

## || REZUMAT

Inul pentru ulei este o cultură oleaginoasă care în anul 2004 a ocupat în lume o suprafață de circa 2,6 milioane hectare, fiind cultivat pentru conținutul semințelor sale în ulei sicativ, cu un indice iod cuprins între 168 și 192 unități.

Cu excepția utilizărilor tradiționale, inul pentru ulei este utilizat tot mai mult în patiserie și panificație, pe de o parte, datorită gustului său plăcut, iar pe de alta, datorită conținutului ridicat al semințelor în acizi grași Omega 3 (acidul alfa linolenic), ce au multiple beneficii asupra sănătății umane. De asemenea, efectele consumului de semințe de in pentru ulei este studiat de mai bine de 10 ani, în principal în țări cum ar fi SUA și Canada, deoarece s-a demonstrat științific că are o mulțime de beneficii asupra sănătății oamenilor, în principal prin reducerea valorii parametrilor profilului lipidic din sânge, care determină o reducere a riscului apariției afecțiunilor cardiace.

De asemenea, în anul 1992, inul pentru ulei a devenit și o sursă de ulei comestibil, întrucât în acest an, în Australia au fost create primele două soiuri de in pentru ulei modificate genetic (Walaga și Eyre), soiuri ce au un conținut în acid linolenic mai mic de 5% și tegumentul seminal de culoare galbenă.

Teza de doctorat cuprinde opt capitole, cu 306 pagini, 163 de tabele și 79 figuri. Teza are două părți distincte:

Prima parte – care este o sinteză a datelor bibliografice cu privire la tema tezei de doctorat, la cadrul natural, condițiile climatice din anii de experimentare, materialul și metodele de cercetare și de asemenea tot aici fiind inclusă și bibliografia. Această parte cuprinde 93 de pagini, cu 42 de tabele și 23 de figuri.

În cea de a doua parte sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprii, cu privire la subiectul tezei de doctorat. Această parte are un total de 191 de pagini, 121 de tabele și 56 de figuri.

Amplasarea experiențelor s-a făcut în Ferma Ezăreni (Stațiunea Didactică a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași). Ferma este amplasată în partea de sud-vest a Câmpiei Moldovei.

Experiențele s-au desfășurat pe durata a trei ani (2002-2004), condițiile climatice ale acestora fiind foarte diferite. Anii 2002 și 2004 au fost ani favorabili culturii de in pentru ulei, sub aspectul precipitațiilor, în timp ce anul 2003 a fost un an secetos.

Pentru stabilirea parametrilor optimi ai semănatului, în ferma Ezăreni, în anii 2002 - 2004, s-a amplasat o experiență trifactorială, de tipul 3A x 5B x 3C.

**Factorul A** – *Epoca de semănat*, cu trei graduări:

- a<sub>1</sub>** – Epoca I (2°C)
- a<sub>2</sub>** – Epoca a II-a (5°C)
- a<sub>3</sub>** – Epoca a III-a (8°C)

**Factorul B** – *Soiul*, cu cinci graduări:

- b<sub>1</sub>** – Lirina
- b<sub>2</sub>** – Olin
- b<sub>3</sub>** – Florinda
- b<sub>4</sub>** – Raluca
- b<sub>5</sub>** – Fluin

**Factorul C** – *Desimea semănatului*, cu trei graduări:

- c<sub>1</sub>** – 600 b.g./m<sup>2</sup>
- c<sub>2</sub>** – 800 b.g./m<sup>2</sup>
- c<sub>3</sub>** – 1000 b.g./m<sup>2</sup>

Concomitent cu experiența anterioară, în cadrul fermei Ezăreni (în anii 2002 - 2004), în vederea stabilirii dozelor optime de îngrășămintă minerale ce trebuie aplicate inului pentru ulei, s-a amplasat o a doua experiență, bifactorială, de tipul 7A x 5B.

**Factorul A** – *Fertilizarea*, cu șapte graduări:

- a<sub>1</sub>** – N<sub>0</sub>P<sub>0</sub> (martor)
- a<sub>2</sub>** – N<sub>64</sub>P<sub>48</sub>
- a<sub>3</sub>** – N<sub>64</sub>P<sub>64</sub>
- a<sub>4</sub>** – N<sub>64</sub>P<sub>80</sub>
- a<sub>5</sub>** – N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>
- a<sub>6</sub>** – N<sub>96</sub>P<sub>64</sub>
- a<sub>7</sub>** – N<sub>96</sub>P<sub>80</sub>

**Factorul B** – *Soiul*, cu cinci graduări:

- b<sub>1</sub>** – Lirina
- b<sub>2</sub>** – Olin
- b<sub>3</sub>** – Linótt
- b<sub>4</sub>** – Raluca
- b<sub>5</sub>** – Alexin

Metoda de așezare a celor două experiențe este cea în parcele subdivizate. Pentru a se putea face interpretarea statistică a rezultatelor, toate variantele experiențelor au fost dispuse în trei repetiții. Suprafața parcelelor a fost de 22 m<sup>2</sup> (11 x 2m), iar suprafața recoltabilă, de 20 m<sup>2</sup>.

S-au efectuat analize chimice (conținutul semințelor în ulei și proteină, conținutul uleiului în acizi grași, indicele iod și indicele peroxidic), analize medicale (colesterolul total, LDL colesterolul, HDL colesterolul, trigliceridele), precum și calcule privind eficiența economică și energetică.

Durata ciclului biologic a inului pentru ulei a fost maximă (108-112 zile) atunci când semănatul s-a făcut la epoca I (2°C) și s-a redus odată cu decalarea semănatului, înregistrând cea mai mică valoare (92-93 zile) la semănatul târziu (epoca a III-a - 8°C) (media 2002-2004).

În medie pe trei ani (2002-2004), aplicarea îngrășămintelor chimice a produs creșteri foarte semnificative ale taliei plantelor de in pentru ulei, cuprinse între 3,02% la varianta N<sub>64</sub>P<sub>64</sub> și 3,60% la varianta N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>. Cel mai înalt soi dintre cele șapte experimentate a fost soiul Lirina (50,97 cm), iar cel mai scund, a fost Florinda (41,80 cm). Talia plantelor, în medie pe trei ani, a înregistrat cea mai ridicată valoare la semănatul extratimpuriu (2°C) (49,14 cm) și la desimea de 1000 b.g./m<sup>2</sup> (48,72 cm). Valorile minime s-au obținut la semănatul târziu (8°C) și desimea de 600 b.g./m<sup>2</sup>.

Fertilizarea chimică a inului pentru ulei a produs sporuri foarte semnificative de producție în fiecare din cei trei ani de experimentări în câmp, dar și în medie pe întreaga perioadă. În medie pe trei ani, inul pentru ulei a reacționat foarte semnificativ statistic la aplicarea îngrășămintelor chimice, sporurile obținute oscilând între 33,59% (399,3 kg/ha) la varianta N<sub>64</sub>P<sub>64</sub> și 50,66% (602,2 kg/ha) la varianta N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>.

În ceea ce privește interacțiunea soi x doză de îngrășămintă (media 2002-2004) se remarcă trei variante: Alexin x N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>, Olin x N<sub>96</sub>P<sub>64</sub> și Olin x N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>, toate trei asigurând producții de semințe de peste 1900 kg/ha.

În medie pe trei ani, cât și în fiecare an analizat separat, între semănatul normal (la temperatura solului de 5°C) și semănatul extratimpuriu (2°C), diferențele de producție au fost ne semnificative statistic. Întârzierea semănatului până la temperatura solului de 8°C, a produs (media 2002-2004) o scădere de producție de circa 11.9% (356 kg/ha) față de semănatul la 5°C.

În medie pe trei ani, producțiile obținute la desimile de 600 și 800 b.g./m<sup>2</sup> au fost practic egale, producțiile obținute fiind foarte semnificativ mai mari decât cele de la desimea de 1000 b.g./m<sup>2</sup>.

Referitor la interacțiunea dintre cei trei factori (epocă de semănat x soi x desime) se remarcă două variante cu producții medii de peste 1800 kg/ha: epoca I (2°C) x Olin x 600 b.g./m<sup>2</sup> și epoca I (2°C) x Fluin x 600 b.g./m<sup>2</sup>.

Cele mai productive soiuri ale experiențelor au fost Alexin, Fluin și Olin, acesta din urmă fiind însă între timp retras din catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România, deși rezultatele obținute în câmpurile de experiență nu recomandau acest lucru.

În toți cei trei ani în care s-au făcut analize chimice, dar și în medie pe cei trei ani, aplicarea îngrășămintelor chimice a produs scăderi foarte semnificative ale conținutului semințelor în ulei, comparativ cu martorul nefertilizat. În medie (2002-2004), procentul de ulei din semințe a oscilat între 41,39% (la varianta martor) și 38,21% (la varianta N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>).

La interacțiunea complexă dintre soi și doza de îngrășămintă, cele mai ridicate valori ale conținutului în ulei (43,57 % și 41,45 %) s-au obținut la variantele nefertilizate ale soiurilor Lirina și respectiv, Olin, iar cele mai scăzute valori (37,27 % și 37,43 %) la variantele N<sub>96</sub>P<sub>48</sub> și respectiv, N<sub>96</sub>P<sub>64</sub>, ale soiului Linott (media 2002-2004);

În medie pe cei trei ani, semănatul extratimpuriu (2°C) a asigurat cel mai ridicat conținut de ulei în semințe (40,44 %), însă diferența față de semănatul la 5°C este nesemnificativă statistic (0,2 puncte procentuale). În anii favorabili sub aspectul precipitațiilor (2002 și 2004), semănatul la temperatura de 2°C a asigurat o creștere distinct semnificativă a procentului de ulei. Semănatul târziu al inului pentru ulei (8°C) a produs o scădere distinct semnificativă a procentului de ulei din semințe (media 2002-2004).

Conținutul în ulei al semințelor a crescut de la desimea de 600 b.g./m<sup>2</sup> (39,28%), către desimea de 1000 b.g./m<sup>2</sup> (39,83%), diferențele fiind asigurate statistic.

Și în experiența cu parametri ai semănatului, sub aspectul conținutului în ulei, se remarcă soiul Lirina (40,60 %), care a înregistrat sporuri foarte semnificative față de celelalte genotipuri. La polul opus s-a situat soiul Florinda, cu un conținut de ulei de doar 38,80 % (media 2002-2004).

Conținutul în proteină al semințelor de in, sub influența fertilizării chimice, a crescut foarte semnificativ la toate variantele fertilizate, creșterile fiind cuprinse între 16,22 % (la varianta N<sub>64</sub>P<sub>80</sub>) și 24,17% (la varianta N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>). Dintre soiurile analizate, cel mai ridicat conținut în proteină, atât în experiența cu îngrășămintă chimice (21,47%), cât și în cea cu parametri ai semănatului (21,29%), s-a înregistrat la soiul Raluca. Cele mai mici valori ale procentului de proteină s-au înregistrat la soiurile Florinda și Olin (20,24 și respectiv, 20,47%).

Procentul de proteină din semințe a crescut de la epoca I (19,76 %), către epoca a III-a (21,66 %) și s-a redus odată cu creșterea desimii de semănat, de la 600 b.g./m<sup>2</sup> (20,91%), la 1000 b.g./m<sup>2</sup> (20,36 %), diferențele rezultate fiind asigurate statistic (media 2002-2004).

Dintre soiurile utilizate în cele două experiențe, cele mai ridicate valori medii ale indicelui iod s-au înregistrat la Linott (184) și Raluca (182), iar cea mai scăzută valoare (178) la Olin.

Limitele absolute între care au oscilat acizii grași din uleiul de in, pe ansamblul celor două experiențe amplasate în ferma Ezăreni, au fost: 5,7-6,6% acidul palmitic, 3,2-6,3% acidul stearic, 17,0-23,2% acidul oleic, 14,0-16,3% acidul linoleic și 50,5-59,1% acidul linolenic.

Cercetările privitoare la diversificarea domeniilor de utilizare a inului pentru ulei au avut în vedere două aspecte: pe de o parte, alterarea grăsimilor din semințele de in pe parcursul depozitării, iar pe de alta, efectul benefic al consumului semințelor de in asupra pacienților cu sindrom hiperlipidemic (cu nivel crescut al lipidelor în sânge).

Gradul de alterare al grăsimilor s-a determinat cu ajutorul indicelui peroxidic. Pe parcursul unui an de depozitare, grăsimile din conținutul semințelor de in pentru ulei se oxidează, cu o intensitate care este influențată de forma de depozitare (semințe întregi sau semințe măcinate), cât și de temperatura la care se face depozitarea.

În cazul în care depozitarea se face sub formă de semințe întregi, pe parcursul unui an de depozitare se constată o ușoară creștere a indicelui de peroxidare (de la 0,014 la 0,020), fără însă a fi afectat semnificativ gradul de prospețime al grăsimilor, indiferent de temperatura la care s-a făcut păstrarea.

Atunci când inul s-a depozitat sub formă de făină (semințe măcinate), viteza de oxidare a fost mult mai mare, fiind direct proporțională cu temperatura la care s-a făcut păstrarea. Făina depozitată la temperatura camerei și-a păstrat prospețimea doar o lună, după care a devenit improprie pentru păstrare, întrucât indicele de peroxidare a depășit valoarea de 0,03. După un an de depozitare, grăsimea din conținut se alterase complet (indicele de peroxidare a depășit valoarea de 0,10). La frigider, la temperatura de 5°C, grăsimea din conținutul făinii și-a menținut prospețimea timp de 4 luni de zile, iar la temperatura de 10°C, timp de 3 luni.

Cercetările medicale s-au efectuat de către un colectiv avizat de la Universitatea de Medicină și Farmacie “Gr.T.Popa” Iași și din cadrul Spitalului Municipal Roman. Studiul s-a efectuat pe un eșantion de 40 de pacienți hiperlipidemici de la Spitalul Municipal Roman, cu colesterolul total mai mare 240 mg/dL și cu un raport colesterol/HDL-colesterol mai mare de 4,5.

Cei 20 de pacienți care au urmat o dietă alimentară hipolipidică, asociată cu un consum zilnic de 20 g semințe de in măcinate, timp de 60 de zile, au înregistrat o reducere semnificativă a colesterolului total (17,2%), a LDL colesterolului (3,9%), a trigliceridelor (36,3%) și a raportului colesterol total / HDL colesterol (33,5%).

În analiza eficienței economice a culturii de in pentru ulei s-au avut în vedere următorii indicatori: cheltuielile totale (Euro/ha), costul de producție (Euro/tonă), venitul total (Euro/ha), profitul brut (Euro/ha) și rata profitului (%).

Fertilizarea cu îngrășăminte chimice a produs o scădere a ratei profitului, datorită cheltuielilor pe care le presupune acest input tehnologic (între 36,8 și 48,1% din totalul cheltuielilor).

Dintre variantele de fertilizare experimentate, cele mai ridicate rate ale profitului (123,1 și 119,0%) s-au obținut la variantele  $N_{96}P_{48}$  și respectiv,  $N_{64}P_{48}$ .

Ca indicatori energetici s-au avut în vedere bilanțul energetic și randamentul energetic.

Fertilizarea chimică a inului pentru ulei a produs o reducere considerabilă a valorilor randamentului energetic, datorită inputului mare de energie pe care-l presupune aplicarea îngrășămintelor chimice.

Energia totală produsă pe un hectar de in pentru ulei a variat între 33655 MJ (la varianta Raluca x  $N_0P_0$ ) și 45684 MJ (la varianta Lirina x  $N_{64}P_{80}$ ).

Pornind de la rezultatele obținute în cadrul acestei teze de doctorat, facem următoarele recomandări:

- ☞ În condițiile ecologice ale fermei Ezăreni se recomandă utilizarea soiurilor Alexin, Fluin și Olin, acesta din urmă fiind însă între timp retras din catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România, deși rezultatele obținute în câmpurile de experiență nu recomandau acest lucru;
- ☞ Semănatul inului pentru ulei poate începe de la 2°C temperatura solului și poate continua până la 5°C temperatura solului, diferențele de producție fiind ne semnificative între cele două epoci. În condițiile secetelor înregistrate în ultimii ani, semănatul mai timpuriu al inului pentru ulei permite o mai bună valorificare a rezervei de apă acumulată în sol pe parcursul iernii și în același timp, reduce pagubele provocate de insectele dăunătoare, întrucât în momentul apariției în masă a dăunătorilor, plantele de in sunt într-o biofază mai avansată;
- ☞ În cazul în care în valorificarea producției de semințe interesează în primul rând conținutul semințelor în ulei, cea mai bună opțiune, dintre cele șapte soiuri testate, o reprezintă Lirina, soi care, în medie, a înregistrat 1-2 procente de ulei peste celelalte soiuri;

- ☞ Desimea semănatului trebuie să fie cuprinsă între 600 și 800 b.g./m<sup>2</sup>, creșterea peste această limită nejustificându-se economic;
- ☞ În condițiile ecologice ale fermei Ezăreni, la stabilirea dozelor de îngrășăminte considerăm că este foarte important să se aibă în vedere prognoza meteo pentru anul următor. În situația în care se anunță un an secetos, recomandăm varianta de fertilizare N<sub>64</sub>P<sub>80</sub>, iar dacă prognoza este optimistă sub aspectul precipitațiilor, recomandăm varianta N<sub>96</sub>P<sub>48</sub>;
- ☞ În cazul în care semințele de in se vor utiliza în patiserie sau panificație sub formă măcinată, depozitarea acestora trebuie să se facă sub formă de semințe întregi, iar măcinarea să se facă cu maxim o lună înainte de utilizare, pentru a nu se altera grăsimile din conținut;
- ☞ Consumul zilnic de 20g semințe de in măcinate, asociat cu un stil de viață sănătos, poate contribui (prin reducerea valorii parametrilor profilului lipidic) la reducerea riscului apariției afecțiunilor cardiace.