مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة . المجلد السابع ، العدد الثاني لسنة 2013
خاص بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للعلوم الصرفة – جامعة الانبار 20-22/11/2012

ISSN: 1991-8941

تأثير وجود الفسفور بالمحلول المغذي في تجمع العناصر الثقيلة في اجزاء مختلفة من نبات قمح الخبز *Triticum aestivum*

سعدي سبع خميس خضر صكر هاشم
جامعة الانبار – كلية العلوم

الخلاصة

نفذت الدراسة للتعرف على مدى تأثير وجود الفسفور في المحلول المغذي في تجمع العناصر الثقيلة (الكادميوم او الزئبق) في اجزاء مختلفة من نبات قمح الخبز (الجذور والمجموع الخضري والحبوب) ، إذ زرعت بذور القمح *Triticum aestivum* صنف اباء 99 في اصص تحتوي على تربة رملية مغسولة بالماء المقطر عدة مرات لضمان خلوها من العناصر المغذية والثقيلة ورويت بمحاليل مغذية تحتوي تراكيز مختلفة للفسفور هي (0 ، 17 ، 34 ، 68) ملغم فسفور/لتر وتركيزين للكادميوم (50 ، 100) ملغم كادميوم/لتر او للزئبق (50 ، 100) ملغم زئبق/لتر .أظهرت النتائج أن المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر قللت تجمع العناصر الثقيلة (الكادميوم او الزئبق) في اجزاء النبات المختلفة (الجذور والمجموع الخضري والحبوب) مقارنة ببقية معاملات الفسفور الاخرى .

كلمات مفتاحية :الفسفور ، الكادميوم ، الزئبق ، القمح

المقدمة

تزايد الاهتمام في الآونة الأخيرة بقضايا البيئة والتلوث البيئي لما لها من آثار سلبية خطيرة في الكائنات الحية على وجه العموم ، والإنسان على وجه الخصوص ، والتلوث بالعناصر الثقيلة يعتبر من اكثر العوامل فاعلية في دمار المكون الحيوي على سطح الكرة الارضية وهي تزيد كثافتها عن خمسة اضعاف كثافة الماء واغلبها سامة للإنسان في حالة وجودها بكميات كبيرة ومن اهم العناصر الثقيلة المرتبطة بالتلوث والسمية الرصاص والكادميوم والزئبق والنيكل والكروم والزرنيخ وان زيادة تركيز هذه المعادن في الهواء والماء والتربة يسبب الكثير من المشاكل لجميع الكائنات الحية وتتمثل خطورة هذه العناصر بانتقالها عبر السلسلة الغذائية (1،2) .

ان التوسع في الإنتاج الزراعي والصناعي يتطلب إضافة الأسمدة الكيميائية والعضوية ، واستخدام المبيدات الزراعية التي تشكل أحد مصادر إضافة العناصر الثقيلة الى التربة مثل الكادميوم والزئبق وغيرها من العناصر الثقيلة التي يمكن أن تنتقل إلى مصادر المياه الجوفية ، او تكون في صورة ميسرة للنبات فتتعاظم الكميات التي تمتصها النباتات من هذه العناصر ، ومن ثم دخولها في السلسلة الغذائية، وتنتقل من النبات إلى الحيوان ومن ثم الى الإنسان (3) ، لذلك سعت أغلب الدول وخاصة الدول الصناعية إلى إزالة هذه الملوثات من المياه أو التربة بشتى الطرق سواء الفيزيائية أو الكيميائية أو البايولوجية (نباتات – أحياء مجهرية) سعيا إلى التخفيف من التلوث ، إلا إن كلفة تطبيق تقنيات المعالجة بالنباتات قد تصل من النصف إلى أقل من 20 % من كلفة استخدام التقنيات الفيزيائية و الكيميائية و الحرارية (4) . استندت بعض الدراسات والتكنولوجيا لاصلاح المناطق الملوثة على تعديل خصائص الملوثات والتربة عن طريق اضافة بعض العوامل المثبطة او المعيقة لحركة وذوبانية الملوثات(5) والغاية الاساسية من هذه العوامل المضافة لتقليل توافر هذه الملوثات من خلال زيادة امتصاصها او ترسيبها مع معادن اخرى (6) .

أظهرت معاملات الفسفور فعالية مؤثرة لتوازن المعادن حيث لوحظ عند اضافة الفسفور انه يشكل مع بعض المعادن مركبات أقل ذوبانية في بيئة التربة وهذه الميكانيكية لوحظت بشكل واسع في حالة الترب الملوثة بالرصاص حيث تتكون فوسفات الرصاص مثل Pyromorphite عند اضافة الفوسفات (7 ، 8) ، بينما وجد (9) أن معاملات الاباتايت على الأغلب لم تؤثر في تقليل توافر الكادميوم والزنك في الترب الملوثة حيث أن هناك نتائج مختلفة على وجه الخصوص مع الكادميوم اشارت إلى أن فعالية الفسفور في

تقييد المعادن غير مفهومة بصورة جيدة وهناك حاجة لمزيد من البحث على الكادميوم مع مصادر فسفور مختلفة فبالإضافة إلى أنواع الملوثات فإن اختلاف مصادر الفسفور قد اثر في توافر المعادن واستقرارها في التربة (6) .

لذلك هدفت الدراسة الى معرفة مدى تأثير أربعة تراكيز من الفسفور(0.0 و 17 و 34 و 68) ملغم فسفور/لتر والتي مصدرها فوسفات البوتاسيوم الأحادية والثنائية (K_2HPO_4 , KH_2PO_4) في المحلول المغذي الموصوف من قبل (10) في تجمع وتراكم الكادميوم والزئبق في جذور وقش وحبوب نبات القمح *Triticum aestivum* (صنف إباء 99) .

المواد وطرائق العمل

طبقت تجربة أصص في الموسم الشتوي 2009-2010 في مدينة الرمادي منطقة الجزيرة صممت التجربة وفق نظام التجارب العاملية Factorial بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة (R.C.B.D) وبثلاثة مكررات استعملت فيها أصص بلاستيكية مكعبة سوداء عمق(16سم)، وضعت فيها تربة رملية بمعدل (4) كغم لكل أصيص اخذت من المنطقة نفسها وغسلت بالماء المقطر عدة مرات ، استعملت حبوب القمح *Triticum aestivum* صنف اباء 99 والتي تم الحصول عليها من كلية الزراعة قسم المحاصيل الحقلية في جامعة الانبار ، تضمنت التجربة معاملة نبات القمح بمحاليل مغذية كاملة تحتوي على تراكيز مختلفة من الفسفور (0.0 و 17 و 34 و 68) ملغم فسفور/لتر بالاضافة الى تراكيز العناصر الثقيلة (0.0 و50 و 100) ملغم زئبق/لتر بصيغة كلوريد الزئبقيك $HgCl_2$ وكذلك (0.0 و50 و 100) ملغم كادميوم/لتر بصيغة كلوريد الكادميوم $CdCl_2.H_2O$.

محاليل الري

المحاليل المغذية الكبرى والصغرى

رويت النباتات بالمحاليل المغذية الموصوفة من قبل(10) مع إجراء بعض التغييرات لمراعاة متطلبات التجربة تبعاً لتركيز الفسفور (0.0 و 17 و 34 و 68) ملغم فسفور/لتر من فوسفات البوتاسيوم الاحادية والثنائية (K_2HPO_4 , KH_2PO_4) ، حضرت المحاليل المغذية التي تحتوي على العناصر الكبرى والصغرى كما موضح بالجدول رقم (1) حضر المحلول المغذي النهائي الذي يحوي التركيز (34) ملغم فسفور/لتر بأخذ (1) مل من المحاليل (A وB و C و D و E و F و G و H و I و J و K و L و M) لكل (987) مل من الماء المقطر وحضر المحلول المغذي النهائي الذي يحوي على التركيز (68) ملغم فسفور/لتر بنفس الطريقة السابقة فقط في حالة المحلولين (A وH) أُخذ (2) مل من كل منهما لكل (985) مل من الماء المقطر ، وحضر المحلول المغذي الذي يحوي التركيز (17) ملغم فسفور/لتر بنفس الطريقة السابقة فقط المحلولين (A وH) أُخذ (0.5) مل من كل منهما لكل (988) مل من الماء المقطر ، وحضر المحلول المغذي النهائي الذي لا يحوي فسفور (0.0) ملغم فسفور/لتر بنفس الطريقة السابقة وذلك بأخذ (1) مل من كل المحاليل اعلاه عدا المحلولين (A و H) لكل (989) مل من الماء المقطر .

المحلول المغذي الحاوي على الحديد

حضر المحلول الحاوي على الحديد المخلبي Fe-Chelate وذلك بإذابة (1.34) غم من $EDTA\text{-}Na_2$ في حجم معين من الماء المقطر في دورق زجاجي سعته (500) مل بعد المزج المستمر والتسخين الهادئ ، أضيف (0.99) غم من $FeSO4.7H_2O$ إلى الدورق ثم سخن المحلول لإتمام الإذابة وأكمل الحجم إلى (500) مل وبعد التبريد ، اخذ (2) مل من المحلول المحضر وأضيفا إلى (998) مل من المحلول المغذي النهائي للمحاليل المحضرة سابقاً (11) .

محلول الزئبق القياسي (2000ppm)

حضر بإذابة (2.70) غم من كلوريد الزئبقيك $HgCl_2$ بكمية من الماء المقطر في قنينة حجمية سعة (1) لتر ثم أكمل الحجم إلى العلامة , ثم اخذ (25) مل منه واكمل الحجم إلى (1) لتر عند تحضير المحلول المغذي النهائي للمحاليل المحضرة سابقاً للحصول على تركيز(50) ملغم زئبق/لتر ، واخذ (50) مل من المحلول القياسي واكمل الحجم إلى (1) لتر عند تحضير المحلول المغذي النهائي للمحاليل المحضرة سابقاً لغرض الحصول على تركيز (100) ملغم زئبق/لتر .

محلول الكادميوم القياسي (2000 ppm)

حضر بإذابة (3.58) غم من كلوريد الكادميوم CdCl2.H2O بكمية من الماء المقطر في قنينة حجمية سعة (1) لتر ثم اكمل الحجم الى العلامة ، ثم أخذ (25) مل منه وأكمل الحجم إلى (1) لتر عند تحضير المحلول

المغذي النهائي للمحاليل المحضرة سابقاً للحصول على تركيز (50) ملغم كادميوم/لتر ، وأخذ (50) مل من المحلول القياسي وأكمل الحجم إلى (1) لتر عند تحضير المحلول المغذي النهائي للمحاليل المحضرة سابقاً لغرض الحصول على تركيز (100) ملغم كادميوم/لتر .

طرائق العمل

الزراعة

وضعت الحبوب في أطباق بتري معقمة تحوي طبقة من القطن وورقتي ترشيح ضمت الحبوب بين الورقتين ، وبواقع (20) طبق ، رويت الحبوب بماء مقطر (10) مل لكل طبق ، ثم حضنت في درجة حرارة (25)°م لمدة ثلاثة أيام ، نقلت الحبوب النامية والمتجانسة من الأطباق إلى الأصص الحاوية على تربة رملية بواقع (9) بادرات لكل أصيص، غرست البادرات وغطيت بقليل من الرمل لتثبيتها ، وبعد (10) ايام من الزراعة ازيلت النباتات غير المتجانسة في النمو وتركت (6) نباتات في كل اصيص.

ري النباتات

رويت النباتات المنقولة إلى الأصص بكميات متساوية من المحاليل المغذية النوعية وبمقدار (300) مل لكل أصيص كل يوم تقريبا وعلى شكل دفعة واحدة وذلك لسد حاجة النبات من الماء والعناصر المغذية ، رويت في البداية بمحاليل تحتوي على التركيز (34) ملغم فسفور/لتر لغرض سد حاجة النبات من هذا العنصر اذ لا يمكن للنبات ان يكمل دورة حياته بغياب هذا العنصر الاساسي وبعد اسبوعين تم ري النباتات بالمحاليل النوعية المذكورة سابقا .

حصاد المحصول

حصدت النباتات عند النضج وذلك في شهر حزيران ، أخذ القش (المجموع الخضري) والسنابل والجذور كل على حده لإجراء التحاليل والقياسات وذلك بتنظيفها وتجفيفها في درجة حرارة 65°م لحين ثبات الوزن الجاف لنباتات المعاملات المختلفة لتقدير العناصر الثقيلة (الكادميوم والزئبق) في الحبوب والقش والجذور ، حيث هيئت العينات المجففة للتقدير بعملية الهضم باستخدام مزيج من الحوامض المركزة (HNO_3,$HClO_4$, H_2SO_4) بنسبة (1:4:10) مل على التوالي حيث تم وزن (0.5) غم من العينة النباتية ووضعت في دورق كلدال ذو العنق الطويل واضيف لها (10) مل من مزيج الحوامض أعلاه ثم تركت الدوارق على جهاز كلدال للهضم (المسخنات) لحين ظهور النماذج عديمة اللون ، ثم تركت لكي تبرد بدرجة حرارة المختبر بعدها نقلت العينات إلى دوارق حجمية سعة (50) مل بعدها غسلت دوارق كلدال ثم أكمل الحجم إلى (50) مل في الدوارق الحجمية بالماء المقطر وحفظت النماذج في قناني بلاستيكية لحين تقدير العناصر (Cd و Hg) باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري Atomic absorption spectrophotometer حسب الطريقة الموضحة من قبل (12) .

النتائج

محتوى الكادميوم في المجموع الجذري والمجموع الخضري (القش) والحبوب (ملغم كادميوم / كغم وزن جاف)

تبين الجداول (2 و 3 و 4) تأثير تراكيز مختلفة من الفسفور والكادميوم في محتوى الجذور والقش والحبوب على التوالي من الكادميوم لنبات القمح ، إذ يلاحظ أن محتوى الكادميوم في الجذور والقش والحبوب ازداد بزيادة تركيز الكادميوم في المحلول المغذي ، في الجذور كان (121.88 و291.63) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم كادميوم/لتر على التوالي بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.914) ، وفي القش كان (25.43 و47.60) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم كادميوم/لتر على التوالي بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.911) ، وفي الحبوب كان (3.40 و5.54) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم كادميوم/لتر بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.810) .

تبين النتائج في الجداول (2 و3 و4) التداخل بين معاملات الفسفور وتركيز عنصر الكادميوم الذي اختلف حسب معاملة الفسفور ، فقد لوحظ أن محتوى الكادميوم في الجذور والقش والحبوب ازداد بزيادة تركيز الفسفور في المحلول المغذي وكذلك ازداد عند عدم وجود الفسفور في المحلول المغذي ، في الجذور فإن المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر قللت محتواه من الكادميوم واختلفت معنويا مقارنة ببقية معاملات الفسفور الاخرى ولكلا التركيزين (50 و100) ملغم كادميوم/لتر ، إذ كان محتوى الجذور من الكادميوم (129.5 و84 و 112 و162) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً عند التركيز (50) ملغم كادميوم/لتر في المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي واحتوت على (293 و180 و 272 و421.5) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً على التوالي عند التركيز (100) ملغم كادميوم/لتر . في القش فإن المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر قللت محتواه من الكادميوم عند التركيز (50) ملغم كادميوم/لتر باختلاف معنوي عن المعاملة (68)ملغم فسفور/لتر في حين لم تختلف معنويا عن المعاملة (0.0 و34) ملغم فسفور/لتر ، إذ كان

محتوى القش من الكادميوم (28.25 و18.25 و23 و32.2) ملغمكادميوم/كغم وزناً جافاً عند المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي ، اما عند التركيز (100) ملغم كادميوم/لتر فإن المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر قللت محتوى القش من الكادميوم بفروق معنوية عن باقي معاملات الفسفور الاخرى حيث احتوى القش على (55.4 و30.25 و41.5 و63.25) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً في المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي . قل محتوى الحبوب من الكادميوم في المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر واختلفت معنويا عن المعاملات (0.0 و68) ملغم فسفور/لتر عند التركيزين (50 و100) ملغم كادميوم/لتر بينما لم تختلف معنويا عن المعاملة (34) ملغم فسفور/لتر ، اذ كان محتوى الحبوب من الكادميوم (4.3 و1.7 و2.2 و5.4) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً في المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي عند التركيز (50) ملغم كادميوم/لتر واحتوت على (7.4 و2.65 و3.8 و8.3) ملغم كادميوم/كغم وزناً جافاً على التوالي عند التركيز (100) ملغم كادميوم/لتر .

محتوى الزئبق في المجموع الجذري والمجموع الخضري (القش) والحبوب (ملغم زئبق / كغم وزن جاف)

تبين الجداول (5 و 6 و 7) تأثير تراكيز مختلفة من الفسفور وتأثير تركيز عنصر الزئبق في محتوى الجذور والقش والحبوب على التوالي من الزئبق لنبات القمح ، إذ يلاحظ أن محتوى الزئبق في الجذور والقش والحبوب ازداد بزيادة تركيز الزئبق في المحلول المغذي ، حيث كان محتوى الزئبق في الجذور (215.25 و 406.38) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر على التوالي بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.887) ، وفي القش كان محتوى الزئبق (5.26 و10.39) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر على التوالي بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.799) ، وفي الحبوب كان محتوى الزئبق (1.3 و 2.78) ملغم/كغم وزناً جافاً عند التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر بفروق معنوية عن معاملة المقارنة وكان معامل الارتباط (0.816) .

أشارت النتائج في الجداول (5 و6 و7) إلى التداخل بين معاملات الفسفور وتركيز عنصر الزئبق الذي اختلف حسب معاملة الفسفور ، فقد لوحظ أن محتوى الزئبق في الجذور والقش والحبوب ازداد بزيادة تركيز الفسفور في المحلول المغذي وكذلك ازداد عند عدم وجود الفسفور في المحلول المغذي ، قل محتوى الجذور من الزئبق في المعاملة (17)ملغم فسفور/لتر واختلفت معنويا عن باقي معاملات الفسفور الاخرى ولكلا التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر ، اذ كان محتوى الجذور من الزئبق عند التركيز (50) ملغم زئبق/لتر هو (241 و125 و197 و298) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً في المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي وكان محتواها (469.5 و 254 و 307 و 595) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً على التوالي عند التركيز (100) ملغم زئبق/لتر . كما قل محتوى القش من الزئبق في المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر باختلاف معنوي عن المعاملة (0.0 و68) ملغم فسفور/لتر عند التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر في حين لم تختلف معنويا عن المعاملة (34)ملغم فسفور/لتر ، إذ كان محتوى القش من الزئبق (6.35 و2.9 و3.5 و8.3) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً عند التركيز (50) ملغم زئبق/لتر في المعاملات (0.0و17و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي وكان محتواه (14.5 و5.05 و6.25 و15.75) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً على التوالي عند التركيز (100) ملغم زئبق/لتر ، وفي الحبوب قللت المعاملة (17) ملغم فسفور/لتر محتواها من الزئبق واختلفت معنويا عن المعاملات (0.0 و68) ملغم فسفور/لتر عند التركيزين (50 و100) ملغم زئبق/لتر بينما لم تختلف معنويا عن المعاملة (34) ملغم فسفور/لتر عند التركيز (50) ملغم زئبق/لتر واختلفت معها معنويا عند التركيز (100) ملغم زئبق/لتر ، حيث كان محتوى الحبوب من الزئبق (1.5 و0.63 و1.03 و2.05) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً في المعاملات (0.0 و17 و34 و68) ملغم فسفور/لتر على التوالي عند التركيز (50) ملغم زئبق/لتر واحتوت على (3.8 و1.13 و2.10 و4.10) ملغم زئبق/كغم وزناً جافاً على التوالي عند التركيز (100) ملغم زئبق/لتر .

المناقشة

أن تركيز العناصر الثقيلة (الزئبق والكادميوم) كان أعلى في الجذور ثم في القش ثم الحبوب حيث ان الجذر هو الموقع الأكثر امتصاصاً لهذه العناصر ويعمل مانعاً لنقلها الى باقي أجزاء النبات ، حيث أشار (13) إلى أن الكادميوم يتجمع على الأغلب في الجذور ، وقد بين (14) أن محتوى الكادميوم كان أعلى في جذور نبات القمح من القش والحبوب ، كما أشار (15) إلى أن تركيز الزئبق كان أعلى في الجذور من الاوراق لنبات القمح *Triticum durum* ، كما وجد (16) ان جذور القمح تحتوي على تركيز أعلى من الكادميوم

والزئبق مقارنة بالقش والحبوب وأن نبات القمح ينقل الزئبق من الجذور الى الحبوب بصورة اقل من الكادميوم .

انعدام الفسفور يحفز النبات على افراز انزيم الفوسفاتيز الحامضي وحوامض عضوية من الجذور مثل Citric acid و Malic acid (17 ، 18) وهذه الافرازات تعمل على تغيير الرقم الهيدروجيني للتربة وهو أحد العوامل المهمة التي تؤثر في توافر الكادميوم في المحاصيل (19 ، 20) وكذلك يؤثر تغيير الرقم الهيدروجيني للتربة في توافر الزئبق وامتصاصه (21) . كما بينت بعض الدراسات ان امتصاص الكادميوم في الانواع النباتية المختلفة مرتبط باختلاف قابلية الجذور لافراز Citric acid (22 ، 23 ،24) ، وأشار (25) إلى وجود علاقة ارتباط موجبة بين الكادميوم والفسفور أي أن زيادة الفسفور في التربة تؤدي الى زيادة الكادميوم في حبوب القمح وهناك علاقة ارتباط سالبة مع الرقم الهيدروجيني أي أن زيادة الرقم الهيدروجيني تؤدي الى تقليل الكادميوم في حبوب القمح .

ان زيادة تركيز الفسفور في التربة من الممكن أن يؤدي الى تعزيز أو زيادة امتصاص العناصر الثقيلة حيث أشار (26) إلى أن طول جذر نبات القمح يزداد معنويا عند زيادة تركيز الفسفور بالتربة وهذا يؤدي الى زيادة المساحة السطحية للمجموع الجذري وبالتالي زيادة عملية الامتصاص او من خلال تحسين نمو النبات (27) . وجد (28) أن اضافة الكادميوم أدت الى تقليل الزنك في جذور وسيقان القمح ، وبين (29) ان الأسمدة الفوسفاتية تقلل من الزنك في حبوب القمح وتزيد من تركيز الكادميوم ، كما بين (30) أن الأسمدة الفوسفاتية تزيد من الكادميوم والفسفور في سيقان وجذور القمح وتقلل من الزنك وقد تكون هذه الزيادة من خلال المنافسة بين الزنك والكادميوم أو من خلال تعزيز نمو الجذور وتطورها وبالتالي يزداد نقل الكادميوم الى الاجزاء الصالحة للأكل أو من خلال تقليل الزنك وبالتالي تقل فعالية بعض الإنزيمات المهمة (إنزيمات مضادات الاكسدة) في حماية الغشاء البلازمي وبالتالي يصبح أكثر نفاذية للكادميوم .

المصادر

1- Silbergeld, E. K. (1991) ‘Lead in Bone: Implications for Toxicology During Pregnancy and Lactation’, Environ. Health Perspect. 91: 63–70.

2- Gupta, A. and Shukla, G. S. (1995) ‘Development of Brain Free Radical Scavenging System and Lipid Peroxidation Under the Influence of Gestational and Lactation Cadmium Exposure’, Hum. Exp. Toxicol.14: 428–433.

3- Wu F.B., Chen F., Wei K., Zhang G.P. (2004): Effect of cadmium on free amino acid, glutathione and ascorbic acid concentrations in two barley genotypes (Hordeum vulgare) differing in cadmium tolerance. Chemosphere, 57: 447–454.

4- Bishop, J. 1997. Phytoremediation: A new technology gets ready to bloom. Environ. Solutions. 10(4):29.

5- Diels, L. , Lelie, N. and Bastiaens, L. (2002) New developments in treatment of heavy metal contaminated soils, Environ. Sci. Biotechnol. 1: 75–82.

6- Cao, R. X. , Ma, L. Q. , Chen, M. , Singh, S. P. and Harris, W. G. (2003) Phosphate induced metal immobilization in a contaminated site, Environ. Pollut. 122: 19–28.

7- Chrysochoou, M. , Dermatas, D. and Grubb, D. G. (2007) Phosphate application to firing range soils for Pb immobilization: the unclear role of phosphate, J. Hazard. Mater. 144: 1–14.

8- Kumpiene, J. , Lagerkvist, A. and Maurice, C. (2008) Stabilisation of As, Cr, Cu Pb and Zn in soil using amendments a review,Waste Manag. 28 : 215–225.

9- McGowen, S. L. (2000) In situ chemical treatments for reducing heavy metal solubility and transport in smelter contaminated soil, Ph.D. Dissertation, Oklahoma State University, Stillwater.

10-Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950) The water-culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Station Circ.347:1–32.

11-Witham, F. H. , Blaeds, D. F. and Devlin, R. M. (1971) Experiments in plant physiology. Litton education publishing, Inc., New York.

12-Jackson, M. L. (1958) “Soil Chemical analysis”. Ed. Prentice Hall. Inc. Englawood Cliffs, New Jersy, U.S.A.

13-Wojcik, M. and Tukendorf, A. (1999) Cd-tolerance of maize, rye and wheat seedlings. Acta. Plant. Physiol. 21: 99-107.

14- Bose, S. and Bhattacharyya, A. K. (2008) Heavy metal accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge . Chemosphere 70: 1264–1272

15-Cavallini, A. , Natali, L. , Durante, M. and Maserti, B. (1999) Mercury uptake, distribution and DNA affinity in durum wheat (Triticum durum Desf.) plants . Sci. Total Environ. 243: 119-127

16-Liu, W. X. , Liu, J. W. , Wu, M. Z. , Li, Y. , Zhao, Y. and Li, S. R. (2009) Accumulation and Translocation of Toxic Heavy Metals in Winter Wheat (Triticum aestivum L.) Growing in Agricultural Soil of Zhengzhou, China . Bull. Environ. Contam. Toxicol. 82:343–347

17-Duff, S. M. G. , Sarath, G. and Plaxton, W. C. (1994) The role of acid phosphatases in plant phosphorous metabolism ,. Plant Physiol. 90 : 791-800.

18-Hocking, P. J. (2001) Organic acids exuded from roots in phosphorus uptake and aluminum tolerance of plants in acid soils . Adv. Agron. 74:63-97

19-Suave, S. , Hendershot, W. and Allen, H. E. (2000) Solid – solution partitioning of metals in contaminated soil : dependence on pH , total metal burden , and organic matter . Environ. Sci. Technol. 34:1125-1131

20-Lofts, S. , Spurgeon, D. J. , Svendsen, D. and Tipping, E. (2004) Deriving soil critical limits for Cu,Zn,Cd,Pb : a method based on free ion concentration . Environ. Sci. Technol. 38:3623-3631

21-Lodenius, M. and Malta, M. (1990) Influence of acidification on metal uptake in plants. Pp. 495-504 in P. Kauppi, P. Anttile & K. Kenttamies (eds.), Acidification in Finland. Springer-Verlag, New York.

22-Chen, Y. X. , Lin , Q. , Luo, Y. M. , He , Y. F. , Zhen , S. J. ,Yu, Y. L. , Tian, G. M. and Wong, M. H. (2003b) The role of citric acid on the phytoremediation of heavy metal contaminated soil . Chemosphere 50:807-811.

23-Duarte, B. , Delgado, M. and Cacador, I. (2007)) The role of citric acid in cadmium and nickel uptake and translocation in Halimione portulacoides . Chemosphere 69:836-840.

24-Liu, J. , Qian, M. , Cai, G. , Zhu, Q. S. and Wong, M. (2007) Variations between rice cultivaris in root secretion of organic acids and the relationship with plant cadmium uptake . Environ. Geochem. Health 29:189-195.

25-Nan, Z. , Zhao, C. , Li, J. , Chen, F. and Sun, W. (2002) Relations between soil properties and selected heavy metal concentrations in spring wheat (Triticum aestivum L.) Grown in contaminated soils . Water, Air, and Soil Pollution 133: 205–213

26-Wright, R. J. , Baligar, V. C. , Belesky, D. P. and Snuffer, J. D. (1991) The effect of phosphate rock dissolution on soil chemical properties and wheat seedling root elongation . Plant and Soil 134: 21-30

27-Laperche, V. , Logan, T. J. , Gaddam, P. and Traina, S. J. (1997) Effect of apatite amendments on plant uptake of lead from contaminated soil. Environ. Sci. Technol. 31:2745–2753.

28-Jalil, A. , Selles, F. and Clarke, J. M. (1994). Effect of cadmium on growth and the uptake of cadmium and other elements by durum wheat . J. Plant. Nutr. 17(11): 1839-1858.

29-Grant, C. A. , Bailey, L. D. , Harapiak, J. T. and Flore, N. A. (2002) Effect of phosphate source, rate and cadmium content and use of Penicillium bilaii on phosphorus, zinc and cadmium concentration in durum wheat grain . J. Sci. Food Agric. 82:301–308.

30-Gao, X. , Flaten, D. N. , Tenuta, M. , Grimmett, M. G. , Gawalko, E. J. and Grant, C. A. (2010) Soil solution dynamics and plant uptake of cadmium and zinc by durum wheat following phosphate fertilization . Plant Soil Springer Science+Business Media // B.V.

جدول(1) مكونات محلول المغذيات الكبرى والصغرى

	Stock solution	Chemical Structure	gm/litter D.W
1	**Stock solution A**	**KH_2PO_4**	**136**
2	**Stock solution B**	**K_2SO_4**	**121.8**
3	**Stock solution C**	**$MgSO_4.7H_2O$**	**123**
4	**Stock solution D**	**$CaCl_2.2H_2O$**	**132.3**
5	**Stock solution E**	**NaCl**	**11.7**
6	**Stock solution F**	**KCl**	**0.337**
7	**Stock solution G**	**$Ca(NO_3)_2$**	**164**
8	**Stock solution H**	**K_2HPO_4**	**17.4**
9	Stock solution I	**H_3BO_4**	**1.5**
10	Stock solution J	**$ZnSO_4$**	**1**
11	Stock solution K	**$CuSO_4$**	**0.25**
12	Stock solution L	**$MnSO_4$**	**2**
13	Stock solution M	**$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$**	**0.05**

جدول (3) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الكادميوم في محتوى القش من الكادميوم (ملغم كادميوم / كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الكادميوم			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	28.25	55.40	27.88
17	0.0	18.25	30.25	16.17
34	0.0	23.0	41.50	21.50
68	0.0	32.2	63.25	31.82
L.S.D $_{P\leq0.05}$	10.091			5.826
المعدلات	معدل تركيز الكادميوم			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	25.43	47.6	24.34
L.S.D $_{P\leq0.05}$	5.045			

جدول (2) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الكادميوم في محتوى الجذور من الكادميوم (ملغم كادميوم / كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الكادميوم			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	129.5	293.0	140.83
17	0.0	84.0	180.0	88.0
34	0.0	112.0	272.0	128.0
68	0.0	162.0	421.5	194.5
L.S.D $_{P\leq0.05}$	19.27			11.13
المعدلات	معدل تركيز الكادميوم			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	121.88	291.63	137.83
L.S.D $_{P\leq0.05}$	9.64			

جدول (4) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الكادميوم في محتوى الحبوب من الكادميوم (ملغم كادميوم / كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الكادميوم			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	4.3	7.4	3.9
17	0.0	1.7	2.65	1.45
34	0.0	2.2	3.8	2.0
68	0.0	5.4	8.3	4.57
L.S.D $_{P\leq0.05}$	1.271			0.734
المعدلات	معدل تركيز الكادميوم			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	3.4	5.54	2.98
L.S.D $_{P\leq0.05}$	0.636			

جدول (5) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الزئبق في محتوى الجذور من الزئبق (ملغم زئبق/ كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الزئبق			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	241	469.5	236.83
17	0.0	125	254	126.33
34	0.0	197	307	168
68	0.0	298	595	297.67
L.S.D $_{P\leq0.05}$	22.21			12.82
المعدلات	معدل تركيز الزئبق			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	215.25	406.38	207.21
L.S.D $_{P\leq0.05}$	11.10			

جدول (6) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الزئبق في محتوى القش من الزئبق (ملغم زئبق/ كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الزئبق			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	6.35	14.5	6.95
17	0.0	2.9	5.05	2.65
34	0.0	3.5	6.25	3.25
68	0.0	8.3	15.75	8.02
L.S.D $_{P\leq0.05}$	1.437			0.830
المعدلات	معدل تركيز الزئبق			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	5.26	10.39	5.22
L.S.D $_{P\leq0.05}$	0.719			

جدول (7) تأثير تداخل تركيز الفسفور وتركيز الزئبق في محتوى الحبوب من الزئبق (ملغم زئبق/ كغم وزن جاف)

معاملات الفسفور	تركيز الزئبق			معدل الفسفور
	Control	50	100	
0.0	0.0	1.5	3.8	1.77
17	0.0	0.63	1.13	0.58
34	0.0	1.03	2.1	1.04
68	0.0	2.05	4.1	2.05
L.S.D $_{P\le0.05}$	0.687			0.397
المعدلات	معدل تركيز الزئبق			المعدل العام
	Control	50	100	
Total	0.0	1.3	2.78	1.36
L.S.D $_{P\le0.05}$	0.343			

جدول (7) قيم معامل الارتباط والـ L.S.D بين العناصر الثقيلة والصفات المدروسة

العنصر الثقيل	تركيز العنصر	المحتوى في الجذور	المحتوى في القش	المحتوى في الحبوب
Hg	Correlation	0.887**	0.799**	0.816**
	Sig.	0.000	0.000	0.000
Cd	Correlation	0.914**	0.911**	0.810**
	Sig.	0.000	0.000	0.000

THE EFFECT OF PHOSPHORUS IN THE FEEDING SOLUTION ON THE HEAVY ELEMENTS ACCUMULATION IN DIFFERENT PARTS OF WHEAT PLANT *Triticum aestivum*

SAADI SABA KHAMEES KHADER SAKER HASHIM

E.mail: dean_coll.science@uoanbar.edu.iq

ABSTRACT:

The study was carried out to show the effect of phosphorus in the feeding solution on the heavy elements accumulation like (cadmium and mercury) in the different parts of wheat plant (roots , green parts and seeds) .The seeds type Ibaa 99 were planted in containers consist of sand soil washed with distilled water to be clean from heavy elements . Then, the seeds were watered with feeding solution of different concentration of phosphorus (0,17,34,68) mg/liter with cadmium (50,100) mg/liter or mercury (50,100) mg/liter. The results showed that (17) mg/liter phosphorus factor reduced the accumulation of the heavy elements of mercury and cadmium in the different parts of the plant (roots , green parts and seeds) as compared with other phosphorus factors