



UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ DIN BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ DE INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL RESURSELOR VEGETALE
ȘI ANIMALE

Domeniul: Horticultură



TEZĂ DE DOCTORAT

**STUDIU PRIVIND INFLUENȚA ANUMITOR FACTORI ASUPRA
CREȘTERII ȘI DEZVOLTĂRII UNOR SPECII LEGUMICOLE
CULTIVATE ÎN SISTEMUL NUTRIENT FILM TECHNIQUE**

Doctorand: *ing.* CHAN Sovorn

Conducător științific:

***Prof. Univ. Dr. Habil.* DRĂGHICI Elena Maria**

**București
2024**

REZUMAT

al tezei de doctorat intitulată:

STUDIU PRIVIND INFLUENȚA DIFERIȚILOR FACTORI ASUPRA CREȘTERII ȘI DEZVOLTĂRII UNOR SPECII DE LEGUME ÎN SISTEMUL TEHNICII FILMULUI NUTRITIV

PhD-student: **CHAN Sovorn**

Scientific coordinator: **Prof. Univ. Dr. Habil. DRĂGHICI Elena Maria**

Cuvinte cheie: salată, brassica, amarantus, sistemul NFT

Această teză de doctorat, intitulată „*Studiu privind influența diferiților factori asupra creșterii și dezvoltării unor specii de legume în sistemul tehnicii filmului nutritiv*” prezintă rezultate științifice semnificative obținute în urma cercetării desfășurate la Facultatea de Horticultură a USAMV, București, România. Mai multe studii din cercetare au fost publicate în reviste științifice și sunt accesibile online în volume ale conferințelor internaționale.

Teza abordează un subiect inovator major legat de factorii tehnologici de cultivare în cadrul sistemului NFT, concentrându-se pe specii de legume cu frunze, precum salata, brassica și amarantus. Aceste specii sunt considerate culturi esențiale datorită valorii lor nutriționale, consumului și aspectelor economice pentru părțile interesate implicate în lanțul de aprovizionare. Recent, cultivarea legumelor în spații protejate în sistem hidroponic NFT a devenit un scenariu atrăgător și este prioritizată de mulți fermieri și cercetători. Această tendință se datorează numeroaselor avantaje și beneficii oferite de acest sistem, precum economia de forță de muncă, eficiența utilizării substanțelor nutritive, respectul pentru mediul înconjurător, reducerea riscului de atacuri dăunătoare, productivitatea ridicată, ritmurile rapide de creștere și capacitatea de aprovizionare pe tot parcursul anului. Obiectivele tezei au fost de a evalua diferiți factori, inclusiv influența îngrășămintelor asupra răsadurilor de salată, condițiile optime de cultură pentru speciile de salată în sistemul NFT, precum și producția speciilor de *Brassica* și *Amarant* folosind sistemul NFT. Aceste obiective au avut scopul de a ne aprofunda înțelegerea, îmbunătăți și disemina tehnologiile de cultivare asociate acestor culturi. Teza constă într-un rezumat, o introducere, șapte capitole, o bibliografie, anexe și o listă a lucrărilor publicate de autor. Lucrarea are 181 de pagini, incluzând tabele, figuri, 144 de referințe din diferite surse internaționale și 6 anexe.

Prezenta teză are două părți: partea I (studiu bibliografic: un capitol) și partea II (cercetare proprie: șase capitole).

În Capitolul I, se discută originea și istoricul speciei, împreună cu descrieri detaliate ale genului, familiei și clasificării sistematice. Capitolul acoperă, de asemenea, caracteristicile morfologice, tehnicile de cultivare, semnificația și producția speciei.

Lactuca sativa L., cunoscută în mod obișnuit sub numele de salată, face parte din familia Asteraceae și este clasificată în ordinul *Asterales*. Se crede că provine din Egipt în jurul anului 2500 î.Hr. Salata este folosită pe scară largă ca legumă datorită beneficiilor sale fitochimice pentru sănătatea umană. Cultivarea acestei specii necesită condiții specifice de mediu: o temperatură cuprinsă între 17 și 28 °C în timpul zilei și între 3 și 12 °C noaptea; o intensitate a luminii de la 350 la 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{S}^{-1}$; umiditatea relativă (UR) între 50 și 70%; un nivel al pH-ului cuprins între 5,6 și 6,2; și o conductivitate electrică (CE) între 0,8 și 2,0 ms/cm.

Specii de *Brassica* precum frunzele de muștar (*Brassica juncea* L.), choy sum (*Brassica rapa* L.) și varza chinezească (*Brassica oleracea* L.) aparțin familiei Brassicaceae, cunoscută anterior sub numele de Cruciferae, din ordinul *Brassicales*. Această familie are o istorie evolutivă semnificativă, cu strămoși sălbatici datând de acum 24 de milioane de ani în Africa și Peninsula Arabică. Aceste culturi au fost folosite ca legume,

condimente și în scopuri farmaceutice datorită conținutului lor bogat de vitamine, minerale, compuși volatili, fibre alimentare și alte componente benefice. Condițiile optime pentru cultivarea lor includ o temperatură cuprinsă între 16-28 °C, o intensitate luminoasă de 400-600 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, niveluri de pH între 5,8-7,0 și un nivel de conductivitate electrică (CE) de 1,2-2,4 mS/cm pentru muștar și choy sum și 1,8-3,0 mS/cm pentru varza chinezească.

Amaranth viridis L. aparține familiei Amaranthaceae, din ordinul Caryophyllales. Este o cultură străveche, cu o istorie de 5000–7000 de ani, folosită inițial ca aliment de bază de către vechii azteci în Mexic. Amarantul este cunoscut pentru conținutul său bogat de proteine, vitamine și minerale, precum și pentru abundența de compuși fitochimici care contribuie la sănătatea umană. Această cultură versatilă își găsește aplicații în industria alimentară, cosmetică și farmaceutică datorită proprietăților sale nutriționale și medicinale. Intervalul ideal de temperatură pentru creștere este de 20-30°C, cu o intensitate a luminii de 1240-1260 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Intervalul de pH optim pentru creștere este între 5,5-7,5, în timp ce un nivel mai ridicat de conductivitate electrică (CE) de 4-8 este recomandat pentru a obține un randament maxim.

Capitolul II prezintă materialele de cercetare, metoda, rezultatele și concluziile privind testarea îngrășămintelor pe răsadurile de salată. Șapte soiuri de salată au fost incluse în experiment, și anume: Fast Fall lettuce de la compania Nam Viet, KKL de la Stațiunea de cercetare legumicolă Kbal Koh, Lollo Bionda și Lollo Rosa de la Amia Seed, Lugano și Carmesi de la Rijk Swaan, și Chinese Purple de la Yingre Seeds Company. Îngrășămintele pe care le-am folosit au fost Formulex (2.3N-0.9P-3.4K), Universol (18N-11P-18K+2.5MgO), Bio-Grow (4N-3P-6K) și martorul (apă). În primul rând, un total de 100 de semințe din fiecare varietate au fost semănate într-o tavă de plastic de 40 x 60 cm, umplută cu un substrat format din 75% turbă și 25% perlit. După apariția frunzelor cotiledonate, răsadurile au fost transferate în pastile de turbă Jiffy. Îngrășămintele au fost aplicate în doză de 2 ml/L soluție și administrate zilnic de la însămânțare până când răsadurile au ajuns la stadiul de 4 frunze adevărate. Douăzeci de plante din fiecare varietate au fost tratate cu diferite îngrășăminte. În a 28-a zi după însămânțare, cinci plante reprezentative din fiecare varietate au fost selectate și evaluate pentru diferiți parametri, inclusiv înălțimea plantei, numărul de frunze, ratele de creștere și numărul de zile necesare pentru formarea frunzelor adevărate. Concluzionăm că îngrășămintele pot avea efecte variate asupra răsadurilor de salată, fie pozitive, fie negative. Aplicarea îngrășământului Universol a oferit cele mai bune rezultate în ceea ce privește numărul de frunze, a patra frunză formându-se cu două zile mai devreme în comparație cu martorul și cu cinci zile mai devreme decât la plantele tratate cu Bio-Grow. Răsadurile tratate cu Formulex au prezentat efecte similare cu cele ale tratamentului de control în ceea ce privește înălțimea plantei, numărul de frunze, ratele de creștere și formarea frunzelor. În schimb, răsadurile tratate cu Bio-Grow au arătat caracteristici de creștere slabe, inclusiv înălțime redusă a plantei, rate de creștere lente și o întârziere de trei zile în formarea celei de-a patra frunze.

Capitolul III: S-au efectuat experimente pe șapte varietăți de salată în cadrul sistemului Nutrient Film Technique (NFT), testându-le în două condiții diferite de iluminare. Un grup a fost expus la lumină naturală, în timp ce celălalt a fost supus luminii LED roșii. Aceste varietăți de salată au fost aceleași testate în Capitolul II. Experimentul a avut loc în anii 2022 și 2023 și a fost conceput folosind un design în blocuri complete randomizate (RCBD), cu trei repetiții, totalizând 15 plante pe varietate, cu câte cinci plante pe repetiție. Valorile conductivității electrice (EC) și ale pH-ului au fost menținute la niveluri constante pe parcursul experimentului. În plus, temperatura, umiditatea și nivelurile de CO₂ au fost reglate automat. În cadrul sistemului NFT cu lumină LED, intensitatea luminoasă a fost setată la 232 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, cu o fotoperioadă de 16 ore lumină, și întuneric 8 ore. În schimb, în condiții de lumină naturală, intensitatea luminoasă a variat între 300 și 500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Datele au fost înregistrate o singură dată în timpul fazei de recoltare, iar analiza factorială ANOVA a fost efectuată utilizând software-ul Statistica. Pe baza rezultatelor obținute pe parcursul a doi ani, concluzionăm că condițiile de iluminare influențează semnificativ toți parametrii observați, cu excepția celui mai larg diametru. Soiurile de salată cultivate în condiții de lumină naturală au prezentat o înălțime mai mare a plantei, o suprafață foliară mai mare, un număr mai mare de frunze, o greutate proaspătă mai mare, precum și un conținut superior de substanță uscată, brix, clorofilă și carotenoide. În schimb, salata cultivată sub lumină LED roșie a prezentat un volum mai mare al rădăcinilor, o lungime mai mare a rădăcinilor și un conținut mai ridicat de nitrați în frunzele proaspete.

Capitolul IV: În ceea ce privește producția speciilor de Brassica pe sistemul NFT, includem o introducere, materialul și metodele de cercetare, un rezultat și o concluzie. Au fost folosite patru specii de brassica: muștar verde (V1), o varietate de la stațiunea de cercetare legumicolă Kbal Koh din Cambodgia; muștar verde (2); choy sum (V3), o varietate de la compania Nam Viet Seeds; și kale chinezesc (V4), o varietate de la compania KsSeed. Cultivarea începe cu însămânțarea semințelor în substrat, transferarea lor în ghivece Jiffy, iar apoi transplantarea lor în sistemul NFT la vârsta de 20-25 de zile (3-4 frunze adevărate). 50 de plante din fiecare varietate au fost plasate în sistemul de cultivare NFT. EC-ul și pH-ul au fost monitorizate în mod regulat. Toate datele au fost colectate în perioada de recoltare. Pe baza rezultatelor obținute din experimente, concluzionăm că anotimpurile de creștere au o influență semnificativă asupra înălțimii plantei, lungimii frunzelor, indicelui de conținut de clorofilă, masei proaspete, materiei uscate și conținutului de nitrat în frunze, dar nu asupra numărului de frunze, lățimii frunzelor sau a conținutului de zahăr (brix). Toți parametrii au fost semnificativ diferiți între cele patru specii de Brassica. Cele două soiuri de muștar verde și choy sum au produs un randament mai bun atunci când au fost cultivate în ianuarie 2022, în timp ce kale-ul chinezesc a obținut un randament maxim în octombrie 2022.

Capitolul V: include introducerea, materialul și metoda de cercetare, rezultatele și concluzia cu privire la producția de amarant pe sistemul NFT. Un soi de amarant adus din Cambodgia a fost folosit în testările din 2022 și 2023. În primul rând, semințele de amarant au fost însămânțate în turbă amestecat cu perlit în proporții de 75% și 25% și udate zilnic. La o săptămână după germinare, răsadurile au fost transferate în turbă jiffy până când au apărut trei frunze adevărate; la aproximativ 28-30 de zile după însămânțare, răsadurile au fost plasate în sistemul NFT. EC-ul și pH-ul au fost verificate regulat, iar datele au fost colectate o dată, la etapa de recoltare. Concluzionăm că, producția de amarant a fost influențată semnificativ de anul de cultivare în ceea ce privește înălțimea plantei, numărul de ramuri, lățimea frunzelor, lungimea pețiolului, lungimea rădăcinii, greutatea proaspătă, greutatea tulpinii, greutatea frunzelor, numărul de frunze pe plantă, brix, procentul de materie uscată (%DM) și conținutul de nitrat. Totuși, numărul de frunze pe tulpina principală, lungimea frunzelor și volumul rădăcinilor nu au fost afectate de anul de cultivare. Cultivarea din 2023 a oferit o creștere și un randament mai bun comparativ cu 2022.

Capitolul VI prezintă analizele de micro și macronutrienți pentru toate speciile de legume examinate în această teză. Acest capitol cuprinde o introducere, o descriere a metodelor analitice utilizate și prezentarea rezultatelor. Analizele minerale pentru toate speciile au fost efectuate o singură dată în 2023, conform protocolului stabilit de Laboratorul de Analiză Fizico-Chimică, care face parte din "Centrul de Cercetare pentru Studiul Calității Produselor Alimentare și Agricole de la USAMV – București". Concluzionăm că toate soiurile de salată cultivate în condiții de lumină naturală au avut un conținut mai bun de P, Fe, Cu și Al, în timp ce sub lumina LED roșie au furnizat mai mult K, Ca, Mg, Na și Zn. Nouă elemente micro- și macro- sunt prezente în frunzele speciilor de *Brassica* și de *Amarant*, inclusiv K, Ca, P, Mg, Zn, Fe, Na, Al și Cu. Choy sum și kale chinezesc au avut un conținut mai ridicat de Ca, P și Fe în comparație cu muștarul verde. Amarantul conține mai mulți micro- și macronutrienți decât celelalte specii.

Capitolul VII include partea de concluzii și recomandări pentru toate speciile din această teză, oferind rezultate valoroase.