تأثير مركبات البولي أمينات علي النمو، المحصول وجودته، وجهاز الدفاع المضاد للأكسدة لنباتات القمح النامية تحت ظروف إجهاد العناصر الثقيلة

مقدمة من

صفية محمود عبد المجيد أحمد

كجزء من متطلبات الحصول على

درجة دكتوراه الفلسفة فى العلوم الزراعية

(فسيولوجي نبات)

قسم النبات الزراعي

كلية الزراعة

جامعة الفيوم

٢٠١٧

الملخص العربي

أجريت هذه التجربة خلال عامين متتاليين (٢٠١٤/٢٠١٣ ، ٢٠١٥/٢٠١٤) في المزرعة التجريبية لكلية الزراعة، دار رماد، الفيوم، مصر. وكان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم التأثيرات المفيدة الناتجة عن استخدام مركبات البولي أمين (الاسبرمين بمعدل ٠.٢٥ ملليمول، الاسبرميدين بمعدل ٠.٥ ملليمول، والبيوترسين بمعدل ١ ملليمول) والتي استخدمت إما بنقع البذور أو عن طريق الرش الورقي علي نباتات القمح (صنف سخا-٩٤) الملوثة بالعناصر الثقيلة من خلال الري بالماء الملوث بكلوريد الكادميوم (٢ملليمول) أو كلوريد الرصاص (٢ملليمول) وتأثير ذلك علي النمو والمحصول ومكوناته وجودته والخصائص الفسيوكيميائية ونظام الدفاع المضاد للأكسدة. و تتلخص النتائج المتحصل عليها في النقاط التالية:-

- أدى وجود الكادميوم أو الرصاص في بيئة النمو إلي انخفاض ملحوظ في صفات النمو (ارتفاع النبات، عدد الأشطاء / نبات، عدد الأوراق / نبات، طول ورقة العلم، مساحة ورقة العلم / نبات، حجم وطول الجذور، الوزن الطازج والجاف للنبات والجذور) لنباتات القمح الملوثةمقارنتاً مع نباتات الكنترول (بدون الكادميوم أو الرصاص). كذلك عند نفس التركيز وجد أن الكادميوم أكثر سمية على نباتات القمح مقارنة بالرصاص. وبشكل عام ، كانت نباتات القمح المعاملة بالكادميوم أو الرصاص في وجود الأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين ، سواء عن طريق نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي، قد حدث بها تحسن كبير ومعنوي في خصائص النمو المذكورةسالفاً . عموما، فقد وجد أن المعاملات الناتجة من نقع البذور كانت أكثر فعالية من المعاملات الناتجة من رش الأوراق. وبالإضافة إلى ذلك، فإن معاملات نقع البذور في البيوترسين كانت أفضل المعاملات تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص.

- حدث اضطراب بشكل كبير في صحة أنسجة النباتات تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص مقارنة بالكنترول (بدون الكادميوم أو الرصاص) في الموسمين - ومع ذلك، فإن النباتات المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين أظهرت زيادة معنوية كبيرة في دليل ثبات الغشاء (MSI) ومحتوى الماء النسبى للنسيج (RWC)، وحدث نقص معنوي كبيرفي التسرب الإليكتروليتي (EL) مقارنة مع النباتات الغير معاملة بالبولي أمين في الموسمين. وكانت أفضل المعاملات هي النقع في الأسبرميدين حيث قاوم التأثيرات السلبية للكادميوم مع وجود زيادة معنوية في MSI وRWC، وانخفاض معنوي في EL مقارنة بالنباتات المجهده بالكادميوم. وكذلك كانت أفضل المعاملات هي النقع في الأسبرميدين أيضا حيث قاوم التأثيرات السلبية

للرصاص مع وجود زيادة معنوية في MSI وRWC، وانخفاض معنوي في EL مقارنة بالنباتات المجهده بالرصاص.

- أدى وجود الكادميوم (٢ملليمول) أو الرصاص (٢ملليمول) في بيئة النمو إلي انخفاض معنوي ملحوظ في تركيز صبغات البناء الضوئي (كلورفيل أ ، ب والكاروتينويدات)عند مقارنتها بنباتات الكنترول (بدون أي معاملات مع وجود الرصاص أو الكادميوم والذي سبب حدوث سمية عالية في نباتات القمح، مع ظهور أقل تركيز في صبغات البناء الضوئي). وبالإضافة إلي ذلك، فإن معاملة النباتات بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين قد أدي إلي حدوث تحسن معنوي كبير في تركيز صبغات البناء الضوئي. بشكل عام، كذلك وجد أن المعاملات الناتجة من نقع البذور كانت أكثر فعالية من المعاملات الناتجة من رش الأوراق تحت اجهاد المعادن الثقيلة. وبالإضافة إلى ذلك، فقد وجد أن معاملات نقع البذور في الأسبرميدين كانت أفضل المعاملات في زيادة الكلوروفيل والكاروتينات تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص خلال الموسمين.

- أدى وجود الكادميوم (٢ملليمول) أو الرصاص (٢ملليمول) في بيئة النمو إلي انخفاض معنوي كبير في محتوي النباتات المجهده بالكادميوم أو الرصاص من النيتروجين (N) والفسفور (P) والبوتاسيوم (K) مقارنة بنباتات الكنترول (بدون أي معاملات مع وجود الرصاص أو الكادميوم). كذلك وجد أن الكادميوم أكثر سمية من الرصاص حيث انعكس ذلك في صورة نقص في محتوي النباتات من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم. كذلك أظهرت النتائج أن نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين ، إما عن طريق نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي في وجود الكادميوم أو الرصاص قد أدت إلي تحسن كبير ومعنوي في محتويات العناصر المعدنية المذكورة أعلاه. عموما، وجد أن المعاملات الناتجة من نقع البذور كانت أكثر فعالية من المعاملات الناتجة من رش الأوراق، حيث وجد أن أفضل المعاملات في زيادة النيتروجين هي الناتجة من نقع البذور في البيوترسين كذلك كان أفضل المعاملات في زيادة الفوسفور والبوتاسيوم هي النقع في الأسبرميدين تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص.

- أدت الزراعة تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث زيادة معنوية في تركيز الكادميوم أو الرصاص في النباتات مقارنة بنباتات الكنترول (بدون أي معاملات) خلال موسمي التجربة بينما أظهرت نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو

الأسبرميدين أوالبيوترسين في وجود الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث انخفاضا كبيراً في تركيز الكادميوم أو الرصاص. وكانت أفضل المعاملات في منع امتصاص وانتقال الكادميوم أو الرصاص هي المعاملة بالأسبرميدين.

- أظهرت المعاملات التي أجريت تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث انخفاض معنوي في تركيز البروتين، وعلي العكس من ذلك فقد حدث زيادة معنوية كبيرة في تركيز السكريات الكلية الذائبة والاندولات والبرولين والأحماض الأمينية الحرة الكلية مقارنة مع الكنترول (بدون أي معاملات) خلال موسمي التجربة، بينما أظهرت نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين في وجود الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث زيادة معنوية كبيرة في تركيز البروتين بالإضافة إلي الزيادة المعنوية في تركيز السكريات الكلية الذائبة ، الإندولات، البرولين و الأحماض الأمينية الحرة الكلية مقارنة بالنباتات الغير معاملة بالبولي أمين في كلا الموسمين. عموماً، فإن أفضل المعاملات في ذلك هي الأسبرميدين أو البيوترسين ، حيث أدت إلي تخفيف الآثار الضارة للكادميوم أو الرصاص مع حدوث تحسن كبير في تركيز البروتين والسكريات الكلية الذائبة والإندولات والبرولين الحر والأحماض الأمينية الحرة الكلية في النباتات المنزرعة تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص.

- أدى وجود الكادميوم (٢ ملليمول) أو الرصاص (٢ ملليمول) في بيئة النمو إلي انخفاض معنوي ملحوظ في تركيز الأحماض النووية (الحمض النووي الريبونيوكليك أسد (RNA) وحمض الديؤكسي ريبونيوكليك أسيد (DNA)] في المجموع الخضري والجذور لنباتات القمح مقارنة بالكنترول (بدون الكادميوم أو الرصاص). وقد لوحظ أن الكادميوم أكثر سمية من الرصاص على نباتات القمح، حيث أدي إلي خفض تركيز الحمض النووي RNA و DNA مقارنة مع الرصاص. كذلك تشير النتائج إلي أن معاملة نباتات القمح بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين (إما عن طريق نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي) في وجود الكادميوم أو الرصاص قد أدي إلي تحسن كبير في تركيز الحمض النووي RNA و DNA. عموما، وجد أن المعاملات الناتجة من نقع البذور كانت أكثر فعالية في زيادة تركيز الحمض النووي RNA و DNA من المعاملات الناتجة من رش الأوراق. وبالإضافة إلى ذلك، فإن أفضل المعاملات هي الناتجة من نقع البذور في البيوترسين

، حيث أعطت أعلي زيادة في تركيز كلاً من الحمضيين النوويين RNA وDNA تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص خلال موسمي التجربة.

- تم إجراء عملية إلكتروفوريسز (Electrophoresis) من خلال جيل الأجاروز (Agarose gel) لعينات DNA الجينومية المستخلصة من بذور القمح للنباتات المعاملة بمركبات البولي أمين المختلفة والمزروعة تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص، وقد أظهرت النتائج الأتي: الحارة ١ الخاصة بالكنترول (غير معاملة تماماً لا بالبولي أمينات ولا بالعناصر الثقيلة) عدم وجود تجزئة للـ DNA ، و أظهرت الحارات من ٢ – ٧ أن عينات الـDNA لنباتات الكنترولات المعاملة بالكادميوم والرصاص والتي لم يتم نقع بذورها ولا رشها بمركبات البولي أمين في حالة تجزئة ، بينما أظهرت الحارات من ٩ – ١١ أن عينات الـDNA للنباتات الناتجة من نقع البذور أو رش النباتات بالاسبرميدين تحت إجهاد كلا العنصرين الثقيلين (الكادميوم أوالرصاص) في حالة سليمة وصحية مع أقل درجة من التجزئة. إضافةً إلى ذلك، أظهرت الحارات من ١٢ – ١٥ أن عينات الـDNA للنباتات الناتجة من نقع البذور أو رش النباتات بالبيوترسين تحت إجهاد كلا العنصرين الثقيلين (الكادميوم أوالرصاص) في حالة تجزئة قليلة. وتدل هذه النتائج على أن المركب الأميني الاسبرميدين كان أكثر فعالية من مركبات البولي أمين الأخرى في الحفاظ على سلامة الـDNA لنباتات القمح النامية تحت ظروف الإجهاد/التلوث بالعناصر الثقيلة ويلي ذلك من حيث الكفاءة والفاعلية للمركب الأميني البيوتريسين.

- أدى وجود الكادميوم (٢ ملليمول) أو الرصاص (٢ ملليمول) في بيئة النمو إلي انخفاض معنوي ملحوظ في نشاط مضادات الأكسدة الأنزيمية البيروكسيديز (POX)، الكاتاليز(CAT) ، الأسكوربك أسيد اوكسيديز(ASOX) ، البولي فينول أوكسيديز (PPOX) والجلوتاثيون ريدكتيز (GR) وإنزيم الفا أميليز، بينما وجد زيادة كبيرة في نشاط إنزيم السوبر أوكسيد ديزميوتيز (SOD) في نبات القمح المعاملة بالكادميوم أو الرصاص مقارنة مع الكنترول (بدون الكادميوم أو الرصاص) مع وجود تذبذب في نشاط هذه الإنزيمات التي قد تزداد تحت تأثير اجهاد الكادميوم أوالرصاص عند نفس التركيز. ومع ذلك فإن نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين (إما عن طريق نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي) في وجود الكادميوم أو الرصاص قد أدت إلي تحسن معنوي ملحوظ في نشاط كل الإنزيمات المذكورة أعلاه، بإستثناء نشاط إنزيم السوبر أوكسيد ديزميوتيز ، والتي

تذبذب إما بالزيادة أو النقصان . عموما، لا توجد فروق معنوية بين جميع المعاملات بالنسبة لنشاط الإنزيمات تحت الدراسة خلال كلا الموسمين.

- حدث زيادة معنوية في النسبة المئوية لدليل الضرر للنباتات ، وتركيز فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، وتركيزنشاط الDPPH، ونشاط القوة المختزلة في النباتات المنزرعة تحت اجهاد الكادميوم أو الرصاص مقارنة مع الكنترول (بدون الكادميوم أو الرصاص). سجلت هذه النتائج خلال موسمي التجربة للنسبة المئوية لدليل الضرر للنباتات ، وتركيز فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) فقط بينما سجلت في الموسم الثاني فقط لتركيزنشاط ال DPPH ونشاط القوة المختزلة. أظهرت نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين في وجود الكادميوم أو الرصاص نقص في النسبة المئوية لدليل الضرر للنباتات ، وتركيز فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) خلال الموسمين ، كذلك في الموسم الثاني حدث نقص في تركيزنشاط ال DPPH ونشاط القوة المختزلة.

- كذلك وجد أنه تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص يزداد نشاط القوة المختزلة للنباتات، مما يعني أن هناك زيادة في إنتاج بعض المركبات الثانوية التي بدورها تزيد من نشاط القوة المختزلة للنباتات تحت الدراسة. كذلك أظهرت كل معاملات البولي أمين المستخدمة حدوث انخفاض واضح في نشاط القوة المختزلة للنباتات ، وقد سجلت النباتات المعاملة بالأسبرمين بالرش أو النقع أعلي إنخفاض في نشاط القوة المختزلة للنباتات عن النباتات الغير معاملة عند نفس التركيز تحت اجهاد الكادميوم أوالرصاص. أدى أيضا الأسبرميدين والبيوترسين إلي انخفاض ملحوظ في نشاط القوة المختزلة للنباتات المجهدة.

- أدى وجود الكادميوم (٢ملليمول) أو الرصاص (٢ملليمول) في بيئة النمو إلي انخفاض معنوي ملحوظ في المحصول ومكوناته (طول السنبلة ، عدد السنيبلات لكل سنبلة ، وزن الحبوب/ نبات ، وزن ١٠٠٠ حبة) عند مقارنتها بنباتات الكنترول (بدون أي معاملات) خلال موسمي الدراسة. كذلك أظهرت نباتات القمح المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين (إما عن طريق نقع البذور أو عن طريق الرش الورقي في وجود الكادميوم أو الرصاص) إلي حدوث زيادات كبيرة في الخصائص المذكورةسابقاً مقارنة مع النباتات الغير المعاملة في كلا الموسمين. فيما عدا خاصية وزن ١٠٠٠ حبة التي إرتبطت بإستخدام الأسبرميدين كذلك لوحظ أن البيوترسين هو أكثر المعاملات فاعلية، من حيث تخفيف التأثير الضار للكادميوم أو

الرصاص مع حدوث زيادة معنوية في الخصائص الإنتاجية مقارنة بالنباتات المجهدة بالكادميوم أو الرصاص.

- أظهرت النباتات المزروعة تحت إجهاد الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث زيادة معنوية في تركيز الكادميوم أو الرصاص في الحبوب مقارنة بالنباتات الكنترول (بدون أي معاملات) خلال موسمي الزراعة . أدت معاملة نباتات القمح بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين في وجود الكادميوم أو الرصاص إلي حدوث نقص معنوي في تركيز الكادميوم أو الرصاص في الحبوب. كذلك لوحظ أن النباتات الناتجة من معاملات النقع في الأسبرميدين قد حدث لها نقص في تركيز الكادميوم أو الرصاص بالإضافة أنها تعتبر من المعاملات في الحد من الضرر الناجم عن الكادميوم أو الرصاص مقارنة بنباتات الكنترول (المجهدة) أو الغير معاملة بالبولي أمين.

- كفاءة إستخدام النباتات للماء (WUE) هي قدرة المحصول علي إنتاج مادة جافة لكل وحدة ماء تفقد بالنتح أو الكفاءة في إنتاج مادة جافة لكل وحدة مياه ممتصة والمقدرة علي زيادة الكتلة الحيوية المخصصة للحبوب. أظهرت النباتات المجهدة بالكادميوم أو الرصاص نقص معنوي في كفاءة إستخدام النباتات للماء. حيث خفضت المعاملة بالأسبرمين أو الأسبرميدين أوالبيوترسين تحت تأثير إجهاد الكادميوم أو الرصاص من التأثير الضار للماء الملوث بالعناصر الثقيلة علي كفاءة استخدام النباتات للماء للحبوب. علاوة علي ذلك كانت أفضل المعاملات هي استخدام البيوترسين الذي زاد من كفاءة استخدام الماء كذلك حد من تأثير الكادميوم أو الرصاص مع زيادة الصفات المحصولية معنوياً عند مقارنتها بالنباتات الكنترول المجهدة.

وأخيراً نستخلص من هذه الدراسة الآتي:

لوحظ أن معاملة النباتات بمركبات البولي أمين مثل الأسبرمين، الإسبرميدين والبيوتريسين قد حسنت من نشاط مضادات الأكسدة الإنزيمية وتركيزات مضادات الأكسدة غير الإنزيمية، كذلك حسنت من تركيزات الواقيات الأسموزية مثل (السكريات والبرولين، وغيرها)، والأحماض النووية والمغذيات المعدنية في نباتات القمح النامية تحت إجهاد أيونات الكادميوم أو الرصاص. كذلك فإن تأثير الأسبرميدين أو البيوتريسين علي تحسين نظام الدفاع المضاد للأكسدة تحت إجهاد أيونات الكادميوم أو الرصاص، مقترحاً أن هذا النشاط المحسن لمضادات الأكسدة ربما يكون المسؤول،

على الأقل جزئياً، عن تحمل نباتات القمح لهذه الإجهادات بواسطة وقاية النظام المضاد للأكسدة، وهذا يقود إلى نمو وإنتاجية أعلي لنباتات القمح مع جودة عالية المحصول.

ومن ثم نوصي بأنه عند زراعة القمح فى تربة ملوثة بالكادميوم أو الرصاص أو تحتم إستخدام مياه رى ملوثة بهما أن تعامل التقاوى (حبوب القمح) بالبيوترسين أو الأسبرميدين بمعدل (١، ٠.٥ ملليمول)على التوالى نقعاً . لأن ذلك أدى إلى تقليل الضرر الناتج عن التلوث كما أظهرت الدراسة.