

RÉSUMÉ

de la thèse de doctorat intitulée:

RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT DE CERTAINES ESPÈCES HALOPHITES SUR SOLS/ SUBSTRATS SALÉS

Doctorant: **CONSTANTIN M. Mugurași-Florin**

Coordinateur scientifique: **Prof. Univ. Dr. TOMA Florin**

MOTS-CLÉS: espèces ornementales, sels minéraux, translocation, sol, germination

Le processus de salinisation des sols représente un problème écologique et agricole significatif, aggravé par les changements climatiques mondiaux. La salinisation, qui implique l'accumulation excessive de sels solubles dans les sols, est générée à la fois par des facteurs naturels et anthropiques. La dynamique des sels dans les sols est complexe, incluant des processus tels qu'une évaporation accrue, une irrigation inadéquate et des modifications des régimes hydrologiques causées par les changements climatiques. Ces modifications peuvent conduire à une augmentation des concentrations de sels, affectant négativement la structure et la fertilité des sols.

Les changements climatiques amplifient les problèmes de salinisation en modifiant les précipitations et les températures, ce qui intensifie l'évaporation et l'accumulation des sels, en particulier dans les régions semi-arides et arides. De plus, les phénomènes climatiques extrêmes, tels que les sécheresses, contribuent à l'accumulation et à la concentration des sels dans les sols.

Les services écosystémiques offerts par les sols sont essentiels pour maintenir la santé de l'environnement et la production agricole. Les sols salins réduisent la capacité de production agricole et affectent la biodiversité, ayant des conséquences économiques et écologiques significatives. Dans ce contexte, les plantes halophytes, adaptées aux conditions salines, jouent un rôle crucial dans l'amélioration des sols affectés. Elles contribuent non seulement à la stabilisation des sols et à la réduction de la salinité, mais offrent également des sources de nourriture, de fourrage et de biocarburants.

L'objectif des recherches s'est concentré sur la recherche de modèles inspirés par la nature, qui imitent les processus et les mécanismes écologiques pour la restauration et la gestion durable des sols. Ces solutions, connues sous le nom de « solutions fondées sur la nature », incluaient des éléments qui imitent les processus naturels, tels que l'utilisation de plantes halophytes pour une restauration potentielle des écosystèmes en vue de rétablir les fonctions des écosystèmes dégradés et d'atténuer l'impact négatif de la salinisation.

Ainsi, les recherches réalisées ont eu les objectifs principaux suivants :

- Objectif 1 Étude comparative de l'influence de différentes concentrations de sel sur la germination des graines *in vitro* et *in vivo*;
- Objectif 2 Analyse comparative des caractéristiques de croissance et de développement des espèces végétales utilisées (nombre de feuilles, hauteur de la plante, nombre d'inflorescences) *in vivo* et *in situ*;
- Objectif 3 Étude comparative de la translocation et de l'accumulation des éléments minéraux des sols salins dans les parties des plantes;
- Objectif 4 Obtention d'un modèle expérimental applicable pour l'amélioration des sols ainsi que pour l'obtention de fleurs coupées et/ou de biomasse halophyte.

Les recherches et analyses ont été menées entre 2016 et 2021 et ont eu lieu à la Faculté d'Horticulture et au Centre de Recherche pour l'Étude de la Qualité des Produits Agroalimentaires, USAMV Bucarest:

1. Laboratoire d'agrochimie ;
2. Laboratoire d'analyses physico-chimiques ;
3. Serre du bloc de recherche.

Le travail comprend 171 pages structurées en sept chapitres et organisées en deux sections principales : la première comprend une revue bibliographique et la seconde est dédiée aux recherches propres.

La partie de l'étude bibliographique est structurée en deux chapitres, qui présentent un aperçu général de la situation des sols salins au niveau international et national, les étapes du processus de salinisation dans la nature, les facteurs influençant la dynamique des sels dans le sol, les effets de certains sels sur le système sol-plante et les mécanismes de régulation des plantes en conditions de stress salin, des méthodes classiques et modernes d'amélioration, ainsi que des perspectives de valorisation des sols salins et de la biomasse halophyte.

Le chapitre I, intitulé "**État actuel des recherches sur l'influence du sodium sur le système sol-plante**", aborde la problématique des sols salins et leur impact sur l'agriculture, dans le contexte de la croissance démographique mondiale et des ressources naturelles limitées. Ce chapitre contient des informations pertinentes sur la croissance rapide de la population mondiale et l'augmentation de la demande en ressources, qui exercent une pression significative sur les terres agricoles, déjà affectées par la dégradation des sols et les changements climatiques. De plus, il présente des informations sur le processus de salinisation et son impact sur les terres arables et la productivité des cultures, ainsi que sur la nécessité de trouver des solutions de gestion adaptées. Ce chapitre inclut également des informations sur la classification des sols affectés par le sel, en soulignant les différences entre les sols salins et sodiques, qui ont tous deux un impact négatif sur la croissance des plantes. Parallèlement, il aborde les mécanismes de tolérance des plantes, qui peuvent utiliser diverses stratégies pour faire face à la salinité, y compris l'exclusion du sel, l'accumulation de substances osmotiques actives et l'activation des systèmes antioxydants. La fin du chapitre fournit des informations sur les espèces halophytes, en général, en mettant l'accent sur les espèces ornementales, comme une alternative durable pour la gestion efficace des sols salins dans le contexte des défis mondiaux.

Le chapitre II, intitulé "**Gestion des sols affectés par la salinité**", souligne l'importance de la gestion des sols salins grâce à l'utilisation d'amendements appropriés et de plantes halophytes, promouvant ainsi des solutions durables pour les problèmes de salinisation. Cette gestion peut non seulement améliorer la santé des sols, mais également contribuer à l'amélioration des services écosystémiques, à l'économie circulaire et à l'adaptation aux changements climatiques. À cet égard, le chapitre fournit des informations sur les techniques de réhabilitation conventionnelles et modernes, qui incluent différents types d'amendements pour les sols salins, classés en trois catégories : organiques, inorganiques et leurs combinaisons. Les amendements organiques, tels que le biochar et le compost, sont appréciés pour leur capacité à améliorer la stabilité du sol et la rétention d'eau. Parmi les amendements inorganiques, le gypse est efficace pour la réhabilitation des sols sodiques en fournissant du calcium et en réduisant le sodium. À cet égard, le chapitre présente également des applications où ces amendements ont montré des résultats prometteurs en améliorant les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. En outre, des informations sont fournies sur l'utilisation des espèces halophytes pour la réhabilitation des sols salins, mettant en évidence la nécessité de comprendre les sources de salinisation et d'adapter les techniques aux conditions spécifiques du sol, ainsi que les perspectives de valorisation de la biomasse obtenue après culture.

La section des recherches personnelles commence par une présentation générale des matériaux et des méthodes analytiques utilisées, suivie de détails supplémentaires dans les chapitres dédiés à chaque expérience. Chaque expérience est décrite dans des chapitres distincts, offrant une description détaillée des procédures utilisées.

Le chapitre III "**Matériel et méthodes**", offre une description détaillée des matériaux et des méthodes utilisés dans le cadre de la thèse de doctorat qui étudie la capacité d'adaptation des plantes halophytes sur différents types de sols. Le chapitre commence par la présentation des sols/substrats utilisés dans les expériences pour tester l'adaptabilité de certaines espèces de plantes halophytes et expose les caractéristiques principales des sols/substrats utilisés. Le sol utilisé dans les expériences a été prélevé de l'horizon supérieur à une profondeur allant jusqu'à 20 cm. Les sols ont été prélevés dans trois zones représentatives : un sol salin naturel (zone de Lacu Sărat, Brăila), un sol salin anthropique (zone de Bucșani, Dâmbovița) et un sol alluvial (Balaciu, Dâmbovița). Les sols sont analysés d'un point de vue physique et chimique, certaines des propriétés évaluées ayant un impact considérable sur le déroulement des expériences. Les types de substrats utilisés sont également présentés. De plus, les méthodes employées pour l'analyse des sols/substrats et des plantes cultivées dans les conditions expérimentales sont décrites. Les schémas expérimentaux et les modes de préparation sont présentés séparément dans chaque chapitre.

Le chapitre IV, intitulé "**Recherches sur l'impact de la concentration en sodium sur la capacité germinative des graines des espèces halophytes**", souligne l'importance de la salinité en tant que facteur environnemental affectant la production agricole, avec des effets négatifs sur les plantes tels que la toxicité ionique et le stress osmotique. Ce chapitre présente le matériel biologique composé de semences de *Portulaca sativa* L. (Pourpier commun vert), *Gypsophila elegans* Crimson, *Festuca arundinacea* L., *Limonium sinuatum* L., *Celosia plumosa* Fresh look mix, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus cruentus* Oeschberg, *Amaranthus cruentus* Red garnet, ainsi que les conditions de test in vitro qui comprenaient les concentrations de chlorure de sodium suivantes : 0,2 %, 0,6 %, 1,2 %, 2,4 %. Les expériences ont été réalisées dans une chambre climatique pendant 8 jours, avec les paramètres suivants suivis : le pourcentage de germination, la longueur de l'hypocotyle et celle de la racine. Dans ce contexte, les résultats des tests ont montré que les semences de *Celosia plumosa* Fresh look mix sont adaptées à une concentration de 0,2 %, celles de *Festuca* sp. et *Gypsophila* sp. peuvent germer avec des concentrations allant jusqu'à 0,6 % de NaCl, celles de *Portulaca* sp. peuvent supporter jusqu'à 1,2 %, tandis que celles de l'espèce *Limonium sinuatum* L. tolèrent jusqu'à 2,4 %, mais avec un pourcentage très faible (4 %).

Le chapitre V, intitulé "**Le comportement des espèces halophytes cultivées sur des substrats salins – en conditions contrôlés**", présente des recherches expérimentales sur le comportement des espèces ornementales cultivées sur des substrats salins, en conditions de serre, dans le but d'évaluer leur adaptabilité aux sols salins et de sélectionner celles-ci pour des tests en milieu réel. Les recherches de ce chapitre ont été divisées en deux sections, comme suit.

La première expérience consistait à évaluer le pourcentage de germination de plusieurs espèces de plantes ornementales (*Celosia plumosa* 'Fresh look mix', *Celosia plumosa* 'Bombay Cherry', *Celosia plumosa* 'Ice Cream (Mix)', *Celosia plumosa* 'Glorious Red', *Limonium sinuatum* 'QIS mix', *Amaranthus* 'Autumn Palette', *Amaranthus caudatus*, *Gypsophila elegans* 'Crimson', *Festuca arundinacea* L., *Portulaca sativa* L.) sur différents substrats (mélanges à différents pourcentages de sol de jardin et de sol salin). Les paramètres suivis étaient les pourcentages de germination, la dynamique de germination, la hauteur des plantes, le nombre de feuilles et d'inflorescences.

Dans la deuxième expérience, les plantes ont été cultivées sur des sols présentant différents niveaux de salinité (S1-S6) afin d'observer leur croissance et leur adaptabilité sur une période de quatre mois. La hauteur des plantes, la valeur du pH et la conductivité électrique du sol avant et après la culture ont été surveillées.

Le chapitre VI, intitulé "**Le comportement et la dynamique de certaines sels dans les plantes halophytes – en milieu réel**", présente des recherches expérimentales sur le comportement des espèces sélectionnées dans le chapitre précédent en conditions réelles. Les espèces utilisées dans l'expérience sont *Limonium sinuatum* L., *Festuca arundinacea* L. et *Portulaca sativa* L., cultivées dans deux lots expérimentaux, l'un à Dâmbovița (sol salin) et l'autre à Tulcea (sol de référence). Le chapitre contient des données relatives aux paramètres de croissance et de développement des plantes (hauteur de la plante, nombre de feuilles, nombre de tiges florales et d'inflorescences), ainsi que des résultats sur la dynamique des éléments minéraux dans le sol et la plante.

Les résultats montrent que le sodium joue un rôle dominant dans la dynamique des minéraux chez les plantes cultivées dans le lot expérimental de Dâmbovița, où la salinité du sol est plus élevée que celle du sol à Tulcea. Le comportement des plantes varie selon l'espèce et les conditions de stress, soulignant l'adaptabilité de ces plantes aux milieux salins. Parmi les trois espèces cultivées, les résultats les plus prometteurs ont été obtenus avec l'espèce *Limonium* sp. Concernant la dynamique des sels, les résultats des analyses ont montré que la translocation du sodium, du potassium et du calcium s'est effectuée au niveau des feuilles, tandis que le magnésium est stocké au niveau des racines. Ces résultats suggèrent que les espèces halophytes peuvent contribuer à la restauration des terres affectées par la salinité, avec un impact positif sur la qualité du sol et la biodiversité.

Le chapitre VII, intitulé "**Conclusions générales et recommandations**", présente une synthèse de toutes les expériences concernant l'influence de la concentration de sels sur la germination et la croissance des plantes, en corrélation avec les quantités de sodium dans le sol, le type de sol et la plante cultivée. Quelques recommandations ont été formulées, pouvant servir de base pour de futures études, visant à poursuivre les observations sur l'effet de la concentration de sels dans le sol sur les cultures et à trouver des solutions alternatives imitant les conditions naturelles sous l'impact des changements climatiques.