60.
21. Ridsdill-Smith, T.; Pavri, C. Single Spring Spray Protects Pastures. 2000. Available online: <https://www.agric.wa.gov.au/pastures/spray-topping-declared-plants> (accessed on 3 August 2017).
22. Miller, S.F. The effects of weed control technological change on rural communities. *Outlook Agric.* **1982**, *11*, 172–178.
23. Cooper, J.; Dobson, H. The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop. Prot.* **2007**, *26*, 1337–1348.
24. Aktar, W.; Sengupta, D.; Chowdhury, A. Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdiscip. Toxicol.* **2009**, *2*, 1–12.
25. Tirado, M.; Clarke, R.; Jaykus, L.; McQuatters-Gollop, A.; Frank, J. Climate change and food safety: A review. *Food Res. Int.* **2010**, *43*, 1745–1765.
26. Miraglia, M.; Marvin, H.; Kleter, G.; Battilani, P.; Brera, C.; Coni, E.; Cubadda, F.; Croci, L.; De Santis, B.; Dekkers, S.; et al. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem. Toxicol.* **2009**, *47*, 1009–1021.

27. Elgueta, S.; Moyano, S.; Sepúlveda, P.; Quiroz, C.; Correa, A. Pesticide residues in leafy vegetables and human health risk assessment in North Central agricultural areas of Chile. *Food Addit. Contam. Part B* **2017**, *10*, 105–112.
28. Mingo, V.; Lötters, S.; Wagner, N. The impact of land use intensity and associated pesticide applications on fitness and enzymatic activity in reptiles—A field study. *Sci. Total Environ.* **2017**, *590*, 114–124.
29. Škrbic, B.; Cvejanov, J.; Durišić-Mladenović, N. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in surface soils of Novi Sad and bank sediment of the Danube River. *J. Environ. Sci. Health Part B* **2007**, *42*, 311–319.
30. Baker, L.W.; Fitzell, D.L.; Seiber, J.N.; Parker, T.R.; Shibamoto, T.; Poore, M.W.; Longley, K.E.; Tomlin, R.P.; Propper, R.; Duncan, D.W. Ambient Air Concentrations of Pesticides in California. *Environ. Sci. Technol.* **1996**, *30*, 1365–1368.
31. Gouin, T.; Shoeib, M.; Harner, T. Atmospheric concentrations of current-use pesticides across south-central Ontario using monthly-resolved passive air samplers. *Atmos. Environ.* **2008**, *42*, 8096–8104.
32. Fang, Y.; Nie, Z.; Die, Q.; Tian, Y.; Liu, F.; He, J.; Huang, Q. Organochlorine pesticides in soil, air, and vegetation at and around a contaminated site in southwestern China: Concentration, transmission, and risk evaluation. *Chemosphere* **2017**, *178*, 340–349.
33. Singh, D.K. Pesticides and Environment. *Pestic. Chem. Toxicol.* **2012**, *1*, 114–122.
34. Ansara-Ross, T.; Wepener, V.; Brink, P.V.D.; Ross, M. Pesticides in South African fresh waters. *Afr. J. Aquat. Sci.* **2012**, *37*, 1–16.
35. Adams, R.M.; McAdams, B.C.; Arnold, W.A.; Chin, Y.-P. Transformation of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl in prairie pothole pore waters. *Environ. Sci. Process. Impacts* **2016**, *18*, 1406–1416.
36. Rose, C.E.; Coupe, R.H.; Capel, P.D.; Webb, R.M. Holistic assessment of occurrence and fate of metolachlor within environmental compartments of agricultural watersheds. *Sci. Total Environ.* **2018**, *612*, 708–719.
37. Mazlan, N.; Ahmed, M.; Muharam, F.M.; Alam, M.A. Status of persistent organic pesticide residues in water and food and their effects on environment and farmers: A comprehensive review in Nigeria. *Semin.-Cienc. Agrar.* **2017**, *38*, 2221–2236.
38. Al-Wabel, M.I.; El-Saeid, M.H.; El-Naggar, A.H.; Alromian, F.; Osman, K.; Elnazi, K.; Sallam, A.S. Spatial distribution of pesticide residues in the groundwater of a condensed agricultural area. *Arab. J. Geosci.* **2016**, *9*, 1–10.
39. Langenbach, T.; Mano, D.; Campos, M.M.; Cunha, A.L.; De Campos, T.M. Pesticide dispersion by spraying under tropical conditions. *J. Environ. Sci. Health Part B* **2017**, *52*, 843–849.
40. Estefânia V.R. Camposa,b , Patrícia L.F. Proença , Jhones L. Oliveiraa , Mansi Bakshic , P.C. Abhilashc , Leonardo F. Fraceto,” Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives”, 16 April 2018, 1470-160X/ © 2018 Elsevier Ltd.