

Fatima Bouchenak, Mohamed Rouani, Chérifa Chaouia, Amina Mouas and Abdeslam Chadi

Impact des eaux salines et des extraits des cyprès sur le maintien de la conductivité électrique du sol et la croissance de l'orge (Hordeum vulgare L.)

International Journal Water Sciences and Environment Technologies

Vol. (x), Issue 4, December 2025, pp. 6-12

e-ISSN: 1737-9350 p-ISSN: 1737-6688, | Open Access Journal |

www.ijstee.org

Scientific Press International Limited

Received: August 2025 / Revised: September 2025 / Accepted: September 2025 / Published: December 2025



Impact des eaux salines et des extraits des cyprès sur le maintien de la conductivité électrique du sol et la croissance de l'orge (*Hordeum vulgare* L.)

Fatima Bouchenak¹, Mohamed Rouani², Chérifa Chaouia³, Amina Mouas⁴, Abdeslam Chadi⁵

1,2, 3,4, 5, Université de Blida1 faculté SNV. Département de Biotechnologie et Agro-écologie. Route de soumaa BP270 Blida - Algérie

Résumé

Le présent travail est réalisé afin d'étudier les possibilités d'amélioration de la production et la protection de l'orge fourrager : *Hordeum vulgare* L. en atténuant les effets dépressifs de la salinité par l'application d'un extrait végétal. Pour répondre à cet objectif, un essai expérimental a été installé. Les plantules d'orge fourrager (variété founara) ont été cultivées selon un dispositif expérimental avec 5 répétitions et ont été irriguées en additionnant des eaux riches en sel 5 concentrations de NaCl (0, 2, 5, 8 et 10 g/l) avec ou sans pulvérisation foliaire de l'extrait liquide de *Cupressus sempervirens* L. à 0,5 mg/ml. Les résultats ont montré que tous les paramètres agronomiques conductivité électrique du sol, Poids frais, poids sec et physiologiques teneurs en pigments chlorophylliens ont été influencés négativement par la contrainte saline, au traitement T4 (10g/l de NaCl) avec une diminution significative de tous les paramètres. La détermination du degré de tolérance à la salinité a été réalisée à travers des paramètres et physiologiques. Comme les teneurs en proline et sucres solubles. Nous constatons que l'orge accumule la proline et sucres solubles en réponse à une concentration en sel de 10g/l. L'application foliaire de l'extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* L. à renforcer significativement la tolérance de l'orge et a stimulé sa croissance et a amélioré de la conductivité électrique et la chimie du sol. Par conséquent, la pulvérisation foliaire de l'extrait liquide peut être considérée comme un moyen efficace en amélioration de la tolérance et la protection et préservation de l'orge fourrager : *Hordeum vulgare* L. variété founara à la contrainte saline.

Mots clés : Extrait hydroalcoolique, *Cupressus sempervirens* L. *Hordeum vulgare* L., eaux salines, tolérance

Impact of saline water and cypress extracts on the maintenance of soil electrical conductivity and the growth of barley

Abstract

The present work is carried out to study the possibilities of improving the production and protection of feed barley: *Hordeum vulgare* L. by mitigating the depressive effects of salinity through the application of a plant extract. To meet this objective, an experimental test was installed. The feed barley seedlings (founara variety) were cultivated according to an experimental setup with 5 repetitions and were irrigated by adding water rich in salt 5 concentrations of NaCl (0, 2, 5, 8 and 10 g/l) with or without foliar spraying of liquid extract of *Cupressus sempervirens* L. at 0.5 mg/ml. The results showed that all the agronomic parameters electrical conductivity of the soil, fresh weight, dry weight and physiological chlorophyll pigment contents were negatively influenced by saline stress, at treatment T4 (10g/l of NaCl) with a significant decrease in all the settings.

The determination of the degree of salinity tolerance was carried out through physiological and parameters. Like the proline and soluble sugar contents. We note that barley accumulates proline and soluble sugars in response to a salt concentration of 10g/l. Foliar application of the hydroalcoholic extract of *Cupressus sempervirens* L. significantly strengthened the tolerance of barley and stimulated its growth and improved electrical conductivity and soil chemistry. Therefore, foliar spraying of the liquid extract can be considered as an effective means of improving the tolerance and protection and preservation of feed barley: *Hordeum vulgare* L. variety founara to saline stress.

Keywords: Hydroalcoholic extract, *Cupressus sempervirens* L. *Hordeum vulgare* L., saline waters, tolerance.

¹ Corresponding author: bouchenakfatima56@gmail.com

I. INTRODUCTION

Les espèces fourragères sont confrontées aux différents stress abiotiques, notamment la sécheresse et la salinité qui sont des facteurs limitant de la production (1).. Les eaux riches en sel sont la principale cause de pertes de récoltes dans le monde, réduisant les rendements moyens de la plupart des grandes cultures (2).. La salinité est devenue une préoccupation réelle au cours des dernières années (3). En Algérie, 3.2 millions d'hectares de terres agricoles sont menacés par la salinité, notamment celles irriguées en zones arides. L'exploitation de ces terres est devenue inévitable pour répondre aux besoins croissants de la population en céréales (4). Pour augmenter la productivité agricole, ces dernières années, plusieurs intrants biologiques et molécules organiques (biostimulants végétaux) ont été développés et commercialisés afin d'atténuer les effets drastiques de la salinité et d'améliorer la croissance et la santé des plantes. De même, ces produits améliorent la structure et la qualité du sol, ils sont appelés produits stimulants ou biostimulants et fournissent habituellement des solutions innovantes pour la fertilisation du sol et la protection des cultures. ils jouent un rôle direct dans l'élimination des ROS générés par la salinité (5). Les cyprès sont des conifères, affilié à la famille des cupressacées, originaire des régions méditerranéennes. Les extraits de *Cupressus sempervirens* L. sont des métabolites secondaires ont plusieurs activités biologiques et la protection des plantes contre les effets nocifs de l'environnement comme la salinité et la sécheresse (6). L'objectif de ce travail consiste à mettre en évidence l'effet biostimulant des extraits hydroalcooliques de *Cupressus sempervirens* L., en réalisant des essais de promotion sur la croissance d'une espèce fourragère *Hordeum vulgare* L. variété fouara cultivée sous contrainte saline.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le travail a été réalisé au niveau de la serre en polycarbonate (condition semi-contrôlées) du département de Biotechnologie et Agro-écologie à Université Blida I .

2.1. Matériel végétal

Notre étude est basée sur deux types de plantes : l'orge fourragère : *Hordeum vulgare* L variété El-fouara et les feuilles de cyprès vert : *Cupressus sempervirens*. Les semences l'orge variété el-fouara ont été fournies par le laboratoire de recherche de Biotechnologie et des productions végétales, leurs origines, elles proviennent d'institut de développement des grandes cultures (ITGC) de Sétif. Le choix cette espèce *Hordeum vulgare* L. var. El-fouara, est basée sur les caractéristiques agronomiques : paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante au froid, à la sécheresse, qui est une espèce rustique cultivée dans les hauts plateaux algériens particulièrement, sur des sols arides (7). Les feuilles du *Cupressus sempervirens* ont été récoltées en avril 2021 au niveau du département de Biotechnologie de l'université de Blida I. Cette espèce a été identifiée par le Dr. DEGAÏCHIA Hoceme. Le matériel végétal a subi un séchage et un broyage avant conservation.

2.2.Méthode

2.2.1 Extraction hydroalcoolique

Les feuilles de *Cupressus sempervirens* L. ont été séchées et broyées, puis la filtration s'est effectuée dans les solvants : Eau et Méthanol. La quantité 20g (poudre de feuilles) a été mis en contact avec 100ml de méthanol 70%(v/v). Après 24 heures d'agitation mécanique à température ambiante et à l'abri de la lumière, le mélange est filtré et évaporé à sec sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif à 56°C, afin d'obtenir l'extrait hydroalcoolique. Les résidus obtenus sont conservés à 4°C jusqu'à utilisation (8). Les flacons contenant les extraits sont couverts par un papier aluminium et conservés à 4°C (9).

2.2.2.Application des extraits hydroalcooliques sur les plantules d'orge arrosée avec une solution saline

Le dispositif expérimental adopté est le bloc avec 5 répétitions, faisant intervenir un facteur qui est le traitement salin avec ou sans application foliaire de l'extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* L. Dans chaque bloc, chaque plot relatif à un niveau de salinité (0, 2 et 5,8 et 10 g/L NaCl) avec ou sans application foliaire de l'extrait végétal à 0,5mg/ml. Au total, l'essai expérimental a comporté 50 sacs boudins distribués sur les 2 blocs à raison de 25 sacs boudins /bloc, soient 25 plants/bloc et donc 50 plantes au total.

2.2.3. Paramètres mesures

A. La conductivité électrique

La conductivité électrique d'un sol est considérée comme un indicateur de sa salinité, plus un sol est salin, plus il devient conductible. Pour déterminer la conductivité électrique d'un échantillon du sol, 10g de ce dernier sont ajoutés à 50 ml d'eau distillée, le mélange est agité pendant 30 mn puis laissé décanter. La mesure de la conductivité électrique (EC) est ensuite effectuée à l'aide d'un conductimètre (Adwa- AD3000) à partir du surnageant (10)

B. Poids Sec

La croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire est évaluée après avoir récolté les plantules après 30 jours de prétraitements avec de l'extraits en présence du NaCl à différentes concentrations. Les échantillons sont pesés à l'état frais puis séchés à l'étuve 50 °C pendant 24h .

C. Teneur en chlorophylle

Le Chlorophyll Meter SPAD-502Plus est un instrument qui mesure la teneur en chlorophylle directement sur les feuilles des plantes et indique les valeurs (unités SPAD). Les mesures sont instantanées sur la plante sans avoir à couper des feuilles. Il s'agit d'un appareil portatif peu coûteux basé sur deux diodes électroluminescentes et un récepteur de photodiodes de silicium, qui mesure la transmission des feuilles dans le rouge (650 nm; la longueur d'onde de mesure) et l'infrarouge (940 nm; longueur d'onde de référence utilisée pour ajuster les différences non spécifiques entre les échantillons) régions du spectre électromagnétique. Ces valeurs de transmission sont utilisées par l'appareil pour calculer une valeur relative du compteur (unités SPAD) (généralement entre 0,0 et 50,0) qui est proportionnelle à la quantité de chlorophylle dans l'échantillon (11).

D. Dosage des sucres solubles

Les sucres solubles sont dosés par la méthode du phénol selon la procédure de (12). Pour l'extraction : 100 mg de matière fraîche, est disposées dans des tubes à essais, en présence de 3 ml d'éthanol à 80 % ; puis laisser à l'obscurité à température ambiante pendant 48 h. Au moment du dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 80 °C afin d'évaporer l'alcool. Une fois l'alcool complètement évaporé on rajoute dans chaque tube 20 ml d'eau distillée, c'est la solution à analyser. Dans des tubes à essais propres, on prend 2 ml de la solution à analyser, à laquelle on ajoute rapidement 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique concentré à 96 %. On obtient alors, une solution jaune orange à la surface, qu'on passe au vortex pour homogénéiser la couleur. On laisse les tubes reposer pendant 10 minutes à température ambiante et à l'obscurité puis on les places au bain-marie pour 15 minutes à une température de 30 °C. L'absorbance est lue à une longueur d'onde 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule suivante :

$$\text{Sucre solubles } (\mu\text{g/g MS}) = \text{DO } 490 \times 1,657.$$

E. Dosage de la proline

Mettre 100 mg de matière végétale fraîche dans un tube à essai. On ajoute 2 ml de méthanol à 40%, le tout est chauffé à 85°C pendant 60 min tout en prenant le soin de recouvrir les tubes avec du papier aluminium. Après refroidissement, on prélève 1 ml d'extraits auquel on ajoute 1 ml d'acide acétique, 25 mg de Ninhydrine et 1 ml de mélange (120 ml d'eau distillée + 300 ml d'acide acétique + 80 ml d'acide ortho phosphorique) (0,4 : 1 : 0,26). La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 min au bout desquelles, la couleur vire au rouge. Après refroidissement, on rajoute 5 ml de toluène induisant la séparation en deux phases de la solution : la phase supérieure contient la proline et celle inférieure en est dépourvue. Après avoir récupéré la phase supérieure, on ajoute du Na₂SO₄ à l'aide d'une spatule pour éliminer l'eau qu'elle contient ; enfin, lire la densité optique à 528 nm, (13). La détermination de la teneur de la proline est réalisée selon la formule :

$$\text{Proline } (\mu\text{g/g MS}) = \text{DO } 528 \times 0,62.$$

Analyses statistiques

L'analyse statistique des résultats obtenus a été réalisée par le logiciel SPSS© version 22.0.0 pour Windows 10. Les expériences ont été répétées 10 fois et les résultats montrent les mêmes tendances

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Screening phytochimique des extraits méthanoliques

3.1.1. Analyse quantitative des extraits (teneur en polyphénols et en flavonoïdes)

On observe la présence des polyphénols au niveau extraits. Avec un total de 2,90 mg Eq GA/g d'extrait.

Pour les flavonoïdes leurs concentrations est de 3,56 mg QE / g MS. La teneur en Tannins est de 10,54 mg QE / g MS

TENEURS POLYPHENOLS.....2,90 mg Eq GA/g MS

TENEURS FLAVONOIDES..... 3,56 mg QE / g MS

Teneurs en Tannins.....10,54mg de CE/g de MS

3.2. Activité antioxydante des extraits

3.1.2. Concentration inhibitrice IC 50 de l'extrait étudié

L'extrait étudié a une IC 50=2,84mg

3.3. Mesure de la conductivité électrique

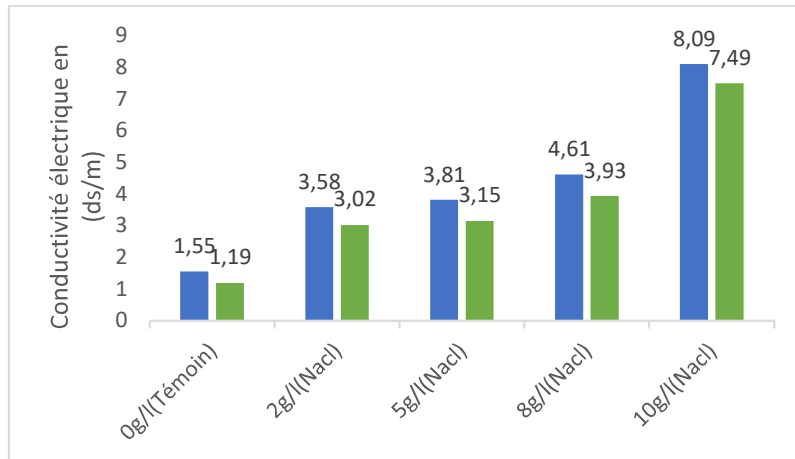


Fig : I: Moyenne des Conductivités électriques du sol traité au NaCl en présence des extraits hydroalcooliques de *Cupressus sempervirens*

L'ajout de l'extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* aux traitements NaCl a entraîné, une diminution significative de la conductivité électrique dans tous les traitements, en passant 7,49 (ds/m) chez le traitement T4 à 3,02 (ds/m) pour le traitement T2 et 1,19 (ds/m) pour le témoin (fig. I).

L'analyse de la variance nous permet de voir qu'il y a une différence hautement significative de la conductivité électrique des sols dans les traitements de NaCl ($p = 0,000 < 0,05$) et les traitements de NaCl + Extrait hydroalcooliques de *Cupressus sempervirens* ($p = 0,000 < 0,05$).

La présence des extraits permet une diminution significative de la conductivité électrique de notre sol et fournit un environnement favorable à nos plantules d'orge.

Après traitement avec de l'extrait hydroalcoolique des feuilles des *Cupressus sempervirens* ou ce qu'on appelle biostimulants à dose 0,5 mg/ml, on note une diminution significative de la conductivité électrique, à toutes les concentrations et même chez le témoin. Cela indique que le biostimulant du cyprès vert a un effet positif sur la modification, de la salinité du sol et l'atténuation de ses effets nocifs.

3.4. Mesure de l'index chlorophyllien (SPAD)

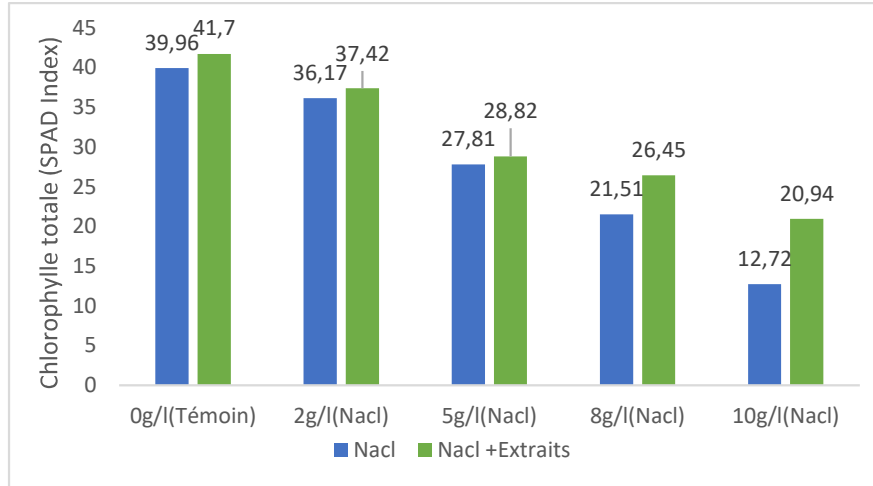


Fig 2: Variation de la teneur en chlorophylle (unité SPAD) au niveau les feuilles dans NaCl et NaCl + Extraits

L'examen de la figure 2 montre que les valeurs de l'index chlorophyllien (SPDA), diminue significativement avec les concentrations croissantes de NaCl). En présence d'extraits hydroalcooliques de *Cupressus sempervirens*, les valeurs de l'index chlorophyllien augmente de façon significative avec les concentrations de NaCl 8g/l et 10g/l . L'analyse de la variance nous permet de voir qu'il y a une différence hautement significative, entre les valeurs d'unité SPAD des plantes traitées par les traitements de NaCl ($p = 0,003 < 0,05$) et les plantules traitées par les traitements de NaCl+ Extrait hydroalcoolique ($p = 0,001 < 0,05$) .

3.5.Mesure de la croissance (Poids sec)

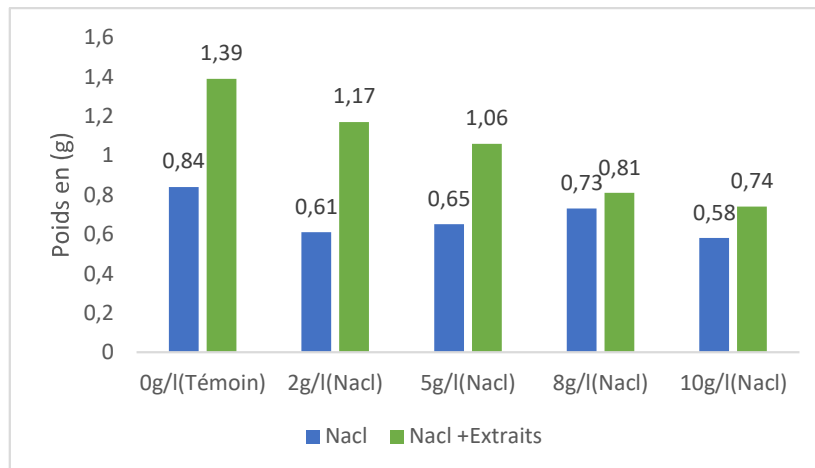


Fig 3: Variation du poids sec des plantules traitées avec solution saline en presence des extraits hydroalcooliques

On note que le poids sec des plantules traitées aux concentrations croissantes de NaCl diminue de façon non significative par rapport au témoin ($p = 0,88 > 0,05$). L'analyse de la variance nous permet de voir qu'il y a aucune différence significative, de poids sec traités par les traitements de NaCl ($p = 0,79 > 0,05$) et il y a aucune

différence significative entre les traitements de NaCl + Extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* ($P=0,06 > 0,05$) Nous pouvons dire que le traitement aux extraits alcooliques stimule de façon significative la croissance des plantules des plantules d'orge traitées aux concentrations. 2g/l, 5g/l et 10g/l. En effet, les PS ont augmenté respectivement de 50/% ,40% 27% et 23% avec l'ajout de l'extrait au traitement salins de 5,8,10 g/l NaCl.

3.2. Effets de l'application de l'extrait de cyprès vert sur les paramètres Biochimiques

3.2.1.. Mesure de la teneur en sucres solubles

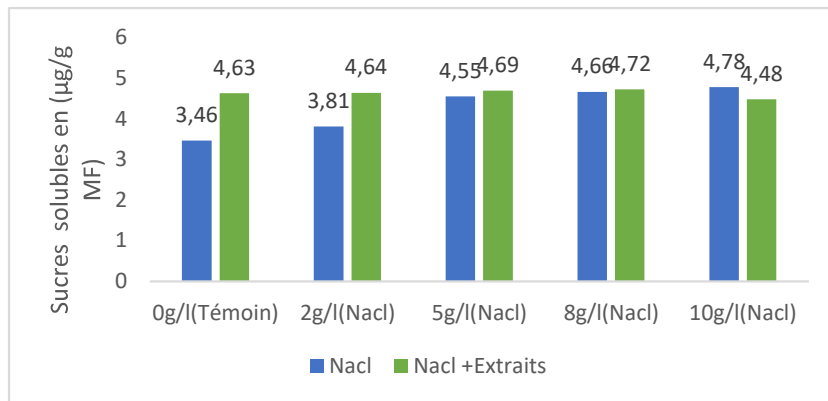


Fig 4 :: Effets de l'application de l'extrait hydroalcoolique sur les teneurs en sucres solubles chez les jeunes plants d'orge cultivés sous contrainte salines

3.2.2.. Mesure de la teneur en Proline

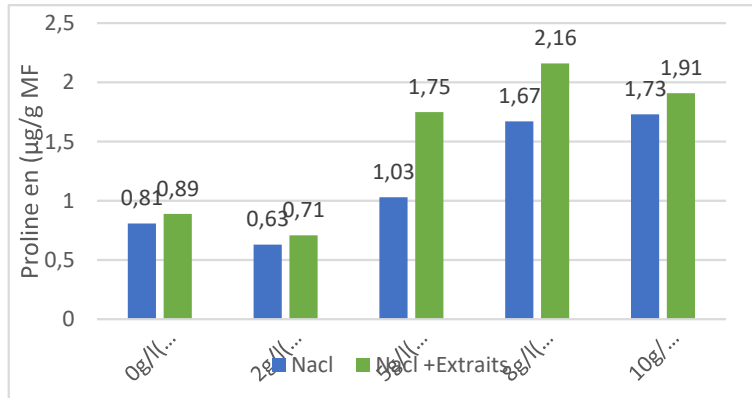


Fig5 :: Effet de diverses concentrations salines (en g/l de NaCl) sur la teneur en proline exprimés en microgrammes par grammes de MF des plantes traitées par les extraits de *Cupressus sempervirens*.

Nous notons l'accumulation croissante de la teneur en proline, chez les plantules d'orge à partir des concentrations de 5,8 et 10g/l NaCl. En effet, ce dernier a causé une augmentation significative de la teneur en proline (1,03 µg /g MF) chez le traitement T2, (1,67 µg/g MF) chez le traitement T3 et (1,73 µg /g MF) chez le traitement T4 soit une augmentation, respective de 27, 80 et 95% par rapport au témoin (fig. 5). Cependant, la pulvérisation foliaire de l'extrait aux plantes soumises, à une irrigation saline de de (5 et 8g/l NaCl) a amélioré significativement les teneurs en proline en comparaison avec les plantes sans la présence des extraits

foliaires (5 et 8 g/l NaCl). En effet, les teneurs proline ont augmenté respectivement de 70%, 30% et 10% avec l'ajout de l'extrait au traitement salin de 5, 8, 10 g/l NaCl.

Nos résultats montrent l'extrait a un effet positif, sur la synthèse de la proline chez les plants d'orge, ce qui les aide à renforcer la tolérance de l'orge à la salinité.

CONCLUSION

Cette étude a permis de montrer que l'application foliaire d'un extrait hydroalcoolique à une concentration de 0,5mg/ml permet d'améliorer nettement la tolérance à la salinité, de ces jeunes plants. Par conséquent, l'utilisation des extraits peuvent être considérés comme un moyen efficace, en amélioration la tolérance de l'orge l'adaptation de mécanismes physiologiques comme la photosynthèse en agissant sur les pigments chlorophylliens, ainsi que la synthèse d'osmo-protecteurs tels que la proline. L'utilisation de l'extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* L. ou ce qu'on appelle des biostimulants a entraîné une diminution de la conductivité électrique du sol, en présence de différentes concentrations de salinité.

Le traitement à l'extrait hydroalcoolique a révélé un effet significatif sur l'augmentation du poids sec, chez les jeunes plantules d'orge traitées avec des concentrations différentes de NaCl par rapport aux traitements témoins en l'absence de l'extrait.

Dans le cadre de nos résultats, nous voyons que l'extrait hydroalcoolique de *Cupressus sempervirens* a un effet bénéfique, sur les jeunes plantules d'orge en présence de stress salin et agit pour stimuler, l'absorption des nutriments pour une meilleure croissance et augmentation du poids des plantes fourragères, telles que l'orge et améliore la résistance et la protection grâce aux métabolites secondaires présents dans l'extrait qui protègent contre les effets nocifs et négatifs générés par la salinité. Il serait donc intéressant de mener une étude plus approfondie sur les modes d'action de l'extrait de *Cupressus sempervirens* et sur les mécanismes de tolérance aux stress abiotiques des espèces fourragères telles que l'orge. Il serait aussi utile d'expérimenter d'autres espèces de *Cupressus* en testant les différentes concentrations. Par ailleurs, cette étude a montré que les ressources végétales peuvent être aussi exploitées, en agriculture pour produire des extraits et les utiliser en tant que moyens efficaces en amélioration la tolérance et la protection des plantes contre l'effet dépressif du sel chez les graminées fourragères.

Références

- [1] R.. Katoch., Nutritional Quality Management of Forages in the Himalayan Region. (2022) [en ligne]. Disponible sur : « <https://doi.org/10.1007/978-981-16-5437-4> »
- [2] D.B. Lobell Climate change adaptation in crop production: Beware of illusions. Global Food Security, vol 3(2), (2014), 72-76.
- [3] F. Bouchetat , Hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignées issues de la variété locale Saida adaptées à la zone sub-humide centre. Mém. Magister, Amé. Des prod. Végé., Univ. Saad Dahleb Blida. Algérie, (2011) 174p.
- [4] A. Djerah., B. Oudjehih., Effet du stress salin sur la germination de seize variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Courrier de Savoir, vol (20) (2015), 47-56
- [5] C. V Mashamaite, B. L Ngcobo, A Manyevere, Assessing the Usefulness of Moringa oleifera Leaf Extract as a Biostimulant to Supplement Synthetic Fertilizers: A Review. Plant (Basel), vol 11(17) (2022), pp. 2214
- [6] I Tumen., I Sutar., H Keles. E.K Akkol., A Therapeutic Approach for Wound Healing by Using Essential Oils of Cupressus and Juniperus Species Growing in Turkey. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, vol 2012(7),(2012) pp. 72-81
- [7] A.E Al-Snafi., Medical importance of Cupressus sempervirens. IOSR Journal of Pharmacy, vol 6(2), (2016) pp. 66-76.
- [8] Si I Romani A., Pinelli P., Cantini C. et Cimato A., Characterization of Violetto di Toscana, a typical Italian variety of artichoke (*Cynara scolymus* L.). Food Chemistry, vol 95(2), (2006) pp. 221-22
- [9] S. Debbab. Etude in vitro et in vivo des pouvoirs biofongicides des extraits naturels vis-à-vis de l'agent de la fusariose de la tomate : *Fusarium oxysporum* f.s.p radicis lycopersici. Mémoire production des cultures. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Algérie, 69p. 2017
- [10] M .Hardie. R.Doyle .Measuring soilsalinity. Methods Mol Biol, vol 913, (2012) pp. 415-425
- [11] Q .Ling, W.Huang P.Jarvis, - Use of a SPAD-502 meter to measure leaf chlorophyll concentration in Arabidopsis thaliana. Photosynthesis Research, vol 107(2),(2011) pp 209-214
- [12] M Dubois., K.A.Gilles J. K., Hamilton P. A. Rebers F., Smith Colemetric Method For Determination Of Sugars And Related Substance. Analytical Chemistry, vol 28, (1956) pp. 350-356
- [13] W Troll. J. Lindsley, A photometric method for the determination of proline. J Biol Chem, vol 215(2), (1955) pp. 655-660.