

# RÉSUMÉ

de la thèse de doctorat :

## SUR L'ACCLIMATATION ET L'AMÉLIORATION DE *SIDERITIS* SPP. EN ROUMANIE

Doctorant : NEACȘU (NEGOȘANU) Geanina

Superviseur scientifique : Prof. Univ. Dr. ASĂNICĂ Adrian

**MOTS CLÉ : germoplasme, particularité phénotypique, technologie de culture, principes bioactifs, germination, viabilité**

En Roumanie, les plantes médicinales sont connues et utilisées depuis l'Antiquité pour leurs propriétés thérapeutiques, alimentaires, ornementales et mellifères. Actuellement, le secteur des plantes médicinales a un potentiel sous-exploité, négativement influencé par le changement climatique, l'érosion des sols et la destruction partielle des habitats naturels et des écosystèmes. Dans ce contexte, les solutions consistent à prélever des espèces endémiques provenant de divers bassins géographiques à l'intérieur et à l'extérieur du pays et à les « domestiquer » en raison de leur plasticité écologique.

Cette thèse de doctorat intitulée « RECHERCHES SUR L'ACCLIMATATION ET L'AMÉLIORATION DE *SIDERITIS* SPP. EN ROUMANIE » comprend les résultats des recherches sur l'introduction de *Sideritis* spp. provenant des régions d'origine dans des programmes d'acclimatation et d'amélioration, le développement des technologies de culture, l'évaluation de la composition biochimique ainsi que des tests de germination et de viabilité. Parmi les cinq espèces étudiées, *S. syriaca*, *S. hyssopifolia* et *S. cypria* ont été introduites en culture **pour la première fois en Roumanie**. Nous pensons qu'il est nécessaire d'aborder ce sujet afin de jeter les bases des connaissances théoriques et pratiques sur la capacité de *Sideritis* à exploiter les conditions climatiques de notre pays, et son introduction en culture dans le but d'obtenir de nouvelles variétés génétiquement stabilisées, avec uniformité phénotypique et un caractère distinctif.

La première partie de cette thèse se compose de trois chapitres qui créent le cadre informatif sur les plantes médicinales et aromatiques.

Le **chapitre I**, intitulé « L'IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DE *SIDERITIS* SPP. », comprend 3 sous-chapitres. Le premier fait référence à l'importance de l'utilisation des plantes médicinales et aromatiques et à la tradition d'utilisation des plantes médicinales en Roumanie. Le deuxième est une radiographie des directions d'utilisation : le large spectre de maladies pour lesquelles le thé *Sideritis* est utilisé comme adjuvant, son utilisation dans l'industrie alimentaire comme thé et agent aromatisant, son utilisation à des fins pharmaceutiques en fonction de la composition biochimique, l'utilisation dans l'industrie cosmétique ainsi que son rôle de plante ornementale et mellifère. Le troisième sous-chapitre résume les principaux composés chimiques présents dans la plupart des espèces de *Sideritis* : terpènes, composés phénoliques et flavonoïdes, huiles essentielles et minéraux.

Le **chapitre II**, « ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR *SIDERITIS* SPP. », structuré en 5 sous-chapitres, présente l'origine, la distribution et la taxonomie des espèces de *Sideritis*, une brève description des principales espèces connues, la Liste Rouge des espèces menacées, les moyens de conservation des ressources génétiques in situ et ex situ, et les connaissances actuelles sur la culture du *Sideritis* dans les pays où il est endémique, récolté de manière incontrôlée et où sa culture est devenue une nécessité : la Bulgarie, la Grèce et la Turquie.

Le **chapitre III**, « ACLIMATATION ET AMÉLIORATION DE *SIDERITIS* SPP. EN ROUMANIE », présente les recherches menées jusqu'à présent en Roumanie, les expériences et les performances enregistrées par le chercheur Costel Vinătoru, qui a introduit *Sideritis* en Roumanie en 2015 et qui, quatre ans plus tard, a réussi à obtenir la première variété roumaine de *S. scardica* enregistrée dans le Catalogue officiel des plantes cultivées en Roumanie sous la dénomination commerciale Domnesc.

La deuxième partie comprend des recherches personnelles et est structurée en 6 chapitres.

Le **chapitre IV**, « BUT ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE », présente le but poursuivi, celui d'introduire cinq espèces de *Sideritis* dans des processus d'amélioration et d'acclimatation aux conditions pédoclimatiques de notre pays et de les suivre pendant trois cycles de croissance pour *S. scardica* L., *S. scardica* L. var. Ossa, *S. syriaca* L., *S. hyssopifolia* L. (2021-2023) et deux cycles de croissance pour *S. cypria* (2022-2023). Les objectifs étaient d'évaluer, d'étudier et de surveiller les géotypes identifiés, de déterminer les corrélations entre les descripteurs quantitatifs et qualitatifs par analyse statistique avec des implications pour les processus de sélection, de développer la technologie de culture, d'évaluer la composition biochimique et de déterminer la germination et la viabilité. La nécessité de cette étude réside dans l'identification de solutions pour s'adapter au changement climatique, accroître la biodiversité, promouvoir et accroître l'intérêt pour la consommation d'une plante médicinale ayant un potentiel pour la prévention et le traitement de maladies graves telles que les maladies neurodégénératives ou le cancer.

Le **chapitre V**, « SITE ET CADRE DE L'EXPÉRIENCE », décrit le cadre naturel de la forêt de Crâng, une réserve forestière botanique du département de Buzău, qui héberge la Banque de ressources phytogénétiques pour les légumes, la floriculture et les plantes médicinales et aromatiques de Buzău, propriétaire du champ expérimental où la recherche a été effectuée. La caractérisation du sol, toutes les déterminations des plages de température enregistrées, le régime des pluies et des vents montrent que la zone décrite se situe dans la zone II de favorabilité pour les plantes aromatiques et médicinales.

Le suivi des conditions climatiques entre 2021-2023 a confirmé la manifestation du phénomène de réchauffement climatique, qui s'est matérialisé en Roumanie par une augmentation des contrastes thermo-pluviométriques. La caractérisation thermique a révélé l'absence de températures négatives au cours des hivers des trois dernières années, ce qui a éliminé le risque de gel du sol des cultures pérennes de *Sideritis*. Le contexte climatique de l'été 2021 a été favorable à un enracinement optimal et à la formation de rosettes foliaires, tandis que l'apparition de la sécheresse du sol en juillet-septembre et l'absence de précipitations abondantes ont assuré la croissance des plantes et éliminé le danger d'engorgement au niveau des tiges et le risque de pourriture pubescente des feuilles. En 2022 et 2023, les températures élevées de février-mars ont favorisé le début de la croissance végétative des espèces de *Sideritis* et la présence de fortes rafales de vent caractéristiques de la région de Buzău n'a pas affecté les plantes en raison du fort enracinement et des tiges lignifiées à la base des buissons, qui confèrent une résistance à la rupture. Les moyennes mensuelles du mois d'avril ont été favorables à la formation des tiges fleuries. Les étés des deux années ont été caractérisés par la sécheresse et de faibles précipitations, des conditions climatiques similaires à celles de la zone d'origine, que les plantes ont exploitées efficacement à travers les phénophases du développement des tiges florales, de la floraison maximale et de la formation et maturation des graines.

Le **chapitre VI**, « ÉVALUATION DE LA BASE DE GERMOPLASME », est structuré en 3 sous-chapitres : Introduction, Matériel et méthode et Résultats et discussion.

Le matériel génétique impliqué dans l'étude est représenté par un certain nombre de 18 géotypes : *S. scardica* avec les géotypes G01, G02, G03, G04, G05 et le cultivar Domnesc, *S. scardica* var. Ossa avec les géotypes G06, G07, *S. syriaca* avec les géotypes G08, G09, G10, G11, G12, *S. hyssopifolia* avec les géotypes G13, G14, G15, G16, G17 et *S. cypria* avec le géotype G18.

Les méthodes d'amélioration utilisées ont été les suivantes : une sélection individuelle répétée l'année I à partir d'une population hétérogène afin de rassembler tous les géotypes de valeur caractérisés par une croissance vigoureuse, une masse foliaire élevée, une floraison concentrée pour une récolte optimale et des arômes forts ; au cours des années II et III, une sélection de masse négative a été pratiquée pour éliminer les formes inadaptées de la culture. La caractérisation des géotypes s'est appuyée sur 37 descripteurs agromorphologiques, dont 17 analysaient les traits qualitatifs des plantes et 20 analysaient les traits quantitatifs.

Les résultats et les discussions sur la production et le développement des semis ont mis en évidence de très bons pourcentages de germination, à l'exception de *S. cypria* et *S. glacialis* qui n'ont pas germé. En

surveillant les phénotypes caractéristiques de l'année I, du semis à la plantation des plantules, le taux quotidien cumulé de développement a été établi afin de comparer les stades de croissance, les génotypes étant classés en quatre catégories : précoces (G13, G14, G15, G16, G17), normales (le cultivar Domnesc, G01, G02, G03, G04, G05, G06, G07), tardifs (G08, G09, G10, G11, G12) et très tardifs (G18). Au cours des années II et III de culture, en suivant les phénomènes de développement depuis l'émergence des tiges florales jusqu'à la récolte des graines, les espèces ont été classées comme suit : précoces (*S. syriaca*) avec un minimum de 75 jours, normales (*S. scardica* et *S. scardica* var. Ossa) avec un total de 79 jours et tardives (*S. hyssopifolia*) avec un maximum de 83 jours.

Les résultats sur le développement de la technologie de culture ont pris en compte les caractéristiques de croissance et de développement de chaque espèce. Les distances de plantation étaient les plus élevées pour *S. syriaca*, caractérisée par des tiges longues et arquées générant de grands diamètres de plantes, moyennes pour *S. scardica* avec des tiges florales érigées et vigoureuses et une croissance équilibrée horizontalement, suivies par *S. scardica* var. Ossa avec une vigueur modérée et des tiges fleuries plus petites et *S. hyssopifolia* avec une faible vigueur et les plus petites tiges, courtes et érigées.

Les observations sur la variabilité des descripteurs qualitatifs ont confirmé la biodiversité de la collection de germoplasme et l'utilisation de la classification ascendante hiérarchique (AHC) a généré un dendrogramme qui a classé la collection de germoplasme en fonction de la forme et des traits des parties aériennes supérieures des génotypes. Les quatre groupes résultants correspondent en fait aux quatre espèces étudiées : groupe 1 - *S. scardica*, groupe 2 - *S. syriaca*, groupe 3 - *S. scardica* var. Ossa et groupe 4 - *S. hyssopifolia*.

*S. scardica* a montré des différences très significatives dans la masse végétative, G05 obtenant le meilleur rendement/plante en raison du poids élevé de la tige florale. Les corrélations entre génotypes ont montré une interdépendance entre le nombre de branches principales et la masse végétative. L'épaisseur des feuilles est un indicateur du degré de pubescence et un critère de sélection important. G01 a montré des différences fortement significatives et des valeurs maximales pour ce descripteur. G05 et G03 sont recommandés à des fins ornementales.

*S. scardica* var. Ossa n'a pas révélé de différences très significatives dans les caractéristiques morphologiques des feuilles et des tiges des deux génotypes. En termes de rendement, le génotype G06 a enregistré des valeurs maximales en 2022, tandis qu'en 2023 des valeurs plus élevées ont été obtenues en G07 en raison de l'augmentation du nombre de tiges fleuries. L'analyse statistique a révélé des différences significatives en termes de hauteur et de développement horizontal uniquement en 2023. Des corrélations très significatives ont été signalées entre le diamètre de la plante et la masse végétative.

*S. syriaca* a montré des différences très significatives au cours de l'année III de culture pour le descripteur masse végétative avec un maximum en G11. Les éléments de rendement ont montré des différences significatives entre les génotypes avec la valeur la plus élevée en G09 dans les deux années de culture, en raison du degré de développement plus élevé et du grand nombre de tiges florales. Aucune variation significative n'a été signalée pour les descripteurs quantitatifs concernant la morphologie des feuilles et des tiges. En 2023, année de croissance maximale, le suivi de la hauteur et du diamètre du G10 a révélé des différences très significatives, les valeurs les plus élevées étant mises en évidence dans le même génotype, le G10.

*S. hyssopifolia* a montré une bonne capacité d'adaptation aux conditions climatiques, démontrée par la formation de tiges fleuries depuis l'année I. Elle s'est distinguée par une petite taille, une coloration verte intense de ses parties aériennes supérieures due à l'absence de poils glandulaires, la forme de ses feuilles ressemblant à celle de l'hysope, et un arôme spécifique très fort et persistant. Des différences très significatives ont été enregistrées dans le descripteur masse végétative des tiges fleuries au cours des deux années, avec des valeurs maximales en G14. Au cours de l'année III de culture, le G15 a eu la valeur de hauteur la plus élevée et le G17 a eu la valeur de diamètre la plus élevée.

*S. cypria* a montré une croissance extrêmement lente au cours des deux années, avec des différences modérément significatives entre les paramètres quantitatifs. L'espèce s'est distinguée par une couleur blanc argenté très prononcée due à un niveau de pubescence extrêmement élevé, qui donne également une épaisseur de feuille prononcée.

Le **chapitre VII**, « ÉVALUATION DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE », présente des informations sur la variabilité de la teneur en composés chimiques en fonction de l'espèce, du moment de la récolte et de la fraîcheur des tiges florales. Les déterminations ont été effectuées dans le Laboratoire d'analyse sensorielle du Centre de recherche pour l'étude de la qualité des produits agroalimentaires, qui fait partie de l'Université de Sciences Agronomiques et de Médecine Vétérinaire de Bucarest.

La teneur en matière sèche a été déterminée par la méthode gravimétrique mais n'a pas été pertinente, la teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode spectrophotométrique Folin-Ciocalteu, l'activité antioxydante de piégeage des radicaux DPPH a été réalisée à l'aide du test DPPH et la teneur en huiles essentielles des feuilles et des fleurs des espèces étudiées a été déterminée par l'analyse GC-MS.

La teneur totale en polyphénols a montré les valeurs les plus élevées chez *S. hyssopifolia* au cours des deux années de culture, tandis que *S. scardica* et *S. syriaca* ont montré des valeurs légèrement inférieures.

L'évaluation de la capacité antioxydante n'a révélé aucune différence significative entre les espèces analysées en 2022, la valeur maximale étant enregistrée chez *S. hyssopifolia* et des valeurs proches chez *S. syriaca* et *S. scardica*. En 2023, *S. scardica* a montré la plus forte activité antioxydante, suivie à un très faible intervalle par *S. hyssopifolia*, tandis que *S. syriaca* a eu le niveau antioxydant le plus bas. L'analyse des corrélations entre la teneur totale en polyphénols et l'activité antioxydante a révélé des valeurs positives modérées en 2023 chez *S. syriaca*, qui a été récoltée au stade de la floraison maximale, et des valeurs positives fortes chez *S. hyssopifolia*, qui a montré un très bon potentiel pour utiliser pleinement les conditions pédo-climatiques, technologiques et nutritionnelles existantes.

La détermination de la composition et des concentrations d'huiles essentielles chez *S. hyssopifolia* a montré une configuration nettement supérieure par rapport aux deux autres espèces, confirmée par la présence constante de deux composés moléculaires très précieux : l'alpha-bisabolol et l'alpha-pinène, avec des poids très élevés, dépassant la moitié du poids total.

La grande variation de la composition chimique des trois espèces *S. scardica*, *S. syriaca* et *S. hyssopifolia* peut s'expliquer par les différentes conditions climatiques au cours des deux années de culture, la réponse des plantes aux facteurs de stress abiotique et donc les différents degrés d'acclimatation.

Le **chapitre VIII**, « DÉTERMINATION DE LA VIABILITÉ ET DE LA CAPACITÉ GERMINATIVE DE *SIDERITIS* SPP. », a établi le taux de germination, la possibilité de l'existence d'une dormance des graines chez *S. scardica*, *S. scardica* var. Ossa, *S. syriaca* et *S. hyssopifolia* en 2023 et leur vitalité dans le temps, et chez *S. scardica* en 2019, 2020, 2021 et 2023. Des conditions identiques de température, d'humidité et de lumière dans la chambre de germination ont été utilisées pour déterminer la germination, à la différence que dans la méthode 2 les échantillons ont été humidifiés avec une solution d'acide gibbéréllique pour éliminer l'état de dormance. Le test du tétrazolium pour la coloration rouge des structures montrant une activité respiratoire a été utilisé pour tester la viabilité.

*S. scardica* var. Ossa a montré le pourcentage de germination le plus élevé et *S. hyssopifolia* le plus faible. En traitant les graines avec de l'acide gibbéréllique pour faciliter la germination, *S. hyssopifolia* a réagi le mieux, ce qui rend possible l'existence d'une dormance des graines qui peut être rompue dans des conditions de prétraitement. *S. scardica* a eu une germination adéquate et uniforme dans toutes les méthodes de test utilisées. Dans les tests de viabilité, *S. scardica* var. Ossa a montré la valeur la plus élevée, suivie de près par *S. scardica* et *S. syriaca*. *S. scardica* var. Ossa a montré le potentiel de germination le plus élevé mais aussi le risque de blocage dû à la dormance. Cela explique la germination déficitaire dans des conditions de terrain où un grand nombre de plantes ont montré une faible vigueur et n'ont pas pu survivre dans des conditions inappropriées des facteurs externes (températures élevées, sécheresse).

Le **chapitre IX**, « CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RECOMMANDATIONS », contient les conclusions générales tirées de l'expérience.

Il a été constaté que toutes les espèces de *Sideritis* étudiées présentent un intérêt alimentaire, médicinal, mellifère et ornemental. Du point de vue alimentaire, *S. scardica* var. Ossa a la saveur la plus agréable et la plus forte. Du point de vue médicinal, *S. hyssopifolia* présente la plus forte concentration d'antioxydants et d'huiles essentielles bénéfiques pour la santé. Elle a également montré le meilleur

potentiel d'acclimatation, raison pour laquelle elle a été proposée pour approbation en 2024 sous le nom provisoire Enescu.

Pour la culture en plein champ, nous recommandons de suivre la technologie de culture développée. La culture peut être maintenue pendant un maximum de 6 ans, avec des résultats optimaux au cours de l'année III de culture. L'absence de maladies et de ravageurs pendant l'étude recommande une culture réussie en système écologique.

Nous recommandons de surveiller le génotype G05 qui s'est révélé le plus productif, compte tenu de l'importance de la production pour les plantes médicinales. En ce qui concerne la germination, il est optimal d'utiliser des graines âgées de moins de trois ans.

Étant donné que les *Sideritis* spp. étudiées se sont très bien adaptées aux conditions climatiques du sud-est de la Roumanie et leur importance économique, il est recommandé de poursuivre les recherches afin d'homologuer de nouvelles variétés et de les utiliser comme sources de matériel génétique pour une culture à grande échelle en Roumanie en tant que plante médicinale thérapeutique.