

Nom et Prénom : ABID NAGLA

Date de soutenance : 10/10/2026

Directeur de Thèse : BRHADDA NAJIBA

Sujet de thèse : Etudes des potentialités biotechnologiques de deux espèces légumières *Asparagus officinalis* L. et *Raphanus sativus* L. face aux stress abiotiques

Résumé:

La sécheresse et la salinité sont des contraintes majeures qui limitent la production agricole mondiale. Il est donc crucial d'optimiser les conditions de culture et de comprendre les mécanismes d'adaptation des plantes face aux stress abiotiques. L'objectif de cette étude est d'améliorer les conditions de germination, d'enracinement et de croissance précoce chez l'asperge (*Asparagus officinalis* L.) et d'évaluer la tolérance aux stress salin (NaCl) et hydrique (PEG) chez deux variétés de radis (*Raphanus sativus* L.), à savoir Rouge Globe et Flamboyant. À cet effet, différents essais ont été menés sous conditions contrôlées en évaluant l'impact des milieux de culture (MS et 1/2 MS), de leur état physique (solide et liquide), de la photopériode (lumière et obscurité), ainsi que de l'apport de charbon actif et de divers régulateurs de croissance (BAP, ANA, 2,4-D, AG3 et l'acide salicylique). L'évaluation a concerné plusieurs paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

Les résultats obtenus montrent que la culture in vitro présente un avantage significatif en améliorant le taux de germination et en réduisant le temps de latence comparativement à la culture sous serre et en boîtes de Pétri. Chez l'asperge, la culture sur le milieu solide 1/2 MS à l'état solide, en conditions d'obscurité et enrichie en charbon actif, s'est avérée la plus bénéfique pour optimiser la germination et l'induction des racines. De plus, le milieu liquide a favorisé une croissance significativement plus élevée de la partie aérienne grâce à une meilleure absorption des nutriments. Concernant la modulation hormonale, les milieux aux auxines (ANA et 2,4-D) ont considérablement amélioré le taux de germination de l'asperge, tandis que pour le microbouturage, une concentration modérée de BAP (0,5 mg/L) seule ou combinée à l'ANA (1 mg/l) a induit les meilleures performances en termes de prolifération des pousses, de longueur des tiges et de nombre de feuilles.

Pour ce qui est des stress abiotiques chez le radis, l'augmentation des concentrations de NaCl et de PEG a entraîné une réduction significative du taux de germination, un retard de l'émergence de la radicule, ainsi qu'une diminution de la longueur des tiges et du développement du système racinaire. Les deux variétés ont réagi de manière différente, la variété Rouge Globe s'étant distinguée par une tolérance accrue au stress salin par rapport à Flamboyant. Face à ces contraintes, les plantules de radis ont ajusté leur métabolisme secondaire en activant la biosynthèse de solutés compatibles protecteurs. Cela s'est traduit par une accumulation progressive et significative de sucres solubles, de composés phénoliques totaux, de flavonoïdes et surtout de proline, permettant de maintenir la pression osmotique intracellulaire et de préserver l'appareil photosynthétique par une stabilité de la chlorophylle.

De plus, l'application exogène d'acide gibbérellique a stimulé efficacement la germination et le développement végétatif sous stress, alors que l'acide salicylique (AS) a montré un effet dose-dépendant limitant à forte concentration. La combinaison AS + AG3 est apparue comme la stratégie hormonale la plus efficace grâce à une interaction synergique. Enfin, la présence de charbon actif a permis d'atténuer les effets négatifs du stress hydrique.

Mots Clés : *Asparagus officinalis* L., *Raphanus sativus* L., Germination, Microbouturage, Callogenèse, Stress salin, Stress hydrique.

Abstract :

Drought and salinity are major constraints limiting global agricultural production. Therefore, optimizing culture conditions and understanding plant adaptation mechanisms in response to abiotic stresses are crucial. The objective of this study was to optimize germination, rooting, and early growth conditions in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and to evaluate tolerance to salt (NaCl) and water (PEG) stresses in two radish (*Raphanus sativus* L.) varieties, namely Rouge Globe and Flamboyant.

To achieve this, a series of experiments was conducted under controlled conditions to evaluate the effects of culture media (MS and 1/2 MS), physical state (solid and liquid), photoperiod (light and darkness), activated charcoal supplementation, and various plant growth regulators (BAP, NAA, 2,4-D, GA3, and salicylic acid). The evaluation included several morphological, physiological, and biochemical parameters.

The results showed that in vitro culture significantly improved the germination rate and reduced the germination time compared with greenhouse and Petri dish cultivation. In asparagus, culture on solid 1/2 MS medium under dark conditions supplemented with activated charcoal proved to be the most effective for optimizing germination and root induction.

Furthermore, liquid medium promoted significantly greater shoot growth, likely owing to improved nutrient uptake. Regarding hormonal regulation, media supplemented with auxins (NAA and 2,4-D) significantly enhanced asparagus germination, whereas for micropropagation, a moderate concentration of BAP (0.5 mg/l), either alone or combined with NAA (1 mg/l), produced the best results in terms of shoot proliferation, shoot length, and leaf number.

Regarding abiotic stress in radish, increasing concentrations of NaCl and PEG significantly reduced the germination rate, delayed radicle emergence, and decreased both shoot length and root development. The two varieties responded differently, with 'Rouge Globe' exhibiting greater tolerance to salt stress than 'Flamboyant'. In response to these stresses, radish seedlings adjusted their secondary metabolism by enhancing the biosynthesis of compatible osmolytes.

This resulted in a progressive and significant accumulation of soluble sugars, total phenolic compounds, flavonoids, and particularly proline, thereby helping to maintain intracellular osmotic balance and preserve the photosynthetic apparatus through chlorophyll stability.

Moreover, the exogenous application of gibberellic acid effectively stimulated germination and vegetative growth under stress conditions, whereas salicylic acid (SA) exhibited a dose-dependent effect, becoming inhibitory at high concentrations. The combined application of SA and GA3 emerged as the most effective hormonal treatment because of their synergistic interaction. Finally, the presence of activated charcoal helped alleviate the adverse effects of water stress.

Keywords: *Asparagus officinalis* L., *Raphanus sativus* L., germination, micropropagation; callogenesis, salt stress, water stress.