جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

المعالجة النباتية للترب الملوثة بالكاديوم والرصاص باستخدام شتلات اليوكالبتوس ودراسة بعض التغيرات البايوكيميائية عليها

صهيب وليد خالد السلماني

رسالة ماجستير

علوم الغابات

بإشراف

الدكتور إبراهيم أنور إبراهيم

أستاذ

1442 هـ

2020 م

الخلاصة

هدفت هذه الدراسة الى تقدير التراكيز الحرجة للكادميوم والرصاص في التربة والتي تؤثر سلبا في مقاييس النمو وتركيز بعض العناصر الغذائية الكبرى وبعض الصفات البايوكيميائية لشتلات اليوكالبتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)، فضلاً عن تقدير بعض مقاييس استخلاص العناصر الثقيلة من التربة (Phytoextraction parameters) لفهم سلوك الشتلات في امتصاصها وتجميعها للعنصرين في اجزائها المختلفة، وتحديد كفاءة الشتلات في استخلاص عنصري الكادميوم والرصاص من التربة وإمكانية استخدامها في برامج التقنيات النباتية (Phytotechnologies) لتحسين البيئة بتقنية Phytoremediation مستقبلاً.

عوملت شتلات اليوكالبتوس بتراكيز الكادميوم صفر و25 و55 و85 و110 ملغم كغم$^{-1}$ تربة جافة على هيئة $CdCl_2$ والذي مثّل العامل الاول، ومثّل الرصاص العامل الثاني على هيئة $PbCl_2$ بتراكيز صفر و125 و250 و450 و550 ملغم كغم$^{-1}$ تربة جافة.

أظهرت النتائج الخاصة بالمقاييس البايوكيميائية وجود تأثير معنوي لعنصري الكادميوم والرصاص وتأثير عالي المعنوية عند مستوى الاحتمال (أ≤0.001) للتداخل بين العنصرين في الكلوروفيل الكلي وحامض الأسكوربيك والمحتوى الرطوبي النسبي (RWC) والأس الهيدروجيني (pH) والتي تراوحت قيمها ما بين (0.731–1.952) ملغم غم$^{-1}$ و(0.452–0.833) ملغم غم$^{-1}$ و(48.283–76.333)% و(4.700–5.967) على التوالي، وبلغت اعلى نسبة انخفاض للكلوروفيل الكلي والمحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق 62.6 و34.2% على التوالي عند اعلى تداخل لمستويات العنصرين (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول، وبلغ اعلى مقدار ارتفاع في الأس الهيدروجيني في الأوراق 6.5% عند تداخل العنصرين (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول، بينما لم يلاحظ وجود فرق معنوي في نسبة الارتفاع لحامض الأسكوربيك عند اعلى تداخل (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول.

اما تأثير الرصاص والتداخل بين العنصرين في العناصر الغذائية الكبرى فقد لوحظ ان معظم قيمه معنويةً فيها، وكان تأثير الكادميوم عالي المعنوية عند مستوى الاحتمال (أ≤0.001) في نسبة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والتي تراوحت قيم مدياتها بين (0.408–1.111) و(0.130–0.237) و(0.325–0.598)% على التوالي، وبلغ اعلى انخفاض في نسبة النتروجين والفسفور بمقدار 63.3 و45.1% على التوالي عند تداخل العنصرين (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع

الكونترول، بينما بلغ مقدار الارتفاع في البوتاسيوم 43.2% عند التداخل (550 رصاص وصفر كادميوم) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول.

واما مقاييس النمو في الكتلة الحيوية فقد كان تأثير الكادميوم والرصاص عالي المعنوية عند مستوى احتمال (أ≤0.001) في معظم صفات النمو في الكتلة الحيوية، ووجد ان اعلى انخفاض في طول الساق وقطره ووزنه الرطب والجاف قد بلغ 39.0 و37.1 و59.9 و55.0% على التوالي عند التداخل (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول، وبلغ اعلى انخفاض في الوزن الرطب والجاف للأوراق بمقدار 71.0 و68.6% على التوالي واعلى ارتفاع للمساحة الورقية النوعية (SLA) بمقدار 29.4% عند تداخل العنصرين (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول، ولوحظ ان اعلى انخفاض في طول الجذر وقطره ووزنه الرطب والجاف كان بمقدار 42.3 و35.9 و72.7 و67.2% على التوالي عند تداخل العنصرين (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول، ولوحظ عدم وجود فرق معنوي في قيم النسبة الوزنية للأوراق (LWR) ونسبة المجموع الجذري الى الخضري (Root/Shoot ratio) عند التداخل (110 كادميوم و550 رصاص) ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة مع الكونترول.

واظهرت نتائج آليات ومقاييس كفاءة النبات في استخلاص العناصر الثقيلة ان تأثير الكادميوم والرصاص والتداخل بين العنصرين عالي المعنوية عند مستوى احتمال (أ≤0.001) في تراكيز الكادميوم في السيقان والأوراق والجذور والتي بلغت مديات قيمها بين (0.375–372.167) و(0.417–128.167) و(0.583–162.083) ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي، ووجد ان التأثير معنوياً للرصاص والتداخل بين العنصرين وعالي المعنوية (أ≤0.001) للكادميوم في تراكيز الرصاص في السيقان والأوراق والجذور والتي بلغت اقل واعلى القيم فيها (9.583–62.375) و(10.042–20.417) و(2.875–73.500) ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي، كما لوحظ ان تأثير الكادميوم والرصاص والتداخل بين العنصرين عالي المعنوية عند مستوى احتمال (أ≤0.001) في قيم معامل الانتقال (TF) ومعامل التجميع الحيوي (BAC) ومعامل التركيز الحيوي (BCF) ودليل التركيز (CI) للكادميوم والتي تراوحت بين (0.611–4.239) و(1.333–28.790) و(0.383–16.840) و(1.000–490.812) على التوالي، كما لوحظ ان تأثير الكادميوم والرصاص والتداخل بين العنصرين عالي المعنوية عند مستوى احتمال (أ≤0.001) في قيم معامل الانتقال ومعامل التجميع الحيوي ومعامل التركيز الحيوي ودليل التركيز للرصاص والتي تراوحت بين (0.275–5.702) و(0.769–4.246) و(0.295–7.539) و(1.000–3.833) على التوالي، ووجد ان التأثير عالي المعنوية (أ≤0.001) للكادميوم والرصاص على قيم دليل تحمل اجهاد ارتفاع النبات (PHSTI) ودليل التحمل (TI) التي تراوحت مدياتها بين (61.017–100.000) و(0.370–1.000) على التوالي.

ومن ملاحظة نتائج هذه الدراسة نجد ان شتلات اليوكالبتوس صالحة للاستخدام في تطبيقات الاستخلاص النباتي (Phytoextraction) ضمن عمليات المعالجة النباتية (Phytoremediation) للتربة الملوثة بالكادميوم والرصاص.

Summary

This study aimed to estimate the critical concentrations of cadmium and lead in the soil, which negatively affect the growth parameters, the concentration of some macronutrients and some biochemical characteristics of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. seedlings, in addition to the estimation of some factors of the extraction of heavy metals from the soil (phytoextraction parameters) to understand the behavior of seedlings in their absorption and accumulate of the two elements in their different parts, and to determine the efficiency of the seedlings in extracting the elements of cadmium and lead from the soil and the possibility of using them in programs of phytotechnologies to improve the environment with phytoremediation in the future.

Eucalyptus seedlings were treated with deferent cadmium concentrations in the form of $CdCl_2$ which represented the first factor at concentrations of 0, 25, 55, 85 and 110 mg kg^{-1} dry soil, and lead represented the second factor in the form of $PbCl_2$ at concentrations of 0, 125, 250, 450 and 550 mg kg^{-1} dry soil.

The results of biochemical parameters showed a significant effect of cadmium and lead, and a highly significant effect at the ($P \leq 0.001$) probability level for the interference between the two elements in total chlorophyll and ascorbic acid, relative water content (RWC) and pH, whose values ranged between (0.731-1.952) mg g^{-1}, (0.452-0.833) mg g^{-1}, (48.283-76.333)% and (4.700-5.967) respectively, and the highest decreases in total chlorophyll and RWC in leaves were 62.6 and 34.2% respectively at the highest interaction for levels of the two elements (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared to the control, and the highest amount of increase in the pH in the leaves reached 6.5% at overlapping (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared with the control, while no significant difference was observed in ratio increase of

ascorbic acid at the highest interference (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared with the control.

As for the effect of lead and the interaction between the two minerals in macronutrients, it was observed that most of its values were significant, and the effect of cadmium was highly significant at the probability level ($P \leq 0.001$) in the percentage content of nitrogen, phosphorus and potassium, whose range values ranged between (0.408-1.111), (0.130-0.237) and (0.325-0.598)% respectively, and the highest decrease in the percentage content of nitrogen and phosphorus were 63.3 and 45.1% respectively at overlapping (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared with the control, while the increase in potassium was 43.2% at overlapping (550 lead and zero cadmium) mg kg^{-1} compared with the control.

As for the measures of growth in biomass, the effect of cadmium and lead was highly significant at a probability level ($P \leq 0.001$) on the most growth characteristics in biomass, and the highest decrease in stem length, diameter, and wet and dry weight were found to be 39.0, 37.1, 59.9 and 55.0% respectively at overlapping (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared with the control, and the highest decrease in wet and dry weight of leaves were 71.0 and 68.6% respectively and the highest height ratio of specific leaf area (SLA) was 29.4% at overlapping (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared to the control, and it was observed that the highest decrease in root length, diameter, green weight and dry weight were 42.3, 35.9, 72.7 and 67.2% respectively at overlapping (110 cadmium and 550 lead), it was noticed that there was no significant difference in the values of the leaf weight ratio (LWR) and root to shoot ratio at the interaction between (110 cadmium and 550 lead) mg kg^{-1} compared with the control.

The results of the mechanisms and measures of plant efficiency in extracting heavy metals showed that the effect of cadmium and lead and the interaction

between the two elements were highly significant at a probability level (P≤0.001) in cadmium concentrations in stems, leaves, and roots whose values ranged between (0.375-372.167), (0.417-128.167) and (0.583-162.083) mg kg^{-1} respectively, and it was found that the effect was significant for lead and the interaction between the two elements was highly significant (P≤0.001) for cadmium in lead concentrations in stems, leaves and roots which reached the lowest and highest values in (9.583-62.375), (10.042-20.417) and (2.875-73.500) mg kg^{-1} respectively, and the effect of cadmium and lead and the interference between the two elements was highly significant at a probability level (P≤0.001) in the values of the translocation factor (TF), biological accumulation coefficient (BAC), bioconcentration factor (BCF), and concentration index (CI) of cadmium which ranged between (0.611-4.239), (1.333-28.790), (0.383-16.840) and (1.000-490.812) respectively, it was also noted that the effect of cadmium, lead and the interference between the two elements was highly significant at a probability level (P≤0.001) in the values of (TF), (BAC), (BCF) and (CI) of lead which ranged between (0.275-5.702), (0.769-4.246), (0.295-7.539) and (1.000-3.833) respectively, it was found that the significant effect (P≤0.001) of cadmium and lead on the values of plant height stress tolerance index (PHSTI) and tolerance index (TI) whose ranged between (61.017-100.000) and (0.370-1.000) respectively.

From the observation of the results of this study, we find that Eucalyptus seedlings are suitable for use in phytoextraction applications within phytoremediation of soil contaminated with cadmium and lead.

University of Mosul

College of Agriculture
and Forestry

Phytoremediation of Contaminated Soils with Cadmium and Lead Using Eucalyptus Seedlings and the Study of Some Biochemical Changes on them

Suhaib Waleed Khalid Al-Salmany

M.Sc. Thesis

Forest Sciences

Supervised by

Dr. Ibrahim Anwer Ibrahim

Professor

2020 A.D. 1442 A.H.