

RESUME

de la thèse de doctorat:

Recherches sur l'application de certains liens technologiques du système de l'agriculture durable à la culture de soja (*Glycine max.* L. Merrill) dans les conditions de la région de Moara Domnească, Ilfov

élaborée par: CAPĂȚĂNĂ M. Nicoleta

dirigée par Prof. univ. dr. Prof. univ. dr. MARIN Doru Ioan

Mots-clés : soja, *Glycine max* L., système minimal de labour du sol, système classique de culture du sol, doses d'engrais, bactéries, production de céréales, production de protéine, production d'huile, efficacité économique.

Le soja (*Glycine max.* (L) Merrill) est, sans doute, l'une des plantes de culture de grande valeur agronomique et économique, étant tout d'abord une source majeure de protéines (40%), d'huiles (20%), d'hydrates de carbone (28%) et de minéraux (5%), mais aussi en raison de sa capacité à fixer l'azote moléculaire par les nodosités résultant de la symbiose avec les bactéries *Bradyrhizobium japonicum*, ce qui a des conséquences directes sur le circuit de l'azote dans la nature, étant une source importante d'énergie renouvelable.

La thèse intitulée "*Recherche sur l'application de certains liens technologiques du système de l'agriculture durable à la culture du soja (Glycine max. L. Merrill) dans les conditions de la région, Ilfov*" visait à analyser le comportement et l'adéquation de certaines variétés de soja dans les conditions climatiques au sud-est de la Roumanie, afin d'évaluer les effets et optimisation des systèmes de sol minimaux et conventionnels et de fertilisation sur la culture de soja, afin de garantir une production économiquement durable et une consommation minimale de ressources.

La thèse est structurée en **9 chapitres**. Le **Chapitre I** présente l'origine, l'importance, la situation des zones cultivées et des rendements des cultures de soja aux niveaux mondial et national. Le **Chapitre II** présente l'état actuel des connaissances sur la culture du soja, qui contient des informations sur la systématique de la culture, les particularités biologiques, la relation avec les facteurs de végétation, les zones favorables et les techniques de culture. Les éléments technologiques étudiés dans la culture de soja dans ce chapitre concernent à la fois les aspects technologiques liés à l'influence du système de travail du sol (système conventionnel (SC) et système minimal (SM)), ainsi que l'influence de la fertilisation minérale et des bactéries de fixation de l'azote *Bradyrhizobium japonicum* sur la culture de soja.

Une plante très précieuse du point de vue économique, alimentaire et agronomique, le soja *Glycine Max L. (Merrill)* a de multiples implications pour la nutrition humaine, les fourrages pour

les animaux et l'industrie (Roman et al., 2011; Chetan et al., 2014), elle est cultivée principalement en raison de sa forte teneur en protéines et en huile (Subramanian et Smith, 2013), car "un tiers des huiles alimentaires du monde et deux tiers de la masse protéique sont dérivés de graines de soja" (Bellaloiu et al., 2011, p.2). En plus des nombreuses utilisations dues principalement à la valeur nutritive de la culture (Popescu et Roman, 2008), le soja est considéré comme une plante d'amélioration (Chețan et al., 2014), qui a la capacité de fixer l'azote moléculaire de l'atmosphère (Popescu et Roman, 2008) à travers les nodosités résultant de la symbiose avec les bactéries *Bradyrhizobium japonicum*. La fixation et l'assimilation de l'azote moléculaire par les légumineuses (Popescu et Roman, 2008) représentent une source sûre d'énergie renouvelable (Rotaru, 2009) ayant la capacité de remplacer avec succès les engrais azotés synthétiques (Kovačević et al., 2011) et d'améliorer au cours du temps la fertilité du sol (Bohlool et al., 1992; Cass et al., 1994; Tago et al., 2011; Matsumiya et al., 2013; Ferguson, 2013).

Le **Chapitre III** présente les objectifs de la recherche, les méthodes de recherche appliquées et le matériel biologique étudié. L'objectif principal de la recherche était d'identifier les moyens techniques permettant d'accroître l'efficacité et le potentiel de production de la culture du soja dans les conditions pédoclimatiques spécifiques du sud-est de la Roumanie (Moara Domnescă, Ilfov). Afin de réaliser les objectifs proposés, deux expériences polyfactorielles ont été mises en place dans le champ expérimental de la Faculté d'Agriculture de la Ferme Didactique Moara Domnescă, organisées en trois répétitions: **l'Expérience 1** a étudié "l'influence du système de culture du sol sur un type de variétés de soja dans les conditions de Moara Domnescă - Ilfov", tandis que dans **l'Expérience 2**, des recherches ont été menées sur "l'influence de la fertilisation sur un type de variétés de soja dans les conditions de Moara Domnescă - Ilfov".

Dans **l'Expérience 1**, les facteurs suivants ont été étudiés: *Facteur A*, système de travail du sol: a₁ - labour à 20 cm (A₂₀, Témoin), a₂ - écrasement à 20 cm (C₂₀); a₃ - écrasement à 40 cm (C₄₀); a₄ - disque à 10 cm (D); a₅ - disque/labour à 20 cm (D/A₂₀); a₆ - disque/écrasement à 40 cm (D/C₄₀); *Facteur B*, la variété à deux graduations: b₁ - Carla, 000; b₂-PR92B63, 0; *Facteur C*, bactérisation: c₁ - bactérisé; c₂ - non bactérisé; et dans **l'Expérience 2** on a testé les facteurs suivants: *Facteur A*, variétés de soja: a₁ - Carla; a₂ - PR92B63; *Facteur B*, fonds de fertilisation: b₁ - N₀P₆₀K₀ (Témoin); b₂ - N₀P₆₀K₀+fertilisation foliaire (F); b₃ - N₄₅P₆₀K₀; b₄ - N₄₅P₆₀K₀+fertilisation foliaire (F); b₅ - N₄₅P₆₀K₄₅; b₆ - N₉₀P₆₀K₄₅; *Facteur C*, bactérisation: c₁ - bactérisé; c₂ – non bactérisé.

Le **Chapitre IV** présente le cadre institutionnel et les conditions pédoclimatiques dans

lesquels les recherches ont été menées. Les expériences ont été placées sur un sol de type préluvosoil rougeâtre de la classe de Luvisols, à texture argileuse (teneur en argile de 40%), à pH modérément acide (5,2 à 5,4) et à faible teneur en humus, de 2,1% à 2,2% (Mihalache 2010). Les recherches ont été effectuées à la Ferme Didactique Moara Domnească, qui fait partie de la Station Didactique Belciugatele, située dans le département d'Ilfov, à environ 17 km de Bucarest, et qui appartient à l'USAMV Bucarest.

Les conditions climatiques de la région ont considérablement influencé le développement des plantes de soja. Ainsi, au cours des deux années d'expérimentation (2015-2016), les conditions climatiques ont varié par rapport aux valeurs normales pendant les périodes où les plantes avaient des besoins maximaux en eau : à la levée, à la floraison et pendant la phase de formation des organes reproducteurs.

Le **Chapitre V** présente les résultats de la recherche sous l'influence des travaux du sol (**Expérience 1**) pour les deux campagnes agricoles 2014/2015 - 2015/2016 au cours desquelles les recherches ont été effectuées. Dans ce contexte, pour lever, les plantes de soja avaient besoin de 4 à 5 jours de plus pour le **système minimal** (SM) avec une densité moyenne de 295 000 pl/ha en 2015 et une densité moyenne de 310 000 pl/ha en 2016.

Au cours de l'année agricole 2014/2015, la variété Carla a mûri 144 jours après le semis et la variété PR92B63 a été récoltée 186 jours après le semis. En 2015, les variantes bactérisées ont eu le rendement le plus faible, de 1961,4 kg grains/ha, enregistré par la variété Carla dans la variante de labour avec disque, et le rendement le plus élevé, de 2 566,1 kg grains/ha, réalisé par la variété PR92B63 dans la version de labour à disque/burin à 40 cm. Dans les variantes non bactérisées, le rendement en grains le plus bas était de 1879,6 kg/ha, enregistré par la variété Carla, pour laquelle on a fait le labour au disque, et le rendement en grains le plus élevé, de 2408,4 kg/ha, réalisé par PR92B63 dans la variante labourée avec disque à 20 cm. Le taux de croissance moyen dû à la bactérisation au cours de l'année agricole 2014/2015 était de 116,5 kg/ha, le rendement moyen des types de variétés dans les variantes bactérisées a augmenté de 5,2% par rapport à celui des variétés non bactérisées.

Au cours de l'année agricole 2015/2016, la variété Carla est arrivée à maturité 154 jours après le semis et la variété PR92B63 a été récoltée 195 jours après le semis. Sur la base des résultats enregistrés, pour l'année agricole 2015/2016, pour les variantes bactérisées, le rendement le plus faible était de 2205 kg grains/ha, réalisé par Carla dans la variante labourée au disque, et le rendement le plus élevé était de 2711,9 kg/ha, enregistré par PR92B63 pour le sol labouré au disque/burin à 40 cm. Dans les variantes non bactérisées, le rendement en grains le plus bas était

de 2 082,7 kg/ha, enregistré par Carla pour le labour au disque, et le rendement le plus élevé de 2577,5 kg/ha réalisé par PR92B63, la variante labourée au disque à 20 cm. Le taux de croissance moyen par la bactérisation au cours de la campagne agricole 2015/2016 était de 132,5 kg/ha, le rendement moyen en grains des variétés de variantes bactérisées était de 5,5% supérieur à celui des variétés non bactérisées.

En moyenne, pour les deux années de recherche, dans les variantes bactérisées, le rendement moyen le plus faible était de 2083,2 kg grains/ha, réalisé par Carla dans la variante de labour au disque et le rendement le plus élevé de 2639,0 kg grains/ha, enregistré par PR92B63 dans la variante de labour au disque/burin à 40 cm. Dans les variantes non bactérisées, le rendement moyen le plus faible était de 1981,2 kg/ha, enregistré par Carla pour la variante à disque, et le plus élevé était de 2492,9 kg/ha, réalisé par PR92B63 dans la variante de labour au disque/burin à 40 cm. Le taux de croissance moyen dû à la bactérisation pour les deux années d'expérimentation était de 124,5 kg/ha, le rendement moyen des types des variétés dans les variantes bactérisées était de 5,4% plus élevé que celui des variétés non bactérisées.

Le **Chapitre VI** présente les résultats des deux campagnes agricoles étudiées, 2014/2015 - 2015/2016, obtenus sous l'influence de la fertilisation (**Expérience 2**). Au cours de l'année agricole 2014/2015, la germination et la levée des plantes de soja ont duré 24 jours après le semis, soit une densité moyenne de 265 000 pl/ha. Selon les résultats enregistrés pour la variante bactérisée au cours de la campagne agricole 2014/2015, le rendement en grains le plus faible était de 1455,7 kg/ha, obtenu par la variété Carla lors de la fertilisation avec $N_0P_{60}K_0$, et le plus élevé de 2466,4 kg/h, enregistré par PR92B63 fertilisé à $N_{90}P_{60}K_{45}$ tandis que dans les variantes non bactérisées le rendement en grains le plus faible était de 1364,4 kg/ha enregistré par Carla à la fertilisation $N_0P_{60}K_0$ et le plus élevé de 2388,4 kg/ha enregistré par PR92B63 à la fertilisation $N_{90}P_{60}K_{45}$. L'augmentation moyenne par la bactérisation au cours de la campagne agricole 2014/2015 était de 85 kg/ha, les rendements moyens des variétés bactérisées ont augmenté de 4,6% par rapport à ceux des variétés non bactérisées.

Dans les conditions climatiques au cours de l'année agricole 2015/2016, les variétés ont eu besoin de 22 jours pour germer et lever, avec une densité moyenne de 270 000 pl/ha. Pour l'année agricole 2015/2016, pour les variantes bactérisées, les rendements en grains les plus faibles étaient de 1550,8 kg/ha réalisé par PR92B63 fertilisé à $N_{92}P_{60}K_0$, et les plus élevés étaient de 2698,0 kg/ha, enregistrés par Carla fertilisé à $N_{90}P_{60}K_{45}$. Dans les variantes non bactérisées, les rendements en grains les plus faibles étaient de 1517,0 kg/ha obtenus par le PR92B63 lors de la fertilisation avec $N_0P_{60}K_0$ et les plus élevés étaient ceux de Carla avec 2610,8 kg/ha à fertilisation

N₉₀P₆₀K₄₅. Le taux de croissance moyen par bactérisation pour la campagne agricole 2015/2016 était de 56,4 kg/ha, les rendements moyens des grains des variétés des variantes bactérisées enregistrant une augmentation de 2,8% par rapport à ceux des variétés non bactérisées.

En moyenne sur les deux années d'expérimentation, dans les variantes bactérisées, les rendements en grains les plus faibles étaient de 1533,0 kg/ha pour Carla fertilisé à N₀P₆₀K₀ et les plus élevés étaient de 2551,7 kg/ha enregistré avec le PR92B63 fertilisé à N₉₀P₆₀K₄₅. Dans les variantes non bactérisées, les rendements en grains les plus faibles étaient de 1464,6 kg/ha enregistrés par Carla fertilisé à N₀P₆₀K₀ et les plus élevés de 2483,4 kg/ha enregistrés avec le PR92B63 fertilisé à N₉₀P₆₀K₄₅. Le taux de croissance moyen par la bactérisation au cours des deux années de recherche était de 70,7 kg/ha, les rendements moyens en grains des variétés des variantes bactérisées étaient supérieur de 3,7% à ceux des variétés non bactérisées.

Le **Chapitre VII** présente les résultats sur l'efficacité économique de la culture du soja dans les conditions climatiques spécifiques du sud-est de la Roumanie. Selon les données enregistrées, dans l'**Expérience 1** pour les variantes bactérisées, le profit net moyen enregistrait la valeur la plus basse de 1186,0 lei pour le labour à disque et le plus élevé de 1655,7 lei pour le labour à disque/burin à 40 cm. Dans les variantes non bactérisées, la plus faible valeur du profit net était de 1009,8 lei enregistrée dans la variante du labour avec le disque et la plus élevée de 1455,9 lei pour la variante de labour à disque/burin à 40 cm, la bactérisation enregistrant une augmentation du profit net moyen de 164,5 lei, avec 13,3% plus élevé que le non bactérisé. Le meilleur rendement économique a été enregistré avec la variété PR92B63 dans la version bactérisée au labour à disque/burin à 40 cm avec un profit net de 1730,9 lei et un rendement de 0,5 lei profit pour un investissement de 1,6 lei.

Influencé par la variété, la fertilisation et la bactérisation, le profit net moyen a enregistré dans l'**Expérience 2**, pour les variantes bactérisées, la valeur la plus basse de 281,4 lei pour N₀P₆₀K₀ + F et la plus élevée de 1232,5 lei pour N₉₀P₆₀K₄₅. Pour les variantes non bactérisées, le profit net moyen le plus faible était de 194,2 lei (variante N₀P₆₀K₀ + F) et le plus élevé de 1147,0 lei (variante N₉₀P₆₀K₄₅), la bactérisation ayant généré une augmentation moyenne du profit net de 84,8 lei, de 14,3% plus élevé par rapport au non bactérisé. Le meilleur rendement économique a été enregistré par PR92B63 (dans la variante bactérisée et fertilisée N₉₀P₆₀K₄₅) de 0,3 lei profit à un investissement de 1,4 lei, avec un profit net de 1248,7 lei.

Le **Chapitre VIII** présente les conclusions et recommandations formulées sur la base des résultats des deux années d'expérimentation. D'après les données enregistrées dans l'**Expérience 1**, on observe que le système minimal à disque/burin à 40 cm (D/C₄₀) et C₄₀ est une solution

efficace de traitement des sols pour les conditions spécifiques à la zone. De plus, quelle que soit la bactérisation, les résultats ont révélé que sous l'influence du système de travail du sol, afin de valoriser à la fois la production de grains et les paramètres qualitatifs de celle-ci, on recommande la culture de la variété PR92B63. En ce qui concerne l'**Expérience 2**, la variété semi-précoce PR92B63 s'est révélée supérieure à la variété Carla très précoce, tant dans ses variantes bactérisées que dans celles non bactérisées. Ainsi, pour les conditions qui règnent à Moara Domnească, il est recommandé de cultiver la variété PR92B63, la bactérisation des semences avant le semis et la fertilisation avec des engrais complexes NPK.

