

---

# Cercetări privind influența fertilizării asupra producției și calității semințelor de in

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

---

Doctorand **Cristina Mureșan**

---

Conducător de doctorat **Prof.univ. dr. Marcel Matei Duda**

---





## INTRODUCERE

Pentru a face față noilor condiții generate de schimbările climatice, una dintre modificările tehnologice o reprezintă utilizarea sistemelor naturale de fertilizare cu efecte pozitive asupra stabilității agro-ecosistemelor, conservarea biodiversității, limitarea poluării, utilizarea durabilă a resurselor naturale, creșterea productivității și calității produselor agricole destinate consumului uman - obiective importante pentru agricultura actuală (CĂMĂȘOIU CAMELIA, 1994; LIXANDRU, 2006).

În acest context am elaborat teza de doctorat "*Cercetări privind influența fertilizării asupra producției și calității semințelor de in*" având ca principal scop studiul efectului pe care îl are folosirea fertilizării naturale cu îngrășăminte verzi în cultivarea inului pentru ulei ca o alternativă de înlocuire sau diminuare a cantității de îngrășăminte minerale. Cercetările noastre răspund noilor cerințe și tendințe ale sistemelor agricole, de conservare a mediului, solului și apelor.

După BERCA, 2011, "Un îngrășământ verde este impropriu zis, pentru că el aduce solului cu mult mai mult decât un act de nutriție; văzut ca ameliorator, el intră în reacție cu „viața solului” pe care o stimulează realizând o optimizare a însușirilor biochimice și fizice, urmată de o manifestare optimizată a relațiilor dintre plantele de cultură – sol – atmosferă - o mai bună utilizare a factorilor de vegetație, apă, CO<sub>2</sub>, elemente nutritive și în deplină corelație cu curbele de consum ale culturilor”.

Inul (*Linum usitatissimum* L.), considerat una dintre cele mai vechi plante de cultură, pe lângă utilizările tradiționale (a fibrelor, semințelor sau uleiului) este folosit, în prezent, tot mai mult în alimentație, pe de o parte pentru gustul său plăcut, iar pe de alta pentru efectul său terapeutic cu multiple beneficii asupra sănătății umane (BABITA CHAUDHARY, 2016).

Semințele de in constituie cea mai bogată sursă vegetală de acizi grași Omega 3-ALA, Omega 6 și 9, asigurând în același timp și un aport important de lignani, proteine de calitate, fibre, vitamine (în special cele din complexul B), minerale și antioxidanți (GOYAL, 2014). Diverse studii chimice și epidemiologice (PRIYANKA KAJLA și colab., 2015) au relevat că elementele componente ale seminței de in oferă beneficii terapeutice și de prevenire a riscului de boli cardiovasculare, neurologice, diabet și obezitate, boli autoimune, boli gastro-intestinale, cutanate și unele tipuri de cancer sensibilabile la hormoni.

În ultimele două decenii semințele de in au trezit interesul cercetătorilor, oamenilor de știință și industriilor, utilizarea lor fiind extinsă de la un aliment funcțional (semințele de in oferă un model pentru recunoașterea valorii nutritive a cerealelor, semințelor și alimentelor integrale), la diverse nutraceutice și atribute terapeutice, contribuind astfel la îmbunătățirea disponibilității alegerilor alimentare sănătoase. Tehnicile moderne, cum ar fi micro-fluidizarea, granulara prin pulverizare, ultrasunetele sau nano-încapsularea pot deschide noi abordări în stabilizarea și procesarea semințelor și uleiului de in (GOYAL, 2014).

Cercetările prezentate în această lucrare s-au derulat între anii 2017-2019, câmpurile experimentale fiind amplasate pe terenurile aflate în administrarea ISTIS București, la centrul CTS Sibiu.

# 1. Structura tezei de doctorat

Teza de doctorat "*Cercetări privind influența fertilizării asupra producției și calității semințelor de in*" este structurată în două părți ce cuprind în total 8 capitole, 139 pagini, 26 tabele, 60 figuri și 177 titluri bibliografice.

**Partea I - Stadiul actual al cunoașterii**, are 2 capitole, subcapitole în care sunt prezentate informații din literatura internațională și națională de specialitate cu privire la: originea și evoluția culturii inului pentru ulei, valoarea nutritivă și terapeutică a semințelor de in, particularități bio-ecologice și tehnologice a culturii inului de ulei, necesarul și rolul fertilizării aplicate culturii.

**Partea a II-a - Contribuția personală**, conține 6 capitole, structurate care prezintă obiectivele urmărite, particularitățile mediului natural în care sau desfășurat cercetările, materialul și metoda de cercetare, rezultatele obținute și discuții, concluzii și recomandări pe baza rezultatelor și originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei.

## 2. Obiectivele cercetării

Orientarea spre o agricultură durabilă reprezintă o provocare și o importanță majoră a actualei agriculturi moderne. Utilizând un bilanț al nutrienților, o cerință de bune practici agricole a fiecărui producător agricol este folosirea diferitelor tipuri de îngrășăminte (chimice și organice) optimizând astfel raportul între costurile îngrășămintelor și producțiile obținute, în condiții de protejare a solului apelor și mediului (Codul de bune practici agricole, 2005, <https://www.icpa.ro>).

Astfel, pentru o evaluare a potențialului efect al îngrășămintelor verzi asupra semințelor de in cu un grad cât mai ridicat de certitudine este ideal să se utilizeze ambele tipuri de fertilizări: minerală și cu îngrășămintă verzi.

Pornind de la aceste considerente, un obiectiv important al prezentei cercetări poate fi acumularea de noi cunoștințe, care să contribuie la fundamentarea științifică și practică a folosirii în cultură a celor mai eficiente variante de fertilizare, care, corelate cu capacitatea productivă a unor soiuri de in să conducă la sporirea cantitativă și calitativă a producției, în limitele protejării mediului înconjurător și a eficienței economice.

Din obiectivul general se desprind principalele obiective specifice:

1. **Studiul efectului pe care îl au diferite îngrășăminte, ca tip și doză, asupra morfologiei plantelor și elementelor de productivitate (înălțimea, numărul de capsule, producția, MMB) a inului pentru ulei.**
2. **Studiul efectului pe care îl au diferite îngrășăminte, ca tip și doză, asupra calității (conținutul în ulei și proteină) semințelor de in.**
3. **Extinderea culturii inului pentru ulei prin sporirea încrederii cultivatorilor pe baza rezultatelor obținute**

Pe baza concluziilor rezultate în urma cercetării se poate acționa ulterior în vederea optimizării și adaptării tehnologiilor de cultură și difuzării acestora în producție, în scopul diminuării efectului poluant al fertilizării excesive și unilaterale cu îngrășămintă minerale.

### 3. Materialul și metoda de executare a experiențelor

**Materialul biologic.** Pentru executarea experiențelor și atingerea obiectivelor stabilite în studiul prezentei lucrări materialul biologic folosit este reprezentat de 6 soiurile de in pentru ulei-factorul genotip și de facelia (*Phacelia tanacetifolia*) și muștarul negru (*Brassica nigra*) utilizate pentru producerea îngrășămintelor verzi (factorul fertilizare), tot materialul biologic fiind zonat în acest areal de cultură.

**Metoda de executare a experienței.** Experiența de câmp este de tip bifactorial, factorii luați în studiu fiind anul, fertilizarea și soiul.

- ✓ Factorul A - anul experimentării (2017, 2018, 2019)
- ✓ Factorul B - fertilizarea cu 4 graduări:
  - B1 - nefertilizat
  - B2 - fertilizat cu îngrășământ verde de facelia
  - B3 - fertilizat cu cantitate dublă de îngrășământ verde (facelia + muștar negru)
  - B4 - îngrășămintă minerale complexe-250 kg / ha N.P.K. (20.20.0) respectiv 50.50.0.kg/ha N.P.K. substanță activă (s.a.)
- ✓ Factorul C – genotipul (soiul) cu 6 graduări:
  - C1 - Alexin
  - C2 - Geria
  - C3 - Lirina
  - C4 - Cristina
  - C5 - Fluin
  - C6 – Elan FD

Experiența are parcelele dreptunghiulare egale ca mărime, dispuse în blocuri amplasate în condiții naturale cât mai apropiate, cu scopul de a elimina neuniformitatea terenului și influența factorilor de mediu. Fiecare variantă este dispusă randomizat amplasată în 3 repetiții pentru a diminua fluctuațiile calitative și cantitative (erori experimentale). Variantele experimentale au lungimea =12 m și lățimea =1 m, la o densitate de 800 boabe germinabile la mp.

Deoarece una dintre graduările fertilizării fiind fertilizarea organică cu îngrășămintă verzi, încă din 2016 s-a cultivat facelia și muștar negru în cultură pură înființată în primăvară pe suprafața de teren destinată organizării experiențelor cu in în anul 2017, în 2017 au fost cultivate parcele cu îngrășămintă verzi destinate fertilizării pentru 2018 iar în 2018 pentru anul 2019. Pentru înființarea culturilor cu plante (facelia și muștar) folosite pentru varianta fertilizată cu îngrășămintă verzi cât și cele cu in pentru ulei tehnologia de cultură aplicată a fost una specifică culturilor aferente.

### 4. Rezultate și discuții

#### 4.1. Rezultate obținute privind influența fertilizării asupra unor caractere cantitative la inul pentru ulei

##### Înălțimea plantelor

Înălțimea plantelor înregistrează cele mai ridicate valori la aplicarea fertilizării minerale, însă la fertilizarea organică cu facelia și muștar valorile sunt sensibil

apropiate. Chiar și în situația nefertilizării, dar semănat în ogor negru, diferențele de înălțime comparativ cu fertilizarea minerală nu sunt peste 5 cm(fig.4.1.). Înălțimea plantelor de in nu este foarte mult influențată de varianta de fertilizare, cultivarele studiate se comportă bine chiar și în condiții de nefertilizat, însă probabil ritmul de creștere în nefertilizat este mai diminuat ceea ce reduce competitivitatea plantelor în lupta cu buruienile, îndeosebi în primele faze de vegetație când plantele sunt sensibile la îmburuienare din cauza ritmului redus de creștere.

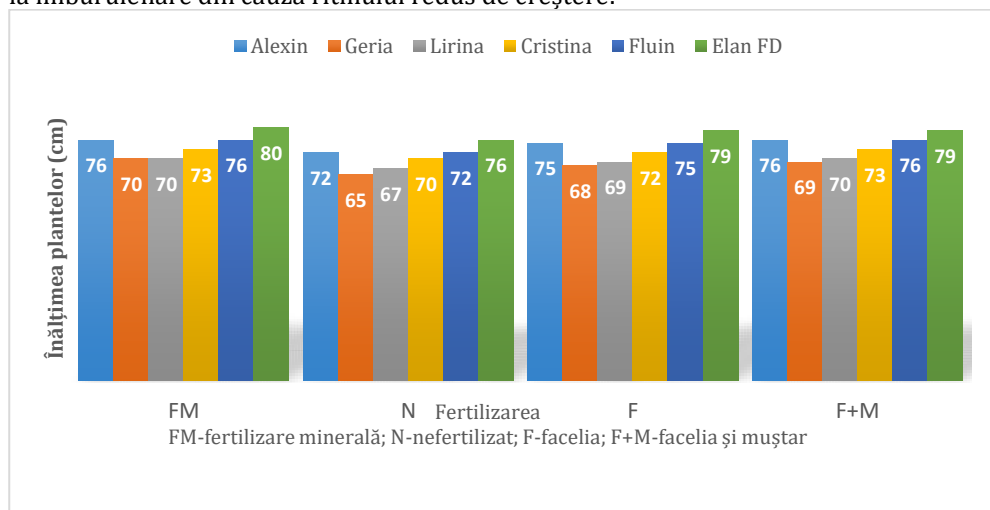


Fig. 4.1. Comportarea soiurilor la cele patru tipuri de fertilizare

## Numărul de capsule

Producția de semințe la in este în corelație cu o serie de caractere morfologice cantitative, cum ar fi: numărul de ramificații/plantă, numărul de capsule/plantă, greutatea semințelor/capsulă și plantă, masa a 1000 boabe. Explicarea acestor însușiri este strâns legată de factorul genetic, dar poate fi influențată într-un sens sau altul de condițiile pedo-climatice și de verigile tehnologice, dinamica acestor influențe este în strânsă corelație cu determinismul genetic al fiecărui caracter.

Figura 4.2. redă în mod foarte sugestiv variația numărului mediu de capsule format în cele patru sisteme de fertilizare sub influența condițiilor climatice și a factorului genetic. Plaja de fluctuație a mediilor numărului de capsule din cei trei ani, reflectă în mod foarte clar favorabilitatea anului 2018 în formarea elementelor de productivitate la in. Datorită excesului hidric s-a produs o lăstărire suplimentară și, implicit, un număr crescut de capsule.

În anul 2019, numărul de capsule, la patru din cele șase soiuri, a fost ușor mai diminuat comparativ cu cel din 2017, dar, în general, se putea afirma că între cei doi ani nu s-au înregistrat oscilații considerabile. Această observație nu este, însă, valabilă dacă comparăm rezultatele din anii 2017 și 2019 cu cele din 2018, diferențele fiind mult mai elocvente. Chiar dacă media numărului de capsule la fiecare genotip a variat de la un an la altul, totuși plaja de variație a aceste însușiri este mult mai largă între genotipuri, fapt ce sugerează, într-un mod sugestiv, că această însușire este foarte strâns legată de factorul ereditar. Prin urmare, putem spune că, în formarea numărului de capsule la in și chiar a producției, trebuie să acordăm o atenție deosebită în

alegerea cultivarului și mai apoi condițiilor climatice preponderente zonei, condiții care pot potența, în limite restrânse, numărul de capsule la in.

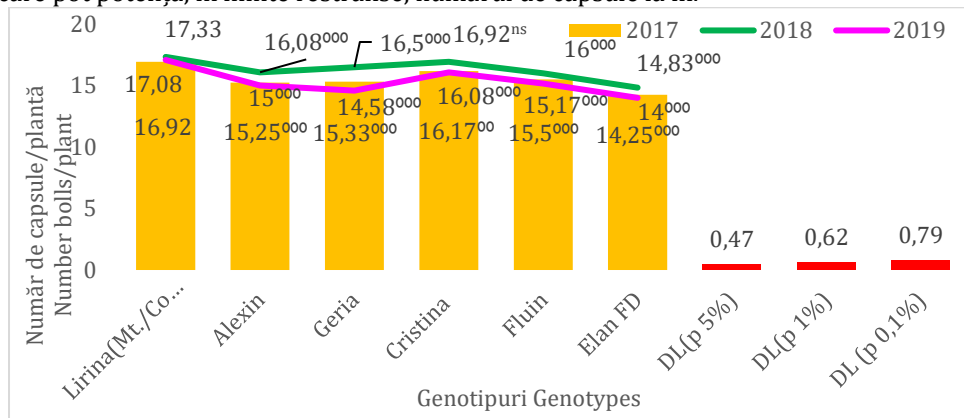


Fig. 4.2. Numărul mediu de capsule a celor șase soiuri de in în cei trei ani (Sibiu 2017-2019)

### MMB

Masa a 1000 semințe este o însușire care reflectă în mod direct greutatea semințelor și în mod indirect mărimea acestora, prin urmare această însușire este un indicator și în ceea ce privește calitatea semințelor, fiind de obicei în legătură directă cu producția de semințe. În cadrul materialului biologic analizat există deosebiri remarcabile, diferențe care nu au fost anulate de fertilizare sau de condițiile climatice.. Cele patru sisteme de fertilizare au contribuit și ele în mod foarte semnificativ la variația MMB-lui, indicând că prin tehnologia aplicată putem controla într-o oarecare măsură variația acumulării substanțelor de rezervă din semințe.

Atât fertilizarea minerală cât și cea organică nu au reușit să refacă diferențele de greutate a boabelor dintre martorul Lirina și celelalte soiuri, în toate cele trei sisteme de fertilizare precum și la nefertilizat, martorul a fost depășit foarte semnificativ de toate cultivările (fig. 4.3.).

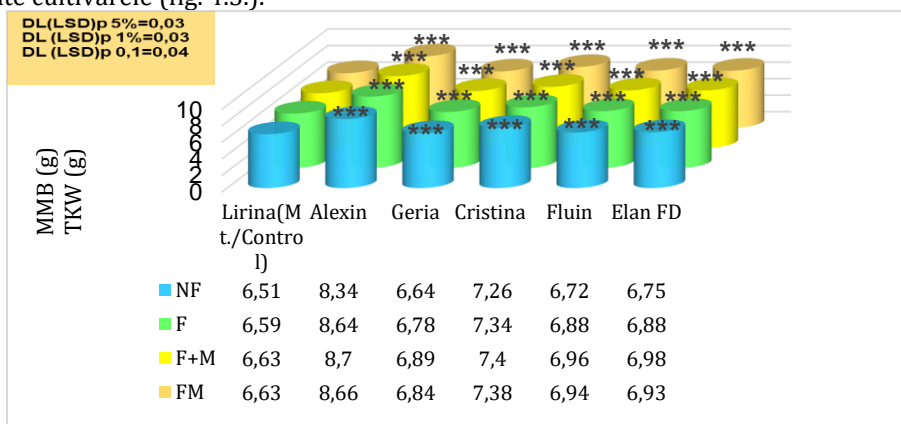


Fig. 4.3. Valorile medii ale MMB la cele șase cultivare de in în cele patru sisteme de fertilizare (Sibiu 2017-2019)

Chiar și în condiții de nefertilizare toate cultivarele au realizat valori superioare ale MMB comparativ cu Lirina în cele trei sisteme de fertilizare. Singurul cultivar care a înregistrat valori apropiate de matorul Lirina este Geria, care a realizat la nefertilizat 6,64 g, valoare apropiată de cea a soiului Lirina, din fertilizarea cu facelia+muștar și fertilizarea minerală de 6,63 g (fig. 4.3.). Toate cultivarele cu excepția matorului au reacționat cel mai favorabil la fertilizarea organică cu facelia și adaus de muștar, valorile medii ale MMB-lui din cei trei ani din acest sistem de fertilizare fiind superioare chiar și celor din fertilizarea minerală.

## Producția de semințe

Factorul biologic rămâne un pilon central în formarea producției în jurul lui gravitând factorii tehnologici și, în cazul nostru, fertilizarea. În cei trei ani experimentali, (fig. 4.4.) soiul mator Lirina a fost depășit sub aspect productiv doar de soiul Cristina, diferențele fiind foarte semnificative.

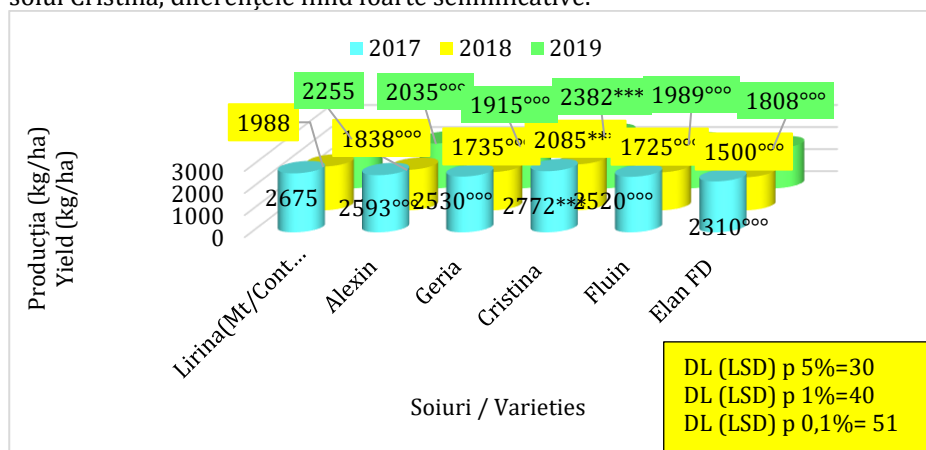


Fig. 4.4.. Efectele interacțiunii dintre condițiile climatice și soiuri asupra producției de in (Sibiu 2017-2019)

Celelalte patru soiuri, Alexin, Geria, Fluin și Elan au înregistrat producții sub performanțele matorului, în toți cei trei ani, diferențele fiind foarte semnificative. Prin urmare, soiul Cristina poate fi considerat genotipul cel mai performant din grupul analizat, indiferent de condițiile climatice din cei trei ani, producțiile nu au scăzut sub nivelul a 2000 kg/ha, fapt care sugerează oarecum și stabilitatea producțiilor în cazul acestui soi, o cerință importantă a cultivarelor în actualele condiții climatice și îndeosebi în variația acestora de la un an la altul .

## 4.2. Rezultate obținute privind influența fertilizării asupra unor caractere calitative la inul pentru ulei

### Conținutul de proteine din semințe

Dintre factorii experimentali analizați, anul (condițiile climatice) a influențat cel mai semnificativ conținutul de proteine. Valorile varianței atribuite fertilizării, indică o contribuție foarte importantă a acestui element tehnologic la oscilațiile conținutului de proteine. Între genotipuri există deosebiri foarte semnificative privind potențialul



de acumulare a proteinelor în semințe. Interacțiunile dintre factori au marcat și ele foarte semnificativ variația conținutului de proteine (tabelul 4.1).

**Tabelul 4.1.**

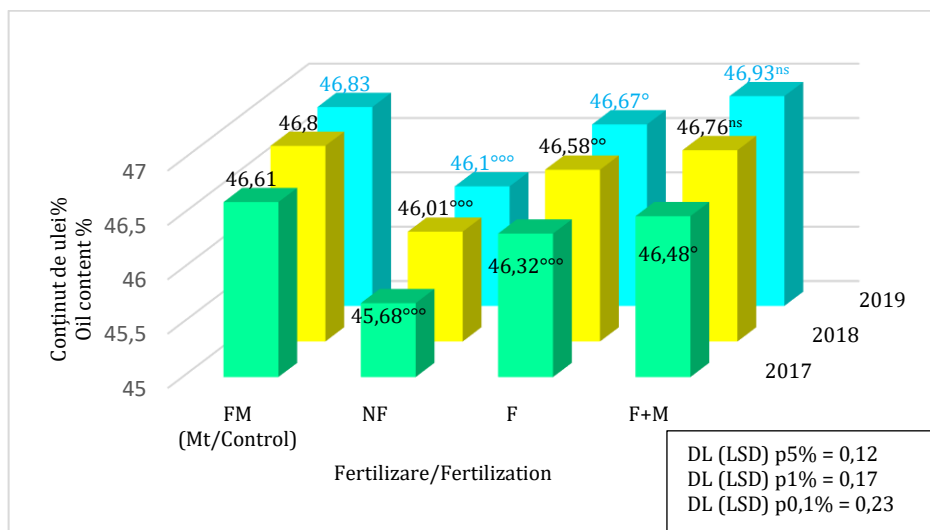
**Variațiile conținutului de proteine (%) în cele patru variante de fertilizare la cele șase soiuri de în (SIBIU 2017, 2018, 2019)**

Nr. crt	Varianta		Proteine	%	Dif.	Semnif	Fertilizarea	Semnific.
	Soiul Varieties	Fertilizarea Fertilization						
1	ALEXIN	FM	24,56	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
2		NF	22,94	93	-1,62	000	F	***
3		F	24,48	99	-0,08	-	F+M	***
4		F+M	24,95	102	0,38	***	FM	***
5	GERIA	FM	26,32	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
6		NF	24,14	92	-2,18	000	F	***
7		F	24,72	94	-1,60	000	F+M	***
8		F+M	25,85	98	-0,48	000	FM	***
9	LIRINA	FM	24,42	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
10		NF	22,38	92	-2,03	000	F	***
11		F	23,42	96	-0,99	000	F+M	***
12		F+M	24,47	100	0,06	-	FM	***
13	CRISTINA	FM	24,96	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
14		NF	22,74	91	-2,21	000	F	***
15		F	23,25	93	-1,70	000	F+M	***
16		F+M	23,57	94	-1,39	000	FM	***
17	FLUIN	FM	24,24	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
18		NF	22,80	94	-1,44	000	F	***
19		F	23,86	98	-0,38	00	F+M	***
20		F+M	23,97	99	-0,27	0	FM	***
21	ELAN FD	FM	24,13	100	0,00	Mt.	NF	Mt.
22		NF	23,05	96	-1,09	000	F	***
23		F	24,34	101	0,21	-	F+M	***
24		F+M	23,98	99	-0,16	-	FM	***

DL(LSD) p 5% 0,22; DL(LSD) p 1% 0,29; DL(LSD) p 0,1% 0,38;

### Conținutul în ulei al semințelor de în

Uleiul din semințele de în devine din ce în ce mai popular, pentru valorile sale nutriționale și farmaceutice. Implicațiile cele mai însemnate în variația conținutului de ulei o au fertilizarea urmată de factorul genetic și condițiile climatice. Semnificațiile probei F, consemnează implicarea foarte semnificativă a fertilizării și a factorului biologic în controlul cantității de ulei și doar semnificativă a factorului climatic. Interacțiunea dintre an și fertilizare nu au un impact semnificativ în variabilitatea conținutului de ulei (fig.4.5, 4.6).



**Fig. 4.5. Efectele interacțiunii dintre fertilizare și ani asupra conținutului de ulei**

Fertilizarea cu îngrășăminte verzi poate fi o alternativă viabilă pentru obținerea unor cantități importante de uleiuri, fără eventuale reziduri chimice. Evident, că în condiții de nefertilizare procentul de ulei este diminuat într-un mod foarte semnificativ, în toți anii în acest sistem s-au obținut cele mai reduse valori ale uleiului.

Figura 4.6., redă comportarea celor șase cultivare de in în cei trei ani de experimentare, referitor la depunerile substanțelor grase în semințe. Performerul conținutului de ulei în cei trei ani experimentali este soiul Cristina, creșterile față de martor fiind distinct semnificative (2017, 2019) sau foarte semnificative (2018). La polul opus, cu cele mai reduse performanțe se situează soiul Fluin, diferențele față de martor fiind negative și foarte semnificative în toți anii de experimentare. La celelalte soiuri conținutul de ulei variază de la an la an, diferențele față de soiul Cristina fiind când negative asigurate statistic la diferite praguri, când ne semnificative. Conținutul de ulei este o componentă calitativă aflată într-o strânsă interdependență cu variațiile regimului termic și pluviometric.

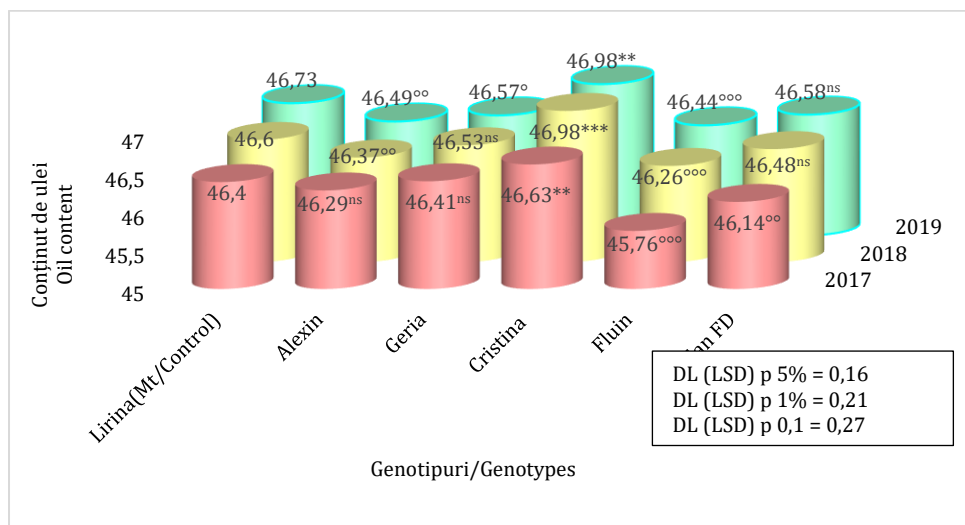


Fig. 4.6.. Efectele interacțiunii dintre cultivare și ani asupra conținutului de ulei

## Concluzii și recomandări

- producția de masă verde obținută a fost influențată semnificativ de condițiile climatice, în special de precipitațiile din perioada de vegetație;
- cantitatea de biomasă obținută a fost de 60 t/ha facelia și 65 t/ha muștar negru în 2016, de 70 t/ha facelia și 56 t/ha muștar negru în 2017 (pe fondul a 218,1 mm -2016, 129,4 mm-2017 de precipitații din lunile aprilie-mai) și doar 50 t/ha facelia sau 42 t/ha muștar negru obținute în 2018 datorită regimului deficitar de precipitații de 79,5 mm (aprilie-mai);
- acțiunea încorporării în sol a îngrășămintelor verzi s-a concretizat prin sporirea în fiecare an a conținutului de substanțe nutritive (N-0,6-0,92%, P-24-64 ppm, K-50-148 ppm) și a humusului până la 0-40 cm adâncime;
- înălțimea plantelor la cele șase cultivare are un determinism genetic pronunțat, dar poate fi influențată, într-o oarecare măsură, de condițiile climatice și de veriga tehnologică studiată, și anume, fertilizarea;
- rezumând comportarea celor șase cultivare, privind numărul mediu de capsule realizate în cele patru sisteme de fertilizare, în cei trei ani, pe primul loc este soiul Lirina urmat de cultivarul Cristina, iar pe locurile trei soiurile Alexin, Geria și Fluin, diferențele dintre acestea fiind ne semnificative, ultimul fiind soiul Elan FD. Față de martor, toate soiurile din experiment au format un număr mai redus de capsule, diferențele fiind foarte semnificative;
- în toate sistemele de fertilizare experimentate, valorile MMB au fost de peste 7 g, mai exact între 7,04, în condiții de nefertilizare, și 7,26, în sistemul de fertilizare facelia + muștar negru. Fertilizarea organică, îndeosebi cu folosirea unor cantități ridicate de îngrășămintele verzi, poate suplini fertilizarea minerală și chiar asigurarea unor sporuri în ceea ce privește MMB-ul,

- obținerea unor semințe de in destinate unor produse nutraceutice „bio” superioare din punct de vedere calitativ, este pe deplin posibilă;
- între cele șase soiuri de in pentru ulei există deosebiri semnificative în ceea ce privește potențialul de producție, cel mai productiv fiind soiul Cristina, care a depășit martorul (Lirina) clasat pe locul doi cu sporuri foarte semnificative. Celelalte genotipuri, Alexin, Geria, Fluin și Elan, au înregistrat producții sub performanțele martorului, în toți cei trei ani, diferențele fiind foarte semnificative. Prin urmare, soiul Cristina poate fi considerat genotipul cel mai performant, indiferent de condițiile climatice din cei trei ani, producțiile nu au scăzut sub nivelul de 2000 kg/ha, fapt care sugerează oarecum și stabilitatea producțiilor în cazul acestui soi, o cerință importantă a cultivarelor în actualele condiții climatice și îndeosebi în variația acestora de la un an la altul;
  - afirmația conform căreia între producție și proteine există o corelație negativă este confirmată și în situația de față, cultivarele mai productive și anume Lirina (23,67%) și Cristina (23,63%), au cea mai redusă valoare medie în cei trei ani a conținutului de proteine. Soiul Geria (25,26 %), care este mai puțin productiv, se situează pe primul loc în topul conținutului de proteine, urmat la diferențe semnificative, de soiurile Alexin (24,23 %), Elan FD (23,88 %) și Fluin (23,72 %);
  - comportarea celor șase cultivare de in în cei trei ani de experimentare, referitor la depunerile substanțelor grase în semințe, scot în evidență capacitatea crescută de acumulare a uleiului a soiului Cristina (46,87%), care a depășit martorul Lirina (46,58%), creșterile față de martor fiind distinct semnificative (în 2017, 2019) sau foarte semnificative (2018). La celelalte soiuri, valorile conținutului de ulei prezintă o tendință de reducere, diferențele fiind asigurate statistic ca foarte semnificative cu excepția soiului Geria (46,50%), la care nu sunt înregistrate semnificații, iar cu cele mai reduse performanțe se situează soiul Fluin (46,15%).

